



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA**

LUANA MARCIELE MORSCHHEISER

**ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM
DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO**

REALEZA

2019

LUANA MARCIELE MORSCHHEISER

**ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM
DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como
requisito para obtenção do grau de licenciada em Química
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Louro Peres

REALEZA

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Morschheiser, Luana Marciele

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO / Luana Marciele Morschheiser. -- 2019. 80 f.:il.

Orientador: Profa. Dra. Gisele Louro Peres. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Química-Licenciatura, Realeza, PR, 2019.

1. Solo. 2. Ensino de Química. 3. Abordagem Temática. 4. Ensino e Aprendizagem. I. Peres, Gisele Louro, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

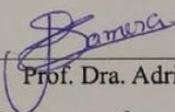
LUANA MARCIELE MORSCHHEISER

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito para obtenção do grau de **LICENCIADA EM QUÍMICA** na UFFS, campus Realeza/PR.

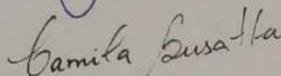
Orientadora: Prof. Dra. Gisele Louro Peres

Este trabalho de TCC foi defendido e aprovado pela banca em 13 de dezembro de 2019.

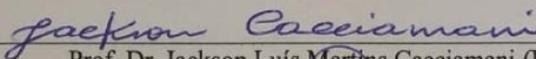
BANCA EXAMINADORA:



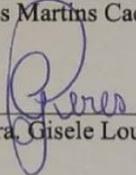
Prof. Dra. Adriana Simane Câmara (UFFS/Realeza/PR)



Profa. Dra. Camila Aguilar Busatta (URI / Frederico Westphalen/RS)



Prof. Dr. Jackson Luís Martins Cacciamani (UFFS/Realeza/PR)



Prof. Dra. Gisele Louro Peres (UFFS/Realeza/PR)

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO

Luana Marciele Morschheiser¹

Resumo

O desenvolvimento da Educação Química ainda encontra-se fundamentado na transmissão dos conhecimentos por meio de aulas expositivas. Desta forma alguns professores utilizam o mesmo instrumento didático de maneira contínua, ignorando possibilidades metodológicas para a sala de aula. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo, avaliar a percepção de um grupo de licenciandos do curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS campus Realeza/PR, acerca da utilização da abordagem Temática Freiriana ancorada na proposta epistemológica do Educar pela Pesquisa, a partir do tema Solo no estudo de Equilíbrio Químico, no componente curricular de Química Geral II. A pesquisa foi fundamentada na metodologia da pesquisa-ação, sustentada nos Três Momentos Pedagógicos, com enfoque sobre o ensino e a aprendizagem a partir da prática docente dos professores pesquisadores no espaço-tempo da sala de aula de Química. Considerando os caminhos metodológicos percorridos durante a pesquisa, grande parte dos licenciandos consideraram relevante a abordagem temática para os processos de ensinar e aprender os conceitos abordados no assunto Equilíbrio Químico. Pode-se perceber também o engajamento e o interesse dos envolvidos durante a realização das atividades, nas quais buscou-se a construção dos conhecimentos por meio da contextualização da temática a partir de observações, diálogos, pesquisas, experimentos, entre tantos outros fatos evidenciados ao longo da sequência didática, sendo perceptível a evolução do aprendizado a cada etapa do processo.

Palavras Chave: Solo. Ensino de Química. Abordagem Temática. Ensino e Aprendizagem.

¹ Acadêmica do Curso de Química-Licenciatura da UFFS. Campus Realeza. Contato: lu_m.morschheiser@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O estudo da Química contempla um vasto número de conteúdos, conceitos, equações e postulados e acabam tornando-se um desafio tanto para os professores quanto para os alunos, que precisam compreender significativamente a importância deste estudo para as ações que regem o universo. Segundo Santos e Schnetzler (2003) reconhecer o espaço social em que os estudantes estão inseridos pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista que o professor pode realizar uma abordagem didático-epistemológica que identifique os aspectos presentes no cotidiano dos educandos.

O desenvolvimento do Ensino de Química ainda encontra-se vinculado a uma prática, em que alguns professores atuam somente como transmissores do conhecimento, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. Muitas vezes esses docentes utilizam a mesma metodologia de maneira contínua, inviabilizando desta forma, outras possibilidades metodológicas, epistemológicas, didáticas, interdisciplinares, etc.

Em algumas disciplinas dos cursos de graduação em Química, o ensino ocorre de maneira sistematizada, com um caráter propedêutico², fragmentado no método tradicional (HALMENSCHLAGER, 2011), principalmente nos componentes curriculares específicos. Ademais a isso os acadêmicos enfrentam dificuldades em compreender e aprender, até mesmo os conceitos básicos dessas disciplinas, incapazes de associar o conteúdo estudado, com seu cotidiano, podendo indicar que o ensino está ocorrendo de forma descontextualizada com ausência de diálogos construtivos e metodologias que facilitem a aprendizagem (NUNES e ADORNI, 2010).

Diante do exposto, é necessário repensar a educação subordinada à reprodução do conhecimento, estruturada na aula transmitida pelo professor e copiada pelo aluno, na qual, questiona-se a falta de efetividade ao longo do processo de aprendizagem (GALIAZZI, 2003), pois segundo Freire (1987) a educação é a formação autônoma, crítica e criativa do sujeito, para exercer com plenitude sua cidadania.

O desenvolvimento de propostas com abordagens temáticas tem como preocupação a aprendizagem dos alunos de maneira contextualizada com a sua realidade de vida. Os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCNs (BRASIL, 1999) descrevem que as propostas de

² que visa dar ao aluno uma formação geral e básica para que possa ingressar num curso superior.

ensino devem trabalhar com temas transversais, que estejam relacionados com a realidade em que vivem os estudantes, modificando assim a organização tradicional das aulas.

Baseada na abordagem temática Freiriana, o desenvolvimento dessa pesquisa ocorre a partir de uma relação dialógica entre os envolvidos na prática educacional, a fim de compreender a realidade em que os mesmos estão inseridos, onde as dimensões educacionais, encontram-se fundamentadas nas concepções de Educação de Freire (1987) e Snyders (1988), contemplando a aprendizagem baseada em temas, cuja abordagem em torno dos mesmos deve possibilitar a sincronia entre os conhecimentos empíricos e a apreensão de conhecimentos sistematizados durante o processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, essa pesquisa foi ancorada pela proposta epistemológica do Educar pela Pesquisa, de Maldaner (2000), Galiazzi (2003) e Moraes, Ramos e Galiazzi (2004), com enfoque sobre a formação inicial de professores pesquisadores em Ciências Naturais, particularmente em Química.

A proposta metodológica utilizada será a pesquisa-ação de Thiollent (1997), onde a pesquisa e ação estarão em um único processo, no qual ocorre a interação entre todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem com condições de investigar a sua própria prática de forma crítica e reflexiva. Enfatiza-se, nesta pesquisa, que o professor é o orientador do estudo, é quem norteia o processo de aprendizagem, despertando a curiosidade e estimulando o aluno à busca por novas informações.

Nesta perspectiva educativa, a pesquisa foi realizada com um grupo de licenciandos do curso de graduação em Química-Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Realeza* - PR, na disciplina de Química Geral II.

Enquanto licencianda do curso de Química da UFFS, optar por trabalhar com a abordagem temática na graduação, foi uma decisão que se firmou após vivenciar os componentes curriculares de Projeto de Pesquisa no Ensino de Química e Ciências I e Estágio Supervisionado I. Esses e os demais componentes curriculares ofertados no segmento da grade curricular do curso, trouxeram a necessidade de compreender as diferenças na prática educacional que ocorrem nos componentes de um mesmo curso de graduação, buscando identificar como se dá o processo de ensino e aprendizagem, por meio do uso da abordagem temática.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi de avaliar a percepção dos licenciandos envolvidos no curso de Química - Licenciatura, sobre a utilização da temática Solo no estudo

de Equilíbrio Químico. Para além, realizar uma reflexão sobre o desempenho dos licenciandos, analisando os desafios de aprendizagem e as perspectivas da utilização dessa temática, levando em consideração: a grande diversidade de temas que podem ser desenvolvidos no Ensino de Química, a flexibilidade do componente curricular, a contextualização vinculada a realidade dos licenciandos, e não menos importante, a falta de trabalhos publicizados vinculando o uso de temáticas na graduação em especial no Ensino de Química. Busca-se assim, promover um maior engajamento de todos envolvidos no componente, pois o desinteresse e a desmotivação já são conhecidos como problemas atuais tanto no Ensino Superior, como na Educação Básica.

DESAFIOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

A tomada de decisão para o ingresso em determinada carreira profissional tem início desde muito cedo para a maioria dos jovens brasileiros, antes mesmos de atingirem a maioridade. Entretanto para ingressar no mercado de trabalho e adquirir estabilidade financeira, muitas vezes é necessário se profissionalizar, com cursos técnicos ou superiores (SANTOS, et al., 2016).

A escolha em seguir carreira na área da docência vem sendo desconsiderada por grande parte dos estudantes que optam por fazer uma graduação, e esse fator está diretamente relacionado à desvalorização salarial e às condições de trabalho. Louzano et al (2010), pontua como condições negativas à formação docente, o pouco reconhecimento público, e o baixo *status*, além dos baixos salários e poucas oportunidades de influenciar as políticas públicas, especialmente aquelas que afetam o trabalho docente em sala de aula.

Os alunos que cursam licenciatura geralmente trabalham não necessariamente no magistério, desta forma dispendo de pouco tempo e recursos para desenvolver uma formação de qualidade (GALIAZZI, 2003). Os estudantes e, em especial aqueles que enfrentam uma jornada de trabalho em período integral e ainda necessitam se dedicar aos estudos no período noturno, carecem de uma aula que proporcione interesse e prazer pelo que está sendo ensinado.

Segundo Maldaner e Piedade (2005) a aprendizagem de Química deve proporcionar aos licenciandos a compreensão dos fenômenos e transformações químicas que ocorrem no mundo de maneira abrangente e integrada, possibilitando o entendimento dos fundamentos teórico-práticos. Entretanto, as metodologias utilizadas em sala de aula, nem sempre contemplam a aprendizagem científica de modo a relacionar os conteúdos e conceitos com a

realidade dos educandos.

O desenvolvimento de abordagens diferenciadas em sala de aula podem facilitar a compreensão do ensino de química que muitas vezes é tido como abstrato para a maioria dos estudantes que têm dificuldades na aprendizagem. Sendo assim, trabalhar com a abordagem temática pode facilitar a aprendizagem e a construção do saber científico, partindo de conceitos e situações presentes no contexto social em que a turma encontra-se inserida.

Analisar e considerar as características de uma turma para o desenvolvimento do ensino, torna-se muito importante ao ponto que ocorra uma relação dialética, abrangendo as dimensões cognitivas, afetivas, psicomotoras, pedagógicas, neurológicas sociais, históricas e sociais, entre professor, aluno e o objeto de conhecimento (VYGOTSKY, 1987).

Nesse sentido é fundamental que haja discussões acerca do Ensino de Química, priorizando o processo de ensino e aprendizagem como uma forma facilitadora, contemplando a contextualização e o diálogo problematizador. O desenvolvimento do ensino de química de maneira dialógica permite a formação crítica e autônoma do licenciando, tornando-o autor de suas ideias e concepções, partindo de construção do saber entre professor e aluno.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências Naturais (1998) o curso de graduação em Química-Licenciatura, procura formar um profissional apropriado dos conhecimentos científicos e didático-pedagógicos, estando qualificado a disseminar os saberes desta área do conhecimento em diferentes espaços educativos.

A construção dos conhecimentos acerca da Química, envolve um longo e árduo processo de formação e constituição docente. A articulação entre diferentes metodologias didático-pedagógicas para a sala de aula, é um dos encargos dados ao profissional desta área, envolvendo ainda a diversidade dos objetos de aprendizagem, materiais didáticos e instrumentos de comunicação. Desta forma, segundo Galiuzzi e Moraes (2002) a função do professor neste processo de aprendizagem, será a transformação dos conteúdos abordados em sala de aula, em pesquisa.

[...] desmistificar a pesquisa há de significar também o reconhecimento da sua imiscção natural na prática, para além de todas as possíveis virtudes teóricas, em particular da sua conexão necessária com a socialização do conhecimento. Quem ensina carece de pesquisar; quem pesquisa carece de ensinar. Professor que apenas ensina jamais o foi. Pesquisador que só pesquisa é elitista explorador, privilegiado e acomodado (DEMO, 1996, p. 14).

Constituir-se professor é um processo contínuo e constante da carreira docente,

evidenciar novas e diferentes práticas de ensino são fundamentais ao longo das etapas de formação acadêmico e profissional de um licenciando. Considerando que o Ensino de Química permite uma articulação evidente aos aspectos ligados ao cotidiano, assim, desenvolver o ensino por meio de uma abordagem temática torna-se uma maneira de facilitar a ação docente e compreender fenomenologicamente os conceitos científicos.

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA

A Educação Química baseada somente em aulas expositivas ou apenas em livros didáticos mostra-se insuficiente para a compreensão desta Ciência tida como abstrata. O ensino tradicional é aquele relacionado com a Educação bancária, na qual o professor é tido como um detentor do conhecimento, marginalizando as experiências e realidades dos educandos (FREIRE e SCHOR, 1986). Na perspectiva Freiriana, o professor deve apresentar à turma, possibilidades para a construção e a produção do seu próprio saber, pois ensinar está muito além da transferência de conhecimento (FREIRE, 1996).

O ensino a partir de uma temática configura-se em uma proposta, na qual conceitos a serem estudados em sala de aula são selecionados baseados na necessidade do entendimento de uma situação real e significativa (SILVA et al., 2017). Deste modo é importante que o trabalho docente esteja voltado para a significação da temática estudada visando a construção significativa do conhecimento. Nessa abordagem, a conceituação científica é subordinada ao tema problema proposto (MARQUES, HALMENSHLAGER, WAGNER, 2013).

A abordagem temática permite o favorecimento da construção dos conhecimentos científicos dos licenciandos, a união desses conhecimentos com a aplicação na vida cotidiana, é tida como uma das formas de melhoria da relação ensino e aprendizagem de Ciências e/ou Química possibilitando novas maneiras de compreender como esses fenômenos acontecem e se inter-relacionam na natureza (ZANON e MALDANER, 2004).

Segundo MARCONDES et al., (2007), a abordagem temática não deve ser entendida apenas como um pretexto para a apresentação de conteúdos químicos, tampouco se restringe a fornecer informações sobre processos produtivos, tecnológicos ou usos que a sociedade vem fazendo de materiais. Trata-se, sim, de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade, avaliar situações e soluções, propondo formas de intervenção na sociedade. Ou seja, o tema escolhido deve permitir o estudo da realidade que o licenciado está

inserido, sendo importante que o aluno reconheça a importância da temática para si próprio e para a sociedade que pertence. Assim, o aprendizado terá mais significado, o que muito autores compreendem como aprendizagem significativa.

A aprendizagem dos conteúdos químicos por intermédio de uma abordagem temática tem como propósito expor aos alunos a compreensão dos fenômenos que os rodeiam, proporcionando aos estudantes a construção de uma visão de mundo para solucionar os problemas, incentivar a investigação e julgar com fundamentos as informações advindas da sua cultura, da mídia e do próprio ambiente educacional (FREIRE, 1987).

Para desenvolver o ensino por meio de uma abordagem temática é fundamental que o professor orientador da turma compreenda o espaço social considerando os aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), em que esta encontra-se inserida, levando em consideração as características apontadas pela mesma. As abordagens de temas no campo educacional não se sustentam apenas nas teorias de Freire (1987) e Snyders (1988), a partir da investigação do tema. Segundo Santos (1992), em um levantamento bibliográfico acerca do movimento CTS:

A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão. (SANTOS, 1992, p. 139)

Neste contexto, Santos e Mortimer (2000), destacam ainda que o estudo de temas:

[...] permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais (SANTOS e MORTIMER, 2000, p. 13).

A partir dessas perspectivas, a temática a ser utilizada deve apresentar um caráter instigante e atrativo na contextualização do conhecimento científico. Desta forma, a escolha dos temas geradores devem favorecer a comunicação entre o que os licenciandos já sabem e o tema a ser explorado. Assim, a atuação dos discentes e do professor adquire um novo conceito, conseqüentemente a ação pedagógica passa a ser dinâmica e dialógica, centrada na formação dos sujeitos envolvidos na pesquisa (GALIAZZI e MORAES, 2002).

Além da compreensão da temática apropriada a ser utilizada de acordo com o espaço social em que os pertencentes a pesquisa estão envolvidos, busca-se desenvolver ainda uma discussão inicial dos conhecimentos que os estudantes já possuem acerca do tema problema proposto, para posteriormente realizar a organização dos conhecimentos na construção e

ressignificação dos conteúdos e conceitos emergentes da temática, tornando assim, o desenvolvimento do aprendizado adquirido ao longo da prática de ensino, significativo (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011).

Na literatura encontram-se poucos casos em que se faz uso da abordagem temática no Ensino Superior, principalmente em componentes curriculares de cunho específico como é o caso da Química Geral II, onde a pesquisa foi desenvolvida. Desta forma, percebe-se a relevância em desenvolver este tipo de abordagem também na graduação, e não somente nas escolas de Ensino Básico como o que ocorre ao longo dos estágios supervisionados do curso de Química-Licenciatura da UFFS. Outro ponto motivacional para a utilização de abordagens diferenciadas é o alto índice de reprovações existentes principalmente nas disciplinas específicas do curso.

IMPORTÂNCIA E O INTERESSE DO ESTUDO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DA TEMÁTICA SOLO

O desenvolvimento do conhecimento científico não se limita apenas a transmissão de conteúdos de natureza científica, mas também a consideração de problemas e questões contextuais pertinentes a determinada temática configurando os conteúdos a serem ensinados e aprendidos a partir dos conhecimentos prévios do indivíduo.

Diante da diversidade de situações que podem ser exploradas em um ambiente educacional, podem surgir diversas perspectivas temáticas, sendo que o tema pode apresentar natureza conceitual ou contextual. A natureza conceitual contempla aspectos relacionados exclusivamente, com a conceituação científica a título de exemplificação, em situações da vivência do aluno, sendo a temática expressa a partir de determinado conceito ou de articulações entre diferentes conceitos. Já os temas de natureza contextual, podem relacionar-se, com fenômenos naturais ou tecnológicos, situações representativas de determinado contexto geopolítico, situações problemas e contradições à questões ambientais (HALMENSCHLAGER, DELIZOICOV, 2017).

A partir desses pressupostos, optou-se por trabalhar com um tema de natureza contextual, considerando a trajetória de vida e o percurso acadêmico da autora, bem como as características da turma, que mostraram-se favoráveis ao desenvolvimento de tal estudo, pertinente aos aspectos socioculturais em que os mesmos encontram-se inseridos. Sendo assim,

escolheu-se trabalhar com a temática “Solo” devido a sua importância para a produção agrícola, além de apresentar a principal fonte de economia e geração de serviços nesta região do sudoeste do Paraná. Diante disso, buscou-se articular essa temática com o conteúdo de Equilíbrio Químico, devido às características presentes nos solos que são passivos de uma abordagem conceitual em sala de aula acerca dos diversos conteúdos químicos que podem emergir. Destes podem-se destacar as transformações químicas, envolvendo os diferentes tipos de reações, bem como os conceitos de cinética, termoquímica, eletroquímica, equilíbrio químico, propriedades físico-químicas com os estados de agregação da matéria, pH, para além de uma infinidade de conteúdos. Sendo assim, é possível identificar e relacionar a presença dos conceitos científicos, com a temática presente no cotidiano dos licenciandos.

A relação construída neste trabalho de pesquisa que articula a temática Solo com o Equilíbrio Químico, ocorre devido ao fato de que, o conceito de Equilíbrio-Químico normalmente pode ser trabalhado de maneira expositiva pelos professores em sala de aula, devido sua grande abrangência de reações químicas, fórmulas e cálculos (MAIA, et al., 2014).

A abordagem problematizadora em relação aos tipos de equilíbrios do solo, bem como as reações de equilíbrio presentes em diferentes tipos de solos, envolvendo os princípios de constante de equilíbrio em termos de quantidade de matéria (K_c), e em termos de pressão parcial (K_p) e ainda os conceitos de potencial hidrogeniônico (pH), bem como o potencial hidroxiliônico (pOH), foram foco do desenvolvimento deste trabalho.

O Solo está entre os componentes terrestres que mais sofrem com a degradação ambiental causada pelos impactos humanos na natureza. Atualmente isso vem sendo alvo de pesquisas no meio universitário, gerando campanhas de sensibilização quanto a preservação deste recurso natural. Entretanto não tem surtido efeitos positivos, pelo fato dos meios de comunicação utilizados não atingirem a população de modo geral (MUGGLER, et al., 2004). Além de ser um dos componentes da natureza de maior complexidade no funcionamento do ambiente, pelo fato de ser um corpo tridimensional e vivo, devido a constante entrada e saída de matéria, principalmente frações de silte e argila e precipitações de água na atmosfera. Assim, ao mesmo tempo que age como condicionante, é também condicionado pelas variadas formas de relevo, formações vegetativas, variações do tempo e clima e a ação e ocupação humana (RUELLAN e DOSSO, 1993).

Nesse contexto, segundo Barros (2005), o desenvolvimento do estudo científico acerca do Solo deveria ter início na Educação Básica, com o auxílio do emprego tecnológico

informativa a fim de levar tal conhecimento ao alcance de um maior número de indivíduos. Entretanto, ensinar química partindo de um tema problema sobre Solo, nem sempre é uma tarefa fácil. Para dinamizar essa tarefa, Hatum (2008) indica a utilização de recursos didáticos que facilitem a compreensão e a visualização dos conteúdos e conceitos a serem trabalhados, como por exemplo fazer uso de recursos audiovisuais para exemplificar os tipos de Solos, e até mesmo a elaboração de atividades experimentais abrangendo os conceitos químicos presentes nos diferentes tipos de Solos de determinada região.

Desta forma é possível pensar a interdisciplinaridade acerca dos conceitos a serem trabalhados em sala de aula, abordando os conteúdos conceituais, procedimentais e com grande ênfase nos atitudinais, visando a sensibilização dos estudantes sobre esse bem natural que é o Solo (MORSCHHEISER, et al., 2019).

Assim, uma característica das aprendizagens sobre equilíbrio químico se refere ao fato de que alguns estudantes assimilam somente aspectos quantitativos deste conceito, como calcular constantes de equilíbrio, prever se o “equilíbrio se desloca para a direita, formando produtos” ou “para a esquerda, regenerando os reagentes” (ROCHA, VASCONCELOS, 2016). Entretanto, a maioria dos estudantes sentem dificuldades em compreender os aspectos qualitativos, como o que ocorre em um sistema no estado de equilíbrio ou até mesmo qual a significância em aprender sobre equilíbrio químico.

Buscou-se desenvolver então, atividades diferenciadas contemplando a temática Solo, a fim de facilitar a compreensão desses conceitos. As ideias e a construção do conhecimento estão relacionados com a forma como os conceitos são abordados nas aulas de Química, sendo que muitas vezes a simples definição dos conceitos e a realização de exercícios quantitativos no formato de listas, não são suficientes para que a aprendizagem ocorra de fato (ARAGÃO, 2000).

CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O desenvolvimento do trabalho se enquadra enquanto pesquisa de natureza exploratória e qualitativa, no qual fundamenta-se na construção dos conhecimentos oriundos das inter-relações entre teoria e prática, a partir do uso de uma temática no ensino superior. Pensar o Ensino de Química através da abordagem temática em um curso de graduação, traz algumas dificuldades em relação ao comportamento, entendimento e aceitação dos licenciandos

envolvidos. A proposta é “romper” com a forma tradicional que são trabalhadas as disciplinas específicas de Química. Desta forma, o trabalho foi pautado na pesquisa-ação, constituindo-se de quatro principais etapas, sendo: a fase exploratória, a fase principal, a fase de ação e a fase de avaliação (THIOLLENT, 1997).

A pesquisa-ação está diretamente relacionada na junção de pesquisa e ação em um único processo, no qual ocorre a interação entre todos os envolvidos no processo de ensino, a fim de chegarem interativamente ao esclarecimento da realidade em que estão inseridos, identificando problemas com o todo, buscando e experimentando soluções em situação real, efetivando assim, a produção de conhecimento priorizando a coletividade (THIOLLENT, 1997).

A utilização da pesquisa-ação no âmbito educacional é uma estratégia válida para o desenvolvimento profissional de professores e pesquisadores, como uma forma de aprimoramento de seus conhecimentos, contribuindo para o ensino e o aprendizado em sala de aula (TRIPP, 2005). A aplicabilidade da pesquisa desenvolvida em teoria, torna-se eficaz quando colocada em prática, pois é o momento em que o professor pesquisador evidencia o sucesso e as dificuldades que muitas vezes não são percebidas em teoria.

As etapas da pesquisa-ação, foram ancoradas ainda na proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) que consistem na Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990; DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002), a fim de enfatizar uma educação dialógica, na qual o professor possibilite por meio da mediação facilitadora uma conexão do conhecimento adquirido cientificamente em sala de aula, com a realidade do cotidiano dos estudantes realizando.

A pesquisa foi desenvolvida no componente curricular de Química Geral II do curso de Química-Licenciatura, da Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS, *campus* Realeza/PR. A turma era composta por 14 alunos, entretanto aproximadamente 10 alunos participaram de todas as atividades, que ocorreram ao longo de cinco encontros consecutivos. Desta forma, buscou-se a interação com esse grupo de licenciandos, a fim de investigar e compreender como ocorre o processo de formação docente nas perspectivas da abordagem Temática Freiriana, associada a epistemologia do Educar pela Pesquisa. As etapas da pesquisa foram baseadas na pesquisa-ação de acordo com a execução de cada fase descrita a seguir:

Fase exploratória: Nesta fase realizou-se o acompanhamento dos licenciandos pertencentes ao componente curricular de Química Geral II, ao longo de quatro encontros

aleatórios, a fim de identificar as características da turma de um modo geral, bem como a metodologia utilizada pela professora mediadora do componente curricular. O acompanhamento consistiu na observação do desenvolvimento das aulas, porém sem nenhum tipo de participação ou interação direta ao longo das explicações.

Nos períodos de intervalo das aulas, realizaram-se momentos de diálogos com alguns dos licenciandos a fim de identificar características culturais e os interesses em cursar Química-Licenciatura. O objetivo desta etapa foi avaliar os aspectos oriundos da turma quanto ao interesse e a participação em sala de aula considerando a metodologia utilizada. A coleta das informações advindas desta etapa foram relatadas em um diário de bordo.

Fase principal: Nesta etapa da pesquisa, desenvolveu-se a análise das informações advindas da fase anterior, em conjunto com a professora orientadora do trabalho e mediadora do componente curricular, a fim de identificar a significância do desenvolvimento da abordagem temática acerca do Solo em relação aos aspectos oriundos da turma. Ainda nessa fase, iniciou-se a intervenção em sala de aula, esta que perdurou ao longo de cinco semanas consecutivas, baseado nos 3MP. Os licenciandos foram orientados para o desenvolvimento da escrita de um pequeno texto acerca dos conhecimentos prévios que os mesmos possuíam em relação a temática Solo. O texto foi norteado por algumas questões de caráter investigativo conforme Apêndice A. Realizou-se uma análise exploratória a partir dos resultados obtidos nesta fase, para dar segmento a fase seguinte.

Fase de ação: Esta fase é caracterizada pelas medidas práticas baseadas nas etapas anteriores. Considerando o segundo momento pedagógico denominado pela organização do conhecimento, foi desenvolvida a problematização dos conhecimentos prévios dos licenciandos em sala de aula através do diálogo com a turma, iniciando-se então o momento da construção problematizadora dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão da temática Solo. Realizou-se uma sequência didática ao longo de cinco semanas, sendo que as aulas foram elaboradas e planejadas em conjunto com a professora do componente curricular de Química Geral II e orientadora do presente trabalho. O quadro a seguir demonstra a organização das atividades desenvolvidas ao longo dos encontros, todas relacionando a temática em estudo.

Quadro 1 - Etapas organizacionais da Fase de Ação

	Atividades Realizadas
1º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da proposta; - Obtenção dos conhecimentos prévios acerca da temática Solo, por meio de um texto dissertativo elaborado pelos licenciandos.
2º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução à temática Solo (Formação, Composição Química, Física e Biológica, Importância para a vida); - Abordagem da matéria orgânica como fonte de energia renovável e fertilizante natural; - Elaboração do esquema de um biodigestor caseiro (atividade realizada em grupos).
3º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução ao conteúdo de Equilíbrio Químico; - Abordagem do K_c, K_p, diferentes tipo de reações químicas (Síntese ou adição; Análise ou decomposição, Simples troca, Dupla troca, combustão e oxidação) - Dinâmica acerca dos conhecimentos adquiridos até o momento, resolução de perguntas pertinentes a temática e o conteúdo de Equilíbrio Químico (atividade realizada em grupos).
4º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades Experimentais envolvendo o Princípio de Le Chatelier; - Determinação do pH de diferentes tipos de Solos; <p>(atividades desenvolvidas em grupos)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicação contextualizada do Princípio de de Le Chatelier.
5º Encontro	<p>Apresentação dos experimentos realizados no encontro anterior de acordo com cada grupo;</p> <p>Problematização dos princípios de pH e pOH.</p>

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Fase de avaliação: A etapa final do processo, pretende verificar os resultados das ações no contexto organizacional da pesquisa. Baseado no terceiro momento pedagógico, é aqui que espera-se dos alunos que encontrem relações entre o tema abordado, não apenas através dos conceitos, mas também de fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações

apresentadas. Nesta etapa realizou-se um questionário final (apêndice B), a fim de retomar as questões investigadas no primeiro encontro e alguns pontos referentes a utilização da abordagem temática para o desenvolvimento dos conteúdos específicos. O objetivo desta etapa foi a constatação da significância ou não, da utilização da abordagem temática nas disciplinas específicas do curso de Química-Licenciatura da UFFS.

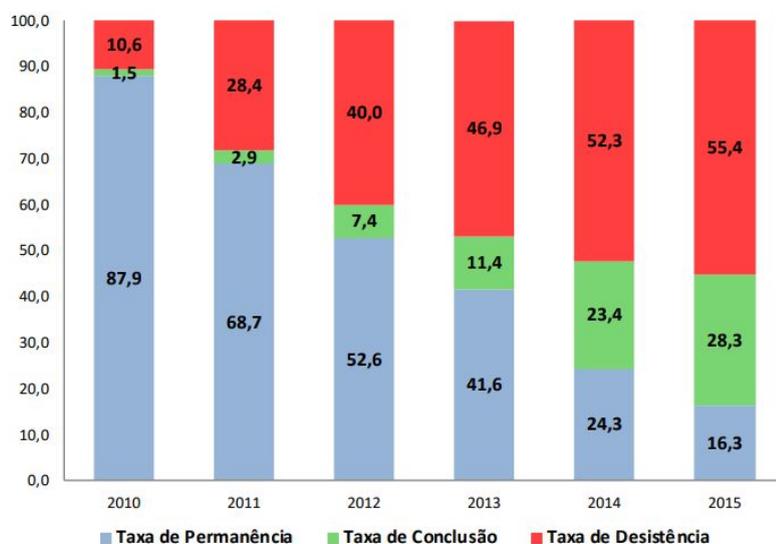
Ao longo do processo de intervenção em sala de aula, a coleta de dados ocorreu por meio de questionários, observações, atividades escritas propostas aos alunos, e também através do diário de bordo da autora e da professora do componente curricular onde a pesquisa foi realizada. Os dados obtidos foram analisados de forma exploratória e qualitativa sendo articulada em cada etapa do processo de investigação temática, como forma de analisar o pensamento dos sujeitos envolvidos na pesquisa, contribuindo para a identificação das situações-limite e suas contribuições para o Ensino em Ciências. Os resultados obtidos serão apresentados na forma de descrição problematizadora em consonância com as metodologias e abordagens utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa serão descritos e problematizados de acordo com cada fase da pesquisa-ação, buscando demonstrar como ocorreu o processo de ensino e aprendizagem no decorrer da sequência didática, esta que foi desenvolvida e planejada juntamente com a professora do componente curricular e orientadora da pesquisa.

O aspecto inicial identificado na fase exploratória foi a quantidade excessiva de alunos repetentes do componente curricular de Química Geral I, mas que mesmo assim estavam cursando Química Geral II, por questões de preenchimento da carga horária do curso. O número de alunos desistentes também apresentam um índice elevado, considerando ser o primeiro de um total de cinco anos de curso. De acordo com os resultados divulgados pelo Ministério da Educação-MEC e INEP (2018), conforme figura 1, é possível observar o elevado índice de alunos desistentes nos cursos de formação de professores de Química ao passar dos anos.

Figura 1 - Formação de professores de Química



Fonte: Ministério da Educação, 2018.

Nota: Número de ingressantes a partir de 2010 em Formação de Professor de Química

Os dados apresentados são preocupantes e podem estar relacionados ao interesse dos licenciandos para com o ensino e aprendizagem, pela metodologia abordada pelo professor durante o processo formativo desses licenciandos ou até mesmo pelo interesse em escolher o curso de licenciatura, tendo em vista o descaso em relação as condições de trabalho e de salário.

Outro fator observado nesta fase de investigação foi em relação a falta de interesse e entusiasmo de grande parte dos alunos para com os conhecimentos que lhes eram ensinados, esses que foram constituídos no método tradicional com uma abordagem sistematizada de aula transmitida pela professora do componente curricular, já previamente estabelecidos pelas pesquisadoras. Partindo desses aspectos Galiazzi (2003), destaca a importância da transformação da aula tradicional onde vigora a fala do professor, sendo necessário que este faça de sua aula um espaço de construção coletiva do conhecimento inovador, no qual os participantes possam aprender a aprender.

Considerando essas percepções foi possível iniciar a fase principal, com às intervenções em sala de aula utilizando a temática Solo (Apêndice A). Como mencionado na metodologia, neste encontro foram obtidos os conhecimentos prévios dos licenciandos, por meio dos textos que os mesmos produziram (Apêndice C). Esses textos foram fundamentais para mediar o

andamento dos próximos encontros possibilitando a relação inicial da percepção dos estudantes com os conhecimentos construídos adiante.

No texto que a maioria dos estudantes escreveram, podemos elencar dois fatores importantes como o fato de, aproximadamente 83% dos licenciandos, apresentaram dificuldades em escrever sobre o processo de pedogênese³, composição química, física e biológica do Solo, e por fim a associação dos conceitos químicos específicos trabalhados em teoria e sua relação com o Solo. Esses aspectos relacionam-se aos extremos existentes entre as concepções do saber cotidiano e do saber científico. Essa dificuldade de visualizar e compreender a química presente no dia a dia e vice versa, é enfrentada desde a Educação Básica até a graduação (CHASSOT, 1993). Sendo assim, o uso de uma metodologia baseada em temas problemas do cotidiano, pode contribuir para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

O outro fator que chamou atenção no texto, têm relação com o uso do Solo nas residências dos estudantes, sendo que 66,7% relataram o cultivo de legumes, verduras e chás no fundo do quintal de suas casas e utilizando o lixo orgânico produzido na cozinha como fertilizante natural. Aproximadamente 25% destes estudantes residem na zona rural, onde junto com suas famílias cultivam vegetais como, soja, milho, feijão, trigo e fumo, além de praticarem atividades pecuaristas, utilizando o material orgânico produzido pelos animais como fertilizante natural para aplicar na lavoura. Deste modo, considerou-se pertinente a realização de uma abordagem acerca do uso correto do lixo orgânico e dos dejetos dos animais como adubo orgânico para aumentar a fertilidade do Solo.

A partir desse momento, considerando os elementos elencados através dos conhecimentos prévios dos licenciandos, iniciou-se a fase de ação. Esta fase parte do segundo encontro no qual realizou-se uma abordagem problematizadora acerca da temática Solo, ressaltando os aspectos identificados na fase anterior.

Nos dois primeiros momentos da aula, abordou-se o processo de formação do Solo, composição química, física e biológica, principais tipos de Solos encontrados no estado do Paraná e os principais elementos e compostos químicos neles presentes. Para auxiliar na explicação desses conceitos utilizou-se recursos visuais (figura 2), e o artigo intitulado como “Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida” da

³ processo de formação dos solos, produzidos a partir da degradação ou composição das rochas, além da junção de fatores químicos, físicos e biológicos.

revista Química Nova na Escola (Anexo I). O artigo condizia com os aspectos a serem trabalhados em sala de aula acerca da temática Solo e foi entregue aos licenciandos para leitura, a fim de facilitar a compreensão.

Figura 2 - Abordagem do tema Solo em sala de aula



Fonte: Elaborada pelas autoras, 2019.

Na sequência do diálogo inicial acerca dos conceitos do Solo, foi reproduzido o vídeo “A importância do Solo e a Agricultura⁴”, que retomou os conceitos de formação e composição química do Solo, bem como sua funcionalidade principalmente na produção dos alimentos. Após a reprodução do vídeo perguntou-se o que mais havia chamado a atenção dos licenciandos, então a maioria relatou que não haviam considerado a possibilidade do elemento Cálcio presente no leite ser proveniente do Solo, através do processo de absorção de tal nutriente pelo capim que é um dos alimentos ingeridos pelos animais que produzem o leite, e que, por meio da alimentação desses animais o nutriente é transferido para o leite.

Os licenciandos ficaram surpresos com tal processo, com isso foi possível observar que normalmente os conceitos químicos não são considerados e tão pouco analisados nos fenômenos, objetos e processos decorrentes do cotidiano. Desta forma salientou-se a importância do estudo da química utilizando como pressupostos temas presentes no dia a dia.

A explicação acerca dos conceitos mencionados anteriormente se deu de forma dialogada com a interação de praticamente todos os pertencentes à turma, alguns alunos não

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=Srj3TUwa6HU>

participaram ativamente pois não demonstraram muito interesse. Um dos licenciandos cursou o Ensino Médio na modalidade integrada ao curso de técnico agrícola, sendo que uma das disciplinas feitas por ele tinha relação direta com o solo, desta forma fez grandes contribuições ao longo das discussões.

Tendo em vista as características observadas ao longo da fase exploratória, notou-se uma evolução em relação a participação do alunos durante a aula. Nessa perspectiva percebe-se a importância do diálogo coletivo ao longo do processo formativo, como afirma Freire (1971):

O diálogo e a problematização não adormecem a ninguém. Conscientizam. Na dialogicidade, na problematização, educador-educando e educando-educador vão ambos desenvolvendo uma postura crítica da qual resulta a percepção de que este conjunto de saber se encontra na interação. (FREIRE, 1971, p.36).

E complementa “ ... o diálogo é o encontro no qual a reflexão e ação, inseparáveis daquelas que dialogam, orientam-se para o mundo que é preciso transformar e humanizar, este diálogo não pode reduzir-se a depositar ideias em outros” (FREIRE, 1971, p.42). Sendo assim, a construção do conhecimento traz novos significados no momento de interação entre professor e aluno, permitindo o desenvolvimento de uma aprendizagem enriquecedora por meio do diálogo.

Partindo dos diálogos acerca da composição do solo, deu-se maior ênfase à matéria orgânica, considerando que a maioria da turma fazia uso do lixo orgânico e dejetos de animais, para produzir fertilizantes para adubar o solo. Nesse sentido, foi reproduzido o vídeo “Biodigestores, Energia Lucrativa” presente no sítio eletrônico⁵, com intuito de demonstrar o processo de produção de biofertilizantes para o Solo, bem como a produção de energia elétrica por meio do biogás produzido pelos dejetos dos animais de uma fazenda na região oeste do Paraná.

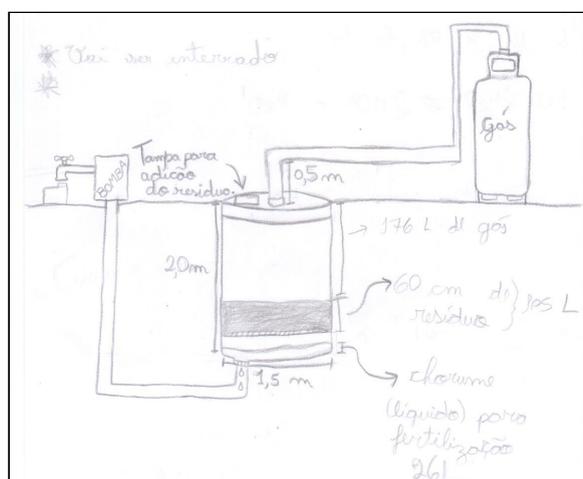
Os licenciandos ficaram impressionados com a alta escala de produtividade de energia renovável, sendo assim, sugeriu-se aos licenciandos que realizassem o desenvolvimento de um esboço de um biodigestor para utilizar em suas respectivas residências, sendo possível reutilizar a matéria orgânica produzida em suas casas para a produção do gás de cozinha e fertilizante natural para o solo.

A atividade foi realizada em grupos e, após as discussões e o desenvolvimento do esboço, os mesmos apresentaram para os demais grupos. Cada grupo teve uma ideia diferente

⁵ https://www.youtube.com/watch?v=_xzAj3pkm50

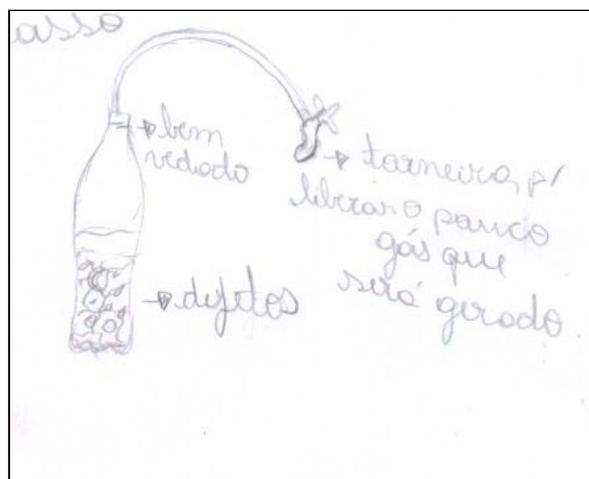
para a montagem do biodigestor, desde uma estrutura em pequena escala a partir de uma garrafa pet (figura 3 - a), até a construção de uma poço de concreto no subsolo do quintal de suas residências (figura 3 - b). Os licenciandos apresentaram interesse na realização de um projeto de construção de biodigestores em suas residências, tendo em vista uma possível parceria e apoio da Universidade Entretanto, devido ao tempo de realização do suposto projeto, sugeriu-se a possível efetivação deste na disciplina de Química Ambiental ofertada na grade curricular do Curso de Química-Licenciatura, dando ênfase ao ensino por meio de abordagens temáticas e do Educar pela Pesquisa no processo formativo dos acadêmicos, com intuito de levar essas abordagens para mais disciplinas do curso.

Figura 3 - Esboço de Biodigestores



(a)

Fonte: Elaborada pelos colaboradores, 2019.



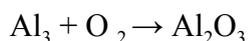
(b)

Fonte: Elaborada pelos colaboradores, 2019.

Ainda nesta aula, considerando os diversos compostos e elementos químicos presentes na matéria orgânica e no próprio solo, iniciou-se a explicação acerca das possíveis reações químicas de equilíbrio que poderiam ocorrer no solo, então se orientou que os mesmos grupos que realizaram a atividade anterior, elencassem ao menos três reações balanceadas utilizando elementos ou compostos químicos presentes no solo. A proposta dessa atividade ocorreu no sentido da condução e coerência da sequência didática, considerando a retomada dos conteúdos para o próximo encontro.

Ao longo do desenvolvimento de uma sequência didática, é fundamental que ocorra a recapitulação das atividades desenvolvidas entre um encontro e outro, tendo em vista a rememoração dos conteúdos e conceitos trabalhados e a continuidade de uma fluxo construtivo

do ensino e aprendizagem. Desta forma, no terceiro encontro teve início com a retomada dialogada das atividades vistas no encontro anterior e para isso, cada grupo apresentou suas supostas equações de equilíbrio químico no quadro. Neste momento foi possível observar a dificuldade dos estudantes na montagem bem como no balanceamento das equações, conforme pode-se observar no seguinte exemplo colocado por um dos grupos que realizaram a atividade:



Neste caso, foi possível observar que os licenciandos utilizaram dois dos elementos químicos presentes no solo e realizaram uma reação de síntese ou adição sem o devido balanceamento, sem o estado físico das espécies envolvidas e sem conhecimento químico básico, como observamos na representação do alumínio (Al) que encontra-se, característica dos metais. Considerando essas dificuldades evidenciadas em quase todos os grupos, realizou-se uma introdução acerca dos elementos da tabela periódica, bem como os principais tipos de reações químicas para em seguida partir para os pressupostos de equilíbrio químico (rapidez da reação direta e inversa) e suas supostas constantes de equilíbrio (K_c e K_p). Essa aula ocorreu de maneira expositiva e dialogada na qual utilizou-se dos mesmos elementos e compostos químicos que os estudantes trouxeram em suas equações, para apresentar a maneira correta de realizar as equações de equilíbrio considerando os fatores de balanceamento e estados de agregação da matéria.

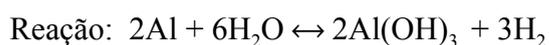
Nos dois últimos momentos desse encontro, tendo em vista as explicações construídas nas primeiras aulas, foi o momento de colocar em prática e descobrir se tais ensinamentos haviam feito algum sentido para os licenciandos ou não. Para isso utilizou-se de uma dinâmica conforme Apêndice D.

O intuito da realização da dinâmica foi o envolvimento de todos da turma para a realização das atividades, tendo em vista que o uso de listas de exercícios como encontram-se na forma tradicional, não irão garantir que os estudantes de fato resolveriam os exercícios propostos. Em virtude disso realizou-se uma dinâmica contendo exercícios e questões pertinentes aos conteúdos e conceitos vistos até o presente momento, todos vinculados a temática. A atividade proposta ocorreu em um processo coletivo, promovendo a construção do saber em conjunto, estimulando a capacidade criadora, melhorando a produtividade, promovendo a desenvoltura dos participantes, mostrando possibilidades de transformações do sujeito, estimulando o trabalho em equipe podendo assim melhorar as relações interpessoais (ALBERTI, et al., 2014).

No início da dinâmica, os licenciandos estavam com um pouco de receio em resolver as questões propostas e, de imediato, tiveram dificuldades em chegar em uma resposta coerente com o que foi ensinado anteriormente, principalmente em relação a realização das constantes de equilíbrio das reações propostas, como por exemplo na seguinte questão:

- Em solos ácidos, existe a predominância de alumínio que ao ter contato com a solução do solo (fase líquida) forma um nova “espécie” de alumínio. Qual a reação característica e sua respectiva constante de equilíbrio ? Considere K_c .

Resposta dada pelo grupo:



$$\text{Constante de Equilíbrio: } K_c = \frac{[\text{Al}(\text{OH})_3] + [\text{H}_2]}{[\text{Al}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

A representação da reação ocorreu de maneira correta, esquecendo apenas dos estados de agregação das espécies envolvidas. Entretanto para representar a constante de equilíbrio, os licenciandos apresentaram dificuldades principalmente na compreensão de que a água em excesso e sólidos não aparecem nos cálculos da constante em termos de concentração, somatizaram as concentrações, e também em relação aos coeficientes, que normalmente eram esquecidos. Estas dificuldades foram sendo superadas ao longo das rodadas da dinâmica a partir da intervenção e auxílio da professora.

Ao longo do andamento da dinâmica, os licenciandos foram se envolvendo com o grupo e buscavam pelas respostas juntos. Esse momento foi muito gratificante, sendo possível evidenciar a evolução da aprendizagem a cada etapa da dinâmica, bem como o interesse e a atenção dos licenciandos para com a atividade.

O conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada ao longo da vida, através da interação entre o sujeito ou um grupo de sujeitos com os objetos que se procura conhecer (PIAGET, 1979), considerando e experimentando as particularidades de cada situação a ser vivenciada ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, levando-se em conta a importância em relacionar teoria e prática ao longo do processo de ensino, no quarto encontro foram desenvolvidas atividades experimentais que envolviam os princípios de equilíbrio químico e características físico-químicas do solo, tendo em vista que a maioria dos experimentos de análise de solo necessitam de um longo período de

tempo para sua finalização, optou-se pela análise do pH de diferentes tipos de Solos presentes na região sudoeste do Paraná a qual estamos inseridos, por tratar-se de uma análise rápida e que iria envolver os conceitos de pH e pOH a serem trabalhados na próxima semana, da sequência didática.

A aula experimental foi constituída por quatro experimentos referentes aos princípios de Le Chatelier, as atividades foram baseadas no artigo “Algumas Experiências Simples envolvendo o princípio de Le Chatelier” (Anexo II), e o experimento de análise do pH dos Solos conforme o artigo “pH do Solo: Determinação com indicadores Ácido-Base no Ensino Médio” (Anexo III). Ambos os artigos pertencem a revista Química nova na escola. O objetivo desta aula foi a realização de uma abordagem acerca do princípio de Le Chantelier e determinação do pH do solo por meio de atividades práticas, para na sequência construir os conhecimentos teóricos fundamentados nas observações obtidas ao longo dos experimentos.

Os experimentos foram realizados na seguinte sequência:

Experimento 1: Determinação do pH dos Solos

Experimento 2: Efeito do íon comum: equilíbrio de ionização da amônia;

Experimento 3: Efeito da concentração: equilíbrio de hidrólise do íon bicarbonato;

Experimento 4: Efeito do íon comum: equilíbrio de ionização do ácido acético;

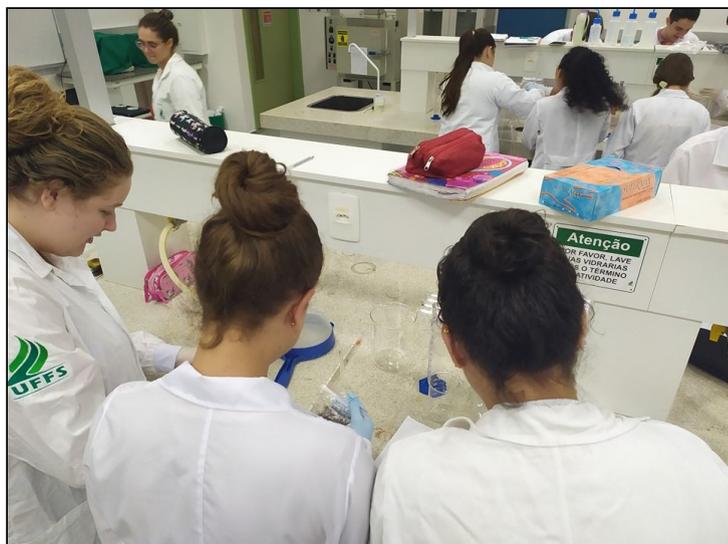
Experimento 5: Efeito da temperatura: equilíbrio de ionização da amônia.

Grande parte dos estudantes apresentaram elevado interesse para a realização destas atividades práticas. Desta forma, foi possível constatar a importância em trabalhar a abordagem temática articulando os conceitos trabalhados em teoria e evidenciados na prática, por meio de experimentos laboratoriais.

A atividade experimental foi desenvolvida em grupos (Figura 4), sendo que todos os grupos realizaram os experimentos 1 e 2, e os experimentos 3, 4 e 5 foram subdivididos aleatoriamente entre os quatro grupos que participaram das atividades.

Dentre os encontros realizados até o momento, este foi o que teve o maior índice de participação, tendo em vista a interação dos licenciandos e a autonomia para a realização dos experimentos, sendo que alguns grupos, após feita a atividade realizaram algumas alterações no roteiro, como a variação da concentração dos reagentes a fim de observar as possíveis variações.

Figura 4 - Atividade Experimental



Fonte: Elaborada pelas autoras, 2019.

Angotti, Delizoicov e Pernambuco (2009) afirmam que o Ensino de Ciências sofre pelo distanciamento dos fenômenos e das situações que constituem o universo dos estudantes. Sendo assim, salienta a importância do desenvolvimento de atividades práticas que partem de uma investigação da realidade dos mesmos. A aprendizagem torna-se significativa quando a inserção de determinado conteúdo é relacionada à visualização de sua ocorrência na prática, resultando em novos conhecimentos e pressupostos de pesquisa (AUSUBEL, 1982).

As atividades experimentais proporcionaram a realização de pesquisas em relação aos fenômenos que ocorriam durante as reações químicas, desta forma no quinto encontro realizou-se uma problematização dos experimentos, sendo que cada grupo pesquisou sobre o experimento realizado para apresentar para a turma no próximo encontro.

Em relação ao experimento de análise do solo, cada grupo analisou um tipo de solo diferente, conseqüentemente os resultados obtidos apresentaram variações. Para tanto a proposta de ensino foi a realização de uma pesquisa acerca das justificativas pelas quais esses resultados variaram e qual era o possível tipo de solo analisado de acordo com suas características macroscópicas possíveis de serem identificadas, como por exemplo coloração e granulometria.

O momento de discussão e problematização dos experimentos envolveu toda a turma e cada grupo apresentou as reações que ocorreram ao longo das práticas de maneira correta, desta forma foi possível observar que a pesquisa e a interpretação dos resultados obtidos ocorreu de forma significativa. Todos os grupos conseguiram identificar qual o tipo de Solo que foi

analisado, sendo que um dos grupos teve dúvidas quando à classificação devido a espessura granulométrica do seu tipo de Solo, entretanto ao longo das discussões chegou-se a uma definição, tendo em vista os conceitos trabalhados no decorrer dos encontros.

A realização da pesquisa e investigações das situações vivenciadas durante as atividades práticas, foram sugeridas considerando a contextualização desses conhecimentos já abordadas anteriormente em sala de aula. De acordo com Galiazzi (2003):

Com essa visão de pesquisa alunos são considerados sujeitos pesquisadores, que apresentam ideias, se interessam por determinados assuntos, constroem argumentos, observam, questionam, buscam dados, analisam, interpretam, leem, escrevem, dialogam, divulgam resultados, avaliam (GALIAZZI, 2003, p. 143).

A realização de atividades experimentais por si só, não podem garantir que tal fenômeno apresentou algum significado para o aluno, sendo assim considerou-se fundamental à relação de pesquisa ao longo da prática de ensino, independente do momento ou lugar em que esse processo está ocorrendo, mas que instigue o aluno a constituir-se pesquisador interessado por novas descobertas a cada etapa vivenciada ao longo de sua formação enquanto futuro professor pesquisador.

Ao longo das etapas da fase de ação da pesquisa não foi proposto uma avaliação sistematizada do tipo prova para a turma. A avaliação ocorreu no decorrer de cada encontro de maneira processual, na qual elencou-se os critérios de participação, não somente em relação a frequência mas também a interação em sala de aula com as atividades propostas. Desta forma, analisou-se em conjunto com a professora, todos os processos vivenciados no espaço-tempo da sala de aula considerando desta forma um participação significativa dos licenciandos, sendo que aproximadamente 72% da turma demonstraram interesse e participação ativa ao longo das atividades realizadas. O restante da turma representando aproximadamente 28% dos estudantes, correspondem aos que faltaram aos encontros, ou os que não demonstraram interesse e participação das atividades.

Considerando as etapas metodológicas da pesquisa, inicia-se a fase de avaliação. Esse momento é destinado a abordagem sistematizada dos conhecimentos incorporados pelos licenciandos, a fim de analisar e interpretar as situações iniciais que determinaram o estudo e sua repercussão ao longo da sequência didática desenvolvida (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990; DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2000). Nesse sentido, na fase de avaliação foi proposto aos licenciando um questionário final composto por seis questões (Apêndice B), a

fim de identificar a significância da abordagem temática no componente de Química Geral II, e se ocorreu ou não uma evolução do conhecimento ao longo do desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem acerca da temática.

O questionário foi composto por questões descritivas, nas quais os licenciandos tinham liberdade de descrever suas percepções em relação ao desenvolvimento da metodologia abordada, sendo que a resolução foi feita individualmente. Dentre as seis questões propostas considerou-se importante nesse momento elencar e problematizar apenas três, sendo a questão de número 1, 3 e 6 respectivamente. Optou-se por analisar apenas essas questões tendo em vista a relevância intrínseca das mesmas em relação às atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática, bem como por tratarem-se de questões norteadoras para compreensão da autora quanto a fase de avaliação. Portanto, a primeira questão analisada foi a de número 1, onde buscou-se um retorno dos alunos em relação a metodologia de ensino desenvolvida ao longo dos encontros.

Questão 1 - Considerando os caminhos percorridos até o momento ao longo de sua formação enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) pesquisador de Química, o desenvolvimento do Ensino de Química por meio da abordagem temática Solo, foi pertinente para sua formação? () Sim () Não. Quais os motivos que te levaram a resposta?

Todos os licenciandos assinalaram a opção sim nessa questão, dentre as justificativas todos consideraram a relevância da abordagem temática para o processo de ensino e aprendizagem da disciplina. Foram elencadas algumas justificativas, descritas a seguir:

- *“Sim. Pois até então não conseguia associar elementos químicos ao solo, sendo que são essenciais para a vida das plantas e a nossa”.*
- *“Sim. Pois a temática nos ajuda a compreender de forma mais clara, as reações de equilíbrio químico”.*
- *“Sim. Pois esse método de ensino fez com que eu fosse pesquisar e estudar de diferentes formas, construindo um conhecimento sobre o tema, e não só passando informações durante a aula, e com essas duas formas de aprendizagem pode-se ver o esforço e desempenho de cada aluno”.*

- *“Sim. Pois através das aulas sobre solo que tive esse semestre pude ajudar meu pai a identificar quais nutrientes estavam faltando em suas áreas de plantação, e assim melhorar a produção em geral.*

Em análise a essas justificativas é perceptível identificar que de fato a abordagem temática teve alguma relevância para os estudantes, desde o momento de exploração dos fenômenos químicos presentes nas situações do cotidiano, que até então não eram visualizadas por alguns dos licenciandos, até às percepções da importância da pesquisa em sala de aula, sendo possível observar a constituição do aluno pesquisador, interessado em compreender significativamente os processos e fenômenos químicos que neste caso ocorreu por meio da abordagem temática Solo.

As dificuldades na compreensão dos fenômenos químicos, físicos, biológicos, estão presentes desde o Ensino Básico e perpassam pela graduação, tendo em vista que o Ensino de Química ainda é desenvolvido de forma engessada por alguns professores ao longo de sua prática. Sendo assim se faz necessário frisar a importância em trabalhar com temas-problemas presentes no cotidiano dos estudantes a fim de facilitar a visualização e o entendimento da química, que por vezes é considerada uma ciência abstrata.

Segundo Maldaner (2003), Galiuzzi (2014), Demo (2015), Ramos (2012), Moraes (2012), a pesquisa vem sendo considerada uma possibilidade de melhoria do ensino, tanto no contexto escolar quanto na universidade. A pesquisa pode ser entendida como um dos princípios da formação dos sujeitos, independente da etapa ou momento educacional vivenciado. Em vista disso é fundamental que o professor intervenha como mediador e facilitador do conhecimento (LIBÂNEO, 1998), considerando a experiência e os significados que o aluno traz a sala de aula, bem como seu potencial cognitivo, sua capacidade e interesse pelo ensino e aprendizado.

Outro fator que chamou a atenção entre as respostas foi a realização de discussões acerca das aulas fora do espaço da universidade, como mencionado na última resposta que elencou-se anteriormente. Considerando que tal justificativa se atribui ao fato de alguns atores (professor e alunos do curso de Química-Licenciatura), serem residentes na zona rural, isso possibilitou o repasse de conhecimentos adquiridos ao longo das aulas, sendo passivo de um diálogo problematizador no contexto familiar sobre os processos de correção do solo. Deste

modo é perceptível a importância da construção do conhecimento científico por meio de situações problemas presentes no cotidiano dos indivíduos.

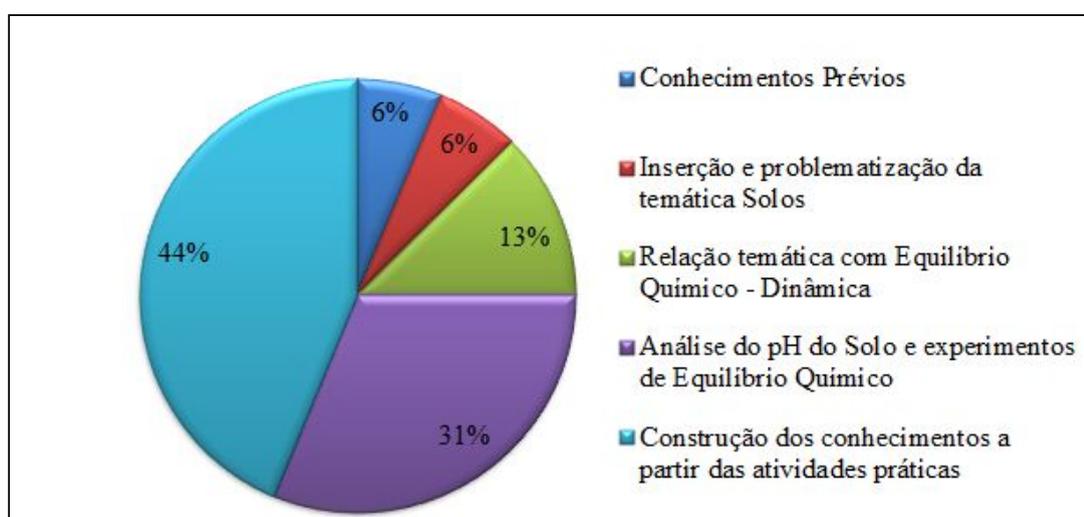
Tendo em vista os pressupostos da fase de avaliação, considerou-se ainda importante elencar a questão relativa ao desenvolvimento da sequência didática, como uma forma de identificar em qual dos encontros obteve-se maior aprendizagem em relação às percepções dos próprios licenciandos, de acordo com a seguinte questão:

Questão 3 - Ao longo dos cinco encontros em que trabalhamos com a abordagem temática como um método diferenciado de desenvolver o ensino e aprendizagem de Química, em qual ou em quais momento(s) você considerou que atingiu o maior índice de aprendizagem? Porque?

- () 1ª Encontro: Conhecimentos prévios
- () 2ª Encontro: Inserção da temática Solos
- () 3ª Encontro: Relação temática com Equilíbrio Químico - Dinâmica
- () 4ª Encontro: Análise dos pH do Solos e experimentos de Equilíbrio Químico
- () 5º Encontro: Construção do conhecimento a partir das atividades práticas

As respostas dessa questão são apresentadas por meio da Figura 5, sendo possível analisar qual encontro foi mais significativo em relação às percepções dos licenciandos.

Figura 5 - Índices de aprendizagem em relação a sequência- didática



Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

A partir da figura 5 é possível identificar que a maioria dos licenciandos obtiveram maior aprendizagem nos dois últimos encontros da sequência didática, nos quais se colocou em prática o que foi problematizado em teoria ao longo dos diálogos realizados em sala de aula. No decorrer das atividades experimentais, foi possível identificar que a turma, de modo geral, apresentava um caráter embasado na pesquisa e nas atividades práticas, considerando o alto nível de interesse na realização das atividades. Entretanto esse interesse pode estar relacionado à própria realização da atividade no ambiente do laboratório, considerando o fato dos alunos estarem cursando Química, apresentarem maior interesse e expectativas para com os experimentos.

A utilização de atividades experimentais nos cursos de Química, possuem o objetivo de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o interativo e assim possibilitando aos estudantes uma participação ativa. Isso se torna possível pois a natureza dessa ciências é, essencialmente experimental considerando que a Química deve ser valorizada, na qualidade de instrumento cultural e essencial na educação humana (ALVES FILHO, 2000). Entretanto segundo segundo Andrade e Viana, 2017:

[...] a utilização de experimentos nas aulas de Química, por si só, não tem impactos positivos em relação à aprendizagem. As aulas experimentais podem ser um alicerce, que aliadas a práticas avaliativas mediadoras e reguladoras auxiliam, significativamente, no processo de aprendizagem dos estudantes (ANDRADE, VIANA, 2017, p. 508).

Desta forma é importante salientar a articulação entre teoria e prática ao longo do processo de ensino, bem como a realização de uma problematização dos fenômenos previstos nos experimentos, que pode ser feita antes ou após a realização da prática. Este fator foi um dos principais elencados na Figura 6, indicando o elevado nível de aprendizagem no momento da construção dos conhecimentos por meio da pesquisa a partir das atividades práticas.

Considerando a retomada dos conhecimentos prévios propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2000), realizou-se a questão 6, a fim de identificar se ocorreu ou não uma evolução dos conhecimentos a partir do desenvolvimento da abordagem temática Solo.

Questão 6 - Após o desenvolvimento da abordagem temática no componente curricular de Química Geral II, disserte sobre o seu entendimento acerca do solo. Considere as questões de formação, composição, funcionamento tendo em vista a importância em manter o equilíbrio químico, Físico e Biológico do solo ?

As respostas referentes a esta questão apresentaram semelhanças, sendo que nesse momento os licenciandos descreveram brevemente todos os fatores mencionados na questão, trazendo praticamente todos os aspectos vivenciados ao longo da sequência didática. Desta forma, Moraes (2008) afirma que:

A produção do conhecimento científico, de um modo geral, ocorre por um questionamento e ampliação reconstrutiva de conhecimentos e teorias existentes e já aceitas por uma comunidade de especialistas de uma área. Da mesma maneira na universidade, a aprendizagem se dá por reconstrução e complexificação do conhecimento que o aluno já traz para o contexto escolar, processo que se inicia com questionamentos e culmina com entendimentos ampliados dos temas questionados (Moraes, 2008, p. 52).

Por meio desta questão, identificou-se indícios de que ocorreu uma aprendizagem significativa, tendo em vista que no momento da obtenção dos conhecimentos prévios, a maioria dos licenciandos apresentaram dificuldades em relação aos processos de formação, composição e importância do solo. Com a retomada desses pontos, após todo o processo obtiveram-se respostas coerentes referentes a cada etapa mencionada como orientação de descrição dos saberes adquiridos no decorrer do processo de ensino e aprendizagem.

A partir da análise dos resultados, foi possível observar e constatar a importância em fazer o uso de metodologias diferenciadas em sala de aula, tendo em vista o espaço social em que o público alvo da pesquisa encontra-se inserido, buscando a interação aluno professor através de diálogos priorizando a coletividade nos trabalhos em grupos, a fim de encontrar a melhor maneira de atingir a aprendizagem significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar Química buscando a efetivação da aprendizagem é considerado um desafio da prática docente. Desta forma muitos alunos sentem dificuldades em compreender significativamente essa ciência tida como abstrata. Pensar novas e diferenciadas práticas metodológicas de ensino nos componentes curriculares específicos do curso de Química-Licenciatura da UFFS, a fim de desmistificar a ideia de abstração da química, foi um desafio enquanto licencianda pertencente a este curso. Entretanto, com a realização de um trabalho coletivo em parceria com a professora orientadora da pesquisa e professora do componente curricular de Química Geral II, as dificuldades foram amenizadas e os objetivos da pesquisa puderam ser alcançados.

Tendo em vista a pouca interatividade e participação dos licenciandos para com as aulas expositivas baseadas no método tradicional identificado ao longo da fase exploratória, foi perceptível a necessidade da realização de uma prática de ensino diferenciada. Sendo assim, o desenvolvimento dos conceitos de Equilíbrio Químico por meio da abordagem temática Solo, proporcionou momentos de interação, reflexão e construção dialógica dos conhecimentos científicos atrelados aos fatores presentes no cotidiano dos licenciandos. Ao longo da sequência didática foi possível identificar a evolução da turma a cada etapa do processo, sendo notória a potencialidade da abordagem temática ancorada nos pressupostos epistemológicos do educar pela pesquisa.

Vivenciar a prática docente no espaço-tempo da sala de aula está para além da mera transmissão dos conhecimentos, sejam eles conceituais, atitudinais, procedimentais, políticos, entre tantos outros. Ser e compreender-se professor é um processo contínuo que vai constituindo-se no decorrer das experiências e vivências no ambiente educacional, seja ele da Escola ou da Universidade. Diante disso, a presente pesquisa proporcionou momentos de aprendizagem e reflexões não somente em relação aos alunos mas também em relação a própria prática docente, contribuindo e potencializando minha formação enquanto professora pesquisadora de Química.

THEMATIC APPROACH TO HIGHER EDUCATION: TEACHING AND LEARNING CHEMICAL BALANCE CONTENT FROM SOIL THEME

Abstract

The development of Chemistry Teaching is still based on the transmission of knowledge through lectures, so some teachers use the same didactic instrument continuously, interrupting methodological possibilities for the classroom. In this sense, this work aimed to evaluate the perception of a group of undergraduate students of the Chemistry Degree course at the Federal University of Fronteira Sul-UFFS campus Realeza / PR, about the use of the Freirean Thematic approach anchored in the epistemological proposal of Educating by Research, based on the theme Solo in the study of Chemical Balance, in the curriculum component of General Chemistry II. The research was based on the action research methodology, supported by the Three Pedagogical Moments, focusing on teaching and learning from the teaching practice of the

research teachers in the chemistry classroom spacetime. Considering the methodological paths taken during the research, all undergraduates considered relevant the thematic approach to the teaching and learning process of the concepts approached in the Chemical Balance. It can also be seen the engagement and interest of all involved during the activities, in which the construction of knowledge was sought through the contextualization of the theme from observations, dialogues, research, experiments, among many other factors. evidenced throughout the didactic sequence, being noticeable the evolution of learning at each stage of the process.

Palavras Chave: Ground. Chemistry Teaching. Themathic Approach. Teaching and Learnig.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, T. F., et al. **Dinâmicas de grupo orientadas pelas atividades de estudo:** desenvolvimento de habilidades e competências na educação profissional. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* (online), Brasília, v. 95, n. 240, p. 346-362, 2014.
- ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista.** 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- ANDRADE, R. S da; VIANA, K. S. da L. **Atividades experimentais no ensino da química:** distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciência e Educação de Bauru*, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017
- ANGOTTI, J.A.; DELIZOICOV, D.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de ciências fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2009.
- ARAGÃO, R.M.R. **Uma interação fundamental de ensino e de aprendizagem:** Professor, aluno, conhecimento. Em: SCHNETZLER, R. e ARAGÃO, R.M.R. (Orgs.). *Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens.* Campinas: R. Vieira Ed., p. 82-98. 2000.
- AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARROS, M.A.M. **Recursos multisensoriais no ensino superior.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, Anais ... Recife, PE, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2005.
- BRASIL. MEC. INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: Documento Básico. Brasília, 1998.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Censo da Educação Superior 2017:** Divulgação dos principais resultados. Diretoria de Estatísticas Educacionais, Brasília, 2018. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/docman/setembro-2018-pdf/97041-apresentac-a-o-censo-superior-u-ltimo/file>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

CHASSOT, A. I.; SCHROEDER, O. E.; PINO, D. C. J.; SALGADO, M. D. T., E, KRUGER. V. **Química do cotidiano**: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. Espaços da Escola. Santa Cruz do Sul: Ed. Unijuí, n. 10, p. 47-53, 1993.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; Pernambuco, M, M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**; colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva.4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMO, P. **Pesquisa: Princípio Científico e Educativo**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

DEMO, P. **Questões para a teleducação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 10 ed. Campinas: Autores Associados Ltda, 2015.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 3 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

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

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 1. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P.; SCHOR, I. **Medo e ousadia: O cotidiano do professor**. 1.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

GALIAZZI, M. do C. **Educar pela pesquisa: Ambiente de formação de professores de Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2003.

GALIAZZI, M. C. do. **Educar pela Pesquisa: Ambiente de Formação de Professores de Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2014.

GALIAZZI, M. C. do.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Revista Ciência & Educação**.v. 8. n. 2, p. 237-252, 2002.

HALMENSCHLAGER, K. R. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Algumas Possibilidades. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**. vol.7, n.13: p.10-21, 2011.

HALMENSCHLAGER, K. R.; DELIZOICOV, D. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Caracterização de Propostas Destinadas ao Ensino Médio. **Alexandria: Revista Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis**, v. 10, n. 2, p. 305-330, novembro. 2017.

HATUM, I. S.; et al. Trilhando Pelos Solos – Aprendizagem e Conservação do Solo. 2008.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** São Paulo: Cortez, 1998.

LOUZANO, P. et al. Quem quer ser professor? Atratividade, seleção e formação docente no Brasil. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 21, n. 47, p. 543-568. 2010.

LÜDKE, M. **Formação de docentes para o ensino fundamental e médio: As Licenciaturas.** Rio de Janeiro: CRUB, 1994.

MAIA, G. A. et al. Yield and chemical composition of brachiaria forage grasses in the offseason after corn harvest. *Am. J. Plant Sci.*, 5: 933-941, 2014

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professor/pesquisador.** Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química – professor/pesquisador.** 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M.C.T. Repensando a Química. A formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, maio, 2005.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, ERIVANILDO LOPES DA; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, LUCIANE H.; CARMO, M. P. SUART, R. C ; MARTORANO, S. A.; SOUZA, FABIO LUIZ DE (2007a). **Oficinas Temáticas no Ensino Público visando a Formação Continuada de Professores.** São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007, 107 p.

MARQUES, S. G.; HALMENSBLAGER, K. R.; WAGNER, C. **Abordagem Temática na Iniciação à Docência.** In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia, 2013.

MORAES, R. **Educar pela pesquisa: exercício de aprender a aprender.** In: MORAES, Roque; LIMA, Valdevez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos.* 3. ed. Porto Alegre: Edipucrs, p. 93-103. 2012.

MORAES, R. A produção do conhecimento químico e o ensino de Química: movimentos entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento químico. **Mesa-Redonda no XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba, 2008.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva.** Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. do.; RAMOS, M. G. **Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos.** In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. do (orgs.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos.* 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 11-20. 2012.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. do C.. **Pesquisar e a Experiências em Ensino de Ciências**, .12, n.5, 2004.

MORSCHHEISER, L. M.; BAPTAGLIN, J. S.; FIORESI, C. A. PERES, G. L. **A Química dos Solos: O Ensino de Ciências sob olhar atento em sala de aula.** In: GUILHERME, W. D. Org(s). *Contradições e desafios na educação Brasileira.* Ponta Grossa: Atena, 2019. p. (35) - (48).

MUGGLER, C. C.; et al. C. A. **Capacitação de professores do Ensino Fundamental e Médio em conteúdos e métodos em solos e meio ambiente.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., 2004. Belo Horizonte. Anais..., Belo Horizonte: Fórum de Pró Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, 2004. CD-ROM.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos.** In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

PIAGET, J. **Aprendizagem e conhecimento.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979.

RAMOS, M. G. **Educar pela pesquisa é educar para argumentação.** In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. do. (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos.* 3. ed. Porto Alegre: Edipucrs, p. 21-38. 2012.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões.** XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

RUELAN, A.; DOSSO, M. **Regards sur le sol.** Paris. Les Éditions Foucher. 192 p. 1993.

SANTOS, M. T. da S. et. al. **A escolha pela carreira docente em Química: desafios e perspectivas.** XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, 2016.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira.** Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

SANTOS, W. L. dos P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio - **Pesquisa em Educação em Ciências.** Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química.** 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SILVA, E. R. A.; MARQUES, S. G.; PERCEVAL, V. O. GOMES, C. H. **Utilização da abordagem Temática em aulas de Ciências: Relato de experiência em sala de aula,** 2017.

SNYDERS, G. **A Alegria na Escola.** São Paulo: Manole, 1988.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações.** São Paulo: Atlas, 1997.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466. 2005.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1987

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. A química escolar na inter-relação com outros campos de saber. In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Coleção Educação em Química, Unijuí, 2010. Aprender em Educação Química: alguns pressupostos teóricos. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p. 57-64, jan./dez. 2004.

ANEXO I - ARTIGO “FLUXOS DE MATÉRIA E ENERGIA NO RESERVATÓRIO SOLO: DA ORIGEM À IMPORTÂNCIA PARA A VIDA



André Henrique Rosa e Julio Cesar Rocha

Este trabalho apresenta aspectos importantes da litosfera como origem e formação, composição, classificação, propriedades físico-químicas, fertilidade, manejo e degradação decorrentes de ações antrópicas. Traz uma abordagem diferenciada, contextualizando fenômenos ambientais que ocorrem no solo, utilizando conceitos de contínuos fluxos de matéria e energia entre os demais reservatórios – hidrosfera e atmosfera. Apresenta aspectos da ciência do solo, sempre com uma visão global do ponto de vista ambiental.

► litosfera, solo, química do solo, manejo, ações antrópicas ◀

“... pois a chuva voltando pra terra traz coisas do ar...” Raul Seixas / Paulo Coelho

7

Origem e formação da litosfera

Para melhor entender os fenômenos ambientais, é de fundamental importância raciocinar com base nos ciclos biogeoquímicos. Ou seja, as ocorrências devem ser sempre interpretadas considerando-se os importantes fluxos de matéria e energia, os quais ocorrem dinamicamente entre os três grandes compartimentos reguladores: litosfera, hidrosfera e atmosfera.

Embora para fins didáticos, muitas vezes, as questões ambientais sejam discutidas de forma compartimentalizada, não se pode esquecer que constantemente há fluxos (trocas) de energia e matéria entre esses reservatórios.

Há cerca de cinco bilhões de anos, nosso planeta era uma bola de minerais fundidos e incandescentes como a lava dos vulcões. Em seguida, ini-

ciou-se um lento processo de resfriamento dessa massa incandescente, com formação das primeiras rochas e da atmosfera, sendo esta devida à aglomeração de gases ao redor do planeta. Foi então que, submetida a uma pressão atmosférica 300 vezes maior que a atual, a água conseguiu passar para o estado líquido, acumular-se em determinadas regiões e iniciar o processo cíclico de precipitação, evaporação, formação de nuvens e novas precipitações, as quais ocorrem até hoje.

A atmosfera daquela época possuía composição química diferente da atual. Era muito mais corrosiva em consequência das contínuas erupções vulcânicas, lançando ao espaço enormes quantidades de gás carbônico, enxofre e cloro, os quais se transformaram em ácidos carbônico, sulfúrico e clorídrico, respectivamente. Estes compostos, dissolvendo-se nas águas da chu-

va, transformavam-na em um líquido extremamente corrosivo (Branco e Cavinatto, 1999).

Assim, ao mesmo tempo em que as chuvas permitiram o resfriamento das rochas superficiais, as quais se solidificavam, iniciou-se um duplo processo de desgaste e desagregação dessas: a abrasão e o ataque químico. Estes processos, aliados ao calor escaldante do dia e forte frio à noite, levaram à quebra das rochas em pedaços de diferentes granulometrias tais como pedras, cascalho, areia e argila.

Ao longo do tempo, rochas sedimentares formadas no fundo dos oceanos vieram à superfície e o contrário também ocorreu. Sedimentos que já estavam na superfície, inclusive formando solos férteis cobertos de florestas, afundaram, em consequência de movimentos tectônicos, e foram recobertos, posteriormente, por novas rochas sedimentares ou mesmo vulcânicas. Tal processo originou grandes depósitos de plantas e microrganismos fossilizados.

Para melhor entender os fenômenos ambientais, é de fundamental importância raciocinar com base nos ciclos

Estes fósseis vieram a constituir as jazidas de carvão e de petróleo, hoje utilizadas como combustíveis ou fontes de energia. Além desses materiais, retiram-se do subsolo inúmeros minerais, que constituem matéria-prima para a indústria, tais como ferro, enxofre e manganês.

Todo esse lento processo cíclico de formação dos solos e sua associação com microrganismos e plantas levou milhões de anos para se concretizar e permitiu o crescimento dos vegetais em terra firme pois, até então, devido à atmosfera altamente inóspita, viviam somente nos mares, que ocupavam a maior parte da superfície terrestre (Jardim, 2001; Rodrigues, 2001). Como consequência, surgiram, também, os primeiros animais terrestres criando, com os vegetais e o solo, estruturas e sistemas cíclicos cada vez mais complexos, os quais constituem a natureza terrestre atual.

O solo pode ser representado como um ciclo natural do qual participam fragmentos de rochas, minerais, água, ar, seres vivos e seus detritos em decom-

posição. Estes resultam de fatores climáticos no decorrer do tempo e da atividade combinada de microrganismos, decompondo restos de animais/vegetação, respectivamente. Desta forma, o solo é considerado resultado das interações entre os compartimentos litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera. Os principais processos que levaram à sua formação são apresentados na Figura 1.

Composição dos solos

Os solos possuem três fases – sólida, líquida e gasosa – cujas proporções relativas variam de solo para solo e, num mesmo solo, com as condições climáticas, a presença de plantas e manejo. Em geral, na composição volumétrica percentual de um solo, que apresenta condições ótimas para o crescimento de plantas, verificam-se 50% de fase sólida (45% de origem mineral e 5% orgânica), 25% de fase líquida e 25% de fase gasosa. Os quatro componentes (mineral, orgânico, líquido e gasoso) es-

tão intimamente misturados, permitindo a ocorrência de reações e constituindo um ambiente adequado para a vida vegetal (Malavolta, 1976).

Fase sólida

A fração mineral da fase sólida é resultante da desagregação física das rochas. Portanto, possui dimensões bem menores, porém com composição química idêntica à da rocha-mãe da qual se originou.

A fração orgânica é constituída pela porção do solo formada de substâncias provenientes de plantas e animais mortos, bem como produtos intermediários da degradação biológica feita por bactérias e fungos. O material orgânico de fácil decomposição é transformado em gás carbônico, água e sais minerais.

Nos solos férteis, com densa vegetação, existe uma complexa fauna constituída de pequenos mamíferos, tais como ratos e outros roedores, e minúsculos protozoários, minhocas, insetos e vermes, os quais têm função muito importante na trituração, aeração, decomposição e mistura da matéria orgânica no solo.

O solo é considerado resultado das interações entre os compartimentos litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera.

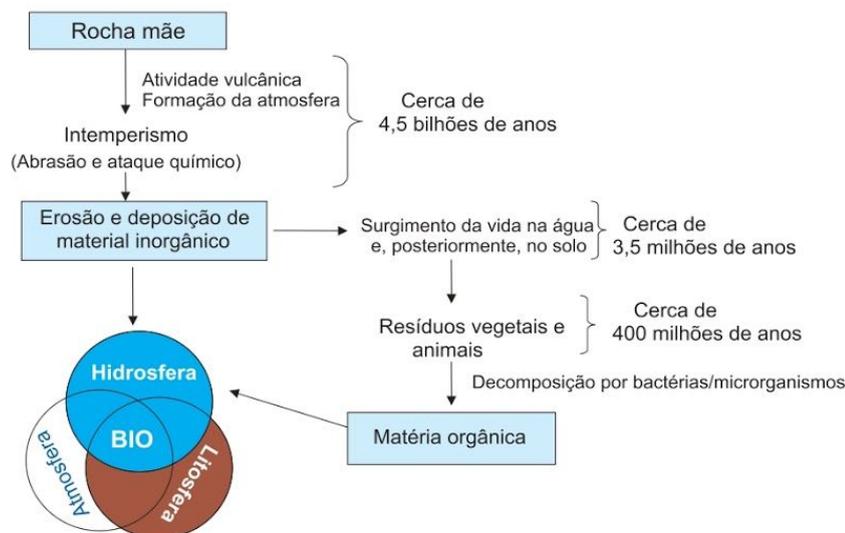


Figura 1: Processo de formação do solo.

Fase líquida

Representa a chamada solução do solo: "uma solução de eletrólitos quase em equilíbrio, que ocorre no solo em condições de não-saturação de umidade". E isto é assim porque a água do solo contém numerosos materiais orgânicos e inorgânicos, que foram dissolvidos da fase sólida.

As principais características do conceito de solução do solo são:

- a) constitui uma parte maior do fator de intensidade do fornecimento de nutrientes para as plantas;
- b) é o meio para a maioria dos processos químicos e biológicos que ocorrem no solo;
- c) é o principal meio para o movimento de materiais no solo.

Sempre que chove, ou quando se pratica a irrigação, as águas se infiltram, preenchendo os espaços existentes entre as partículas de solo. A quantidade de água absorvida depende da permeabilidade do solo, pois quando esta é pequena, a maior parte da água escorre pela superfície em direção aos vales e rios, carregando consigo grandes quantidades de sedimentos e elementos nutritivos. Este fenômeno natural é chamado de erosão e está ilustrado na Figura 2.

O fluxo de matéria e energia e as importantes inter-relações entre os três



Figura 2: Foto ilustrativa do processo de erosão em solos (http://www.vidagua.org.br/bauru_ambiental/solobauru.shtml).

grandes reservatórios (atmosfera, hidrosfera e litosfera) podem ser exemplificadas pela água da chuva. Esta, ao se formar na atmosfera, já constitui uma solução de várias substâncias absorvidas do ar. Quando há precipitação, além das diversas espécies trazidas da atmosfera, ao atravessar as camadas de solo, a água da chuva passa a transportar outras substâncias antes de chegar às raízes. No solo, a capacidade da água para também dissolver diferentes substâncias é ainda bastante aumentada pela presença do gás carbônico, resultante da respiração das raízes e dos microrganismos.

A Tabela 1 resume dados compilados sobre a composição da solução do solo. Vê-se que todos os macronutrientes, exceto o fósforo, geralmente estão presentes em concentrações da ordem de 10^{-3} a 10^{-4} mol L⁻¹. Em geral, o fósforo tem menor concentração, de 10^{-5} a 10^{-6} mol L⁻¹.

Todos esses elementos químicos existem em quantidades limitadas no solo. Nos ambientes naturais, tais elementos são continuamente reciclados. Isto é, à medida que são absorvidos pelas raízes, são novamente depositados na superfície por meio da queda contínua de folhas, frutos, ramos e outras partes vegetais. Ou, participam de um ciclo biogeoquímico maior, transferindo-se para outros compartimentos como a hidrosfera e/ou a atmosfera.

Fase gasosa

Outra caracterização da dinâmica de fluxos entre os compartimentos (litosfera, atmosfera e hidrosfera) é a constatação de que a fase gasosa do solo apresenta, qualitativamente, os mesmos componentes principais presentes no ar atmosférico. Entretanto, do ponto de vista quantitativo, pode haver grandes diferenças, conforme se verifica na Tabela 2. Ou seja, devido à respiração das raízes e dos microrganismos e à decomposição da matéria orgânica e de reações ocorridas no solo, há consumo de O₂ e liberação de CO₂ com constantes alterações nos fluxos entre os compartimentos e, conseqüentemente, a composição do ar do solo não é fixa.

O ar circulante no interior do solo é a fonte de oxigênio para a respiração das células das raízes, dos microrganismos e pequenos animais produtores de húmus.

orgânica e de reações ocorridas no solo, há consumo de O₂ e liberação de CO₂ com constantes alterações nos fluxos entre os compartimentos e, conseqüentemente, a composição do ar do solo não é fixa.

O ar circulante no interior do solo é a fonte de oxigênio para a respiração das células das raízes, bem como dos microrganismos e pequenos animais produtores de húmus. A maioria das plantas cultivadas requer solos bem arejados para atingir máximo desenvolvimento radicular. De modo geral, os sintomas de falta de oxigênio (amarelecimento das folhas, por exemplo) aparecem quando a concentração de O₂ nos espaços porosos está muito abaixo de 15%. Por outro lado, parece não haver benefício em se aumentar tal concentração acima de 21% (Branco e Cavinatto, 1999).

Tabela 1: Concentração típica da solução do solo*.

Elementos	Solos em geral / 10 ⁻³ mol L ⁻¹	Solos ácidos / 10 ⁻³ mol L ⁻¹
Nitrogênio (N)	0,16 - 55	12,1
Fósforo (P)	0,001 - 1	0,007
Potássio (K)	0,2 - 10	0,7
Magnésio (Mg)	0,7 - 100	1,9
Cálcio (Ca)	0,5 - 38	3,4
Enxofre (S)	0,1 - 150	0,5
Cloro (Cl)	0,2 - 230	1,1
Sódio (Na)	0,4 - 150	1,0

Fonte: (MALAVOLTA, 1976).

*Nota: os elementos encontram-se no solo como componentes de substâncias, ou espécies químicas, tais como nitratos, fosfatos, íons Mg⁺², íons Ca⁺² etc.

Tabela 2: Composição média dos principais componentes presentes no ar atmosférico e no ar do solo.

Ar	Componentes / (%)		
	O ₂	CO ₂	N ₂
Atmosférico	21	0,03	72
No solo	19	0,9	79

Fonte: Malavolta (1976)

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Atualmente, na maior parte do mundo é utilizado o sistema de classificação denominado genético-natural, o qual é baseado nas características e fatores que levaram à formação do solo. A Tabela 3 mostra as diferentes caracte-

rísticas dos principais tipos de solos encontrados no Estado de São Paulo.

Os *latossolos* foram formados sob ação de lavagens alcalinas, em regiões quentes e úmidas florestadas. Isto determinou a perda de parte de sílica (eluviação) do material original, permanecendo os óxidos de ferro e de alumínio. A argila silicatada presente é a caolinita.

Litossolos são solos jovens, pouco desenvolvidos e de pequena espessura, assentados diretamente sobre as rochas consolidadas ou, às vezes, aflorando a superfície.

Os *regossolos* caracterizam-se por serem solos profundos, porém em início de formação arenosa e, portanto, com drenagem excessiva. Apresentam

camada superficial mais escurecida, devido à presença de matéria orgânica.

Solos formados sob excesso de água, em condições de aeração deficiente, são denominados *hidromórficos*. Estes solos de coloração acinzentada são geralmente ácidos, pobres em cálcio e magnésio e possuem acúmulo de matéria orgânica nas camadas superficiais.

Solos *podzólicos* e *podzolizados* são formados por processo de lavagens ácidas sobre material de origem arenosa, em regiões úmidas e florestadas. Como consequência das lavagens, as argilas são arrastadas para o interior do solo, ficando as camadas superficiais mais arenosas como, ilustrado na Figura 3.

Tabela 3: Limites de variação dos constituintes de alguns solos do Estado de São Paulo*.

Solos	pH	C (%)	N (%)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Al ³⁺
Latossolos	4,00-6,10	0,42-4,08	0,03-0,38	0,04-0,77	0,17- 6,25	0,10-2,42	2,58-9,49	0,25-3,40
Podzólicos	4,10-7,60	0,28-2,51	0,03-0,21	0,03-0,50	0,63-22,19	0,11-2,46	1,05-5,16	0,00-4,89
Hidromórficos	3,80-5,60	0,82-3,31	0,06-0,29	0,04-0,07	0,76- 1,16	0,60-0,77	4,61-6,23	2,08-3,40
Litossolos	4,30-5,10	1,15-3,12	0,18-0,41	0,20-0,78	0,79-27,17	1,18-8,42	0,00-6,27	0,00-7,06
Regossolos	4,50-5,30	0,33-0,93	0,03-0,07	0,02-0,06	0,14-1,56	0,02-0,44	1,25-1,42	0,54-1,86

*Adaptada de Malavolta (1976)



Figura 3: Características de perfil de solos podzólicos da bacia do Rio Negro-AM. Foto feita durante coleta de amostras de solo.(Projeto FAPESP 00/13517-1)

Perfil do solo

O solo não é formado apenas pela camada superficial de alguns centímetros a qual o agricultor cultiva, mas também por outras camadas abaixo dessa. Em geral, as características do solo variam com a profundidade por causa da maneira pela qual ele se formou ou depositou, devido às diferenças de temperatura, teor de água, concentração de gases (particularmente CO_2 e O_2) e movimento descendente de solutos e de partículas. Ou seja, os fluxos de material formam diferentes camadas (denominadas horizontes), que podem ser identificadas a partir do exame de uma seção vertical do solo, que é chamada perfil do solo (Figura 4). Os horizontes diferenciam-se pela espessura, cor, distribuição e pelos arranjos das partículas sólidas e poros, distribuição de raízes e outras características, que resultam da interação de fatores influenciadores na formação do solo. A caracterização mais detalhada dos horizontes permite identificar, classificar e planejar o uso mais adequado do solo.

Características das camadas no perfil do solo

(O) Horizonte orgânico com matéria orgânica recente e/ou em decomposição.

(A1, A2 e A3) Camadas onde estão se decompondo galhos, frutos, folhas, sementes, além de fezes, urina, ossos e restos de animais. Todo esse material em decomposição libera minerais, os quais são absorvidos pelas raízes ou levados pela água para a camada inferior.

(B) Camada rica em argila, carbonatos e outros materiais trazidos pela água das camadas superiores.

(C) Pedras e cascalho que fazem parte da rocha localizada abaixo do solo, ou que foram trazidos por algum rio de tempos passados.

Rocha: Dela provêm os sedimentos do solo acima.

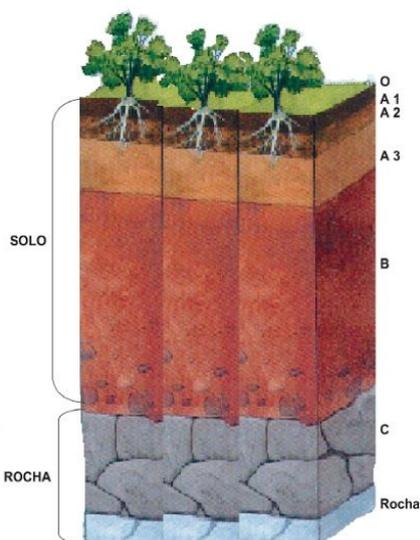


Figura 4: Camadas de um perfil genérico de solo (Adaptada de Rodrigues, 2001).

Os horizontes são designados por letras maiúsculas. Assim, as letras A, B, e C representam os principais horizontes do solo. As letras O e R são também utilizadas, para identificar um horizonte orgânico em solos minerais e a rocha inalterada, respectivamente. De acordo com Malavolta (1976), as principais características dos horizontes que um solo pode conter são:

- Horizonte O** – horizonte orgânico com matéria orgânica fresca ou em decomposição. Em condições de má drenagem esse horizonte é denominado H.
- Horizonte A** – resultante do acúmulo de material orgânico misturado com material mineral. Geralmente apresenta coloração mais escura, devido ao material orgânico humificado. Em solos onde há eluviação (perda de parte da argila) muito intensa, forma-se uma camada de cores claras com menor concentra-

ção de argila abaixo do horizonte A. Essa camada caracteriza o horizonte denominado E.

- Horizonte B** – caracterizado pelo acúmulo de argila, ferro, alumínio e pouca matéria orgânica. É denominado de horizonte de acúmulo ou iluvial. O conjunto dos horizontes A e B caracteriza a parte do solo que sofre influência das plantas e dos animais.
- Horizonte C** – camada de material não consolidado, com pouca influência de organismos, geralmente apresentando composição química, física e mineralógica similar à do material onde se desenvolve o solo.
- Rocha R** – rocha inalterada, que poderá ser, ou não, a rocha matriz a partir da qual o solo se desenvolveu.

As propriedades físico-químicas dos solos são devidas principalmente à elevada superfície específica e à alta reatividade apresentada pelos componentes da fração argila.

Propriedades físico-químicas dos solos

As propriedades físico-químicas dos solos são devidas principalmente à elevada superfície específica e à alta reatividade apresentada pelos componentes da fração argila. Esta, geralmente é constituída por minerais secundários, óxidos de ferro e alumínio cristalinos ou amorfos e matéria orgânica. Têm tamanhos iguais ou inferiores a $4 \mu\text{m}$, caráter coloidal e carga líquida negativa saturada por cátions diversos. De modo geral, estas características são devidas a certas propriedades estruturais da fase dispersa, como tamanho, forma e área superficial das partículas. Portanto, devido aos diferentes mecanismos de formação admite-se que a carga total negativa dos solos seja constituída por dois componentes. Um constante, chamado de "carga permanente" e outro variável denominado de "dependente de pH". O silte (partículas de diâmetro de $2-62 \mu\text{m}$) e a areia (partículas de diâmetro de $62-200 \mu\text{m}$), são menos eficientes nos processos químicos, pois são constituídos de partículas mais grosseiras de minerais primários e quartzos.

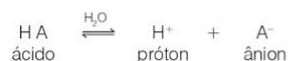
Capacidade de troca catiônica (CTC) de solos

É definida como a quantidade de cátions, que são adsorvidos reversivelmente por unidade de massa de material seco e expressa a capacidade do solo de trocar cátions. A quantidade de cátions é dada pelo número de cargas positivas (centimol ou milimol) e a massa de solo seco, geralmente 100 g ou 1 kg. Os valores encontrados para minerais argilosos variam de 1 – 150 centimol kg⁻¹, enquanto a CTC para a matéria orgânica pode atingir 400 centimol kg⁻¹, devido ao grande número de grupos oxigenados, particularmente carboxílicos (-COOH), os quais podem se ligar e trocar cátions (Baird, 2001; Rocha e Rosa, 2003).

Do ponto de vista de fertilidade dos solos, são desejados valores elevados de CTC, pois maiores quantidades de cátions podem ser armazenadas e, posteriormente, cedidas aos vegetais através de reações de troca iônica (fluxos entre reservatórios).

Acidez do solo

De acordo com o conceito de Bronsted e Lowry, ácida é uma substância que tende a ceder prótons (íons hidrogênicos, H⁺) a uma outra. Base é qualquer substância que tende a aceitar prótons. Quando em solução aquosa, o ácido se ioniza gerando H⁺ e o ânion correspondente:



Diz-se que os H⁺ produzidos (segundo membro da equação) correspondem à acidez ativa, e o HA no primeiro membro indica a acidez potencial. Quanto mais a reação tende para a direita, maior a atividade em H⁺ e mais forte é o ácido. Em meio aquoso, o H⁺ está sempre hidratado e, por isso, predomina como hidrônio, H₃O⁺ (H₂O + H⁺ → H₃O⁺). É, entretanto, muito

mais comum, embora menos rigoroso, falar-se em H⁺ que em H₃O⁺.

No caso de ácidos fortes a acidez ativa aproxima-se da potencial. Porém, em se tratando de ácidos fracos, a acidez ativa é menor que a potencial. Por esse motivo, no segundo caso, a medição da acidez total não oferece indicação da acidez ativa. A noção de que os solos ácidos podiam ser neutralizados com cargas (carbonatos de cálcio e de magnésio misturados com argila) já era conhecida dos gauleses, gregos e romanos. Plínio escreveu sobre ela no primeiro século da era cristã (Branco e Cavinatto, 1999).

Admite-se hoje que a acidez do solo é constituída de duas frações:

- fração trocável – corresponde principalmente aos íons alumínio adsorvidos nos complexos de troca e
- fração titulável – corresponde principalmente a H⁺ que se encontra ligado covalentemente a compostos da matéria orgânica (grupos carboxílicos e fenólicos) e, possivelmente ao alumínio ligado aos complexos argila-matéria orgânica.

Como a fração titulável é devida aos íons Al⁺³ e H₃O⁺ fortemente retidos aos minerais da argila e matéria orgânica, evidenciando-se somente por extração em pH mais elevado, pode-se aceitar que, nas condições normais dos solos, os íons alumínio são os principais responsáveis pela acidez (Baird, 1999).

Fertilidade do solo

O conceito de fertilidade do solo também está intimamente relacionado com os vários fluxos de matéria e energia no ambiente. São várias as reações químicas que ocorrem entre as substâncias presentes no solo e na água, bem como as trocas de substâncias entre os seres vivos, as raízes, as partes aéreas das plantas e as partículas

minerais de solo. Destes processos resulta a formação de componentes secundários responsáveis por um estado de equilíbrio, seja em nível físico-químico (como por exemplo, a estabilidade do pH, ou equilíbrio ácido/base), químico ou biológico.

Outra constatação do fluxo dinâmico de energia e matéria entre os grandes reservatórios reguladores é, por exemplo, o fato dos quatro principais elementos químicos componentes dos vegetais serem obtidos pela planta a partir do reservatório atmosfera. A água da chuva (H₂O), indispensável a qualquer processo biológico, é também fornecedora de hidrogênio. O carbono e o oxigênio são retirados do ar, o primeiro, no processo de fotossíntese e o segundo, no processo de respiração. Finalmente, o nitrogênio também é absorvido do ar por algumas bactérias fixadoras localizadas nas raízes e, posteriormente, é disponibilizado para as plantas.

Para o crescimento da planta, com exceção desses quatro elementos principais, todos os demais (macro e micronutrientes) devem encontrar-se no solo. Portanto, os vegetais conseguem desenvolver-se em cada ambiente à medida que encontram no solo os elementos que lhe são indispensáveis.

Mesmo nos solos férteis, os elementos essenciais aos vegetais não são inesgotáveis. Por isso, após utilização pelas plantas, esses elementos participam de ciclos biogeoquímicos voltando ao solo, (e/ou atmosfera e hidrosfera) para que este se mantenha fértil

e a vida vegetal tenha continuidade. Se por algum motivo (por exemplo, queimadas, erosão etc.) os ciclos forem interrompidos, o solo vai se tornando progressivamente estéril ou improdutivo.

Participam dos ciclos biogeoquímicos vários microrganismos decompositores, que habitam o solo e são essenciais para o processo de fertilização. Ao decompor vegetais e animais mortos ou seus excrementos, a população de decompositores produz uma matéria gelatinosa, de coloração amarelo-

O cultivo do solo iniciou-se há cerca de dez mil anos com os Sumérios, na Mesopotâmia, às margens dos rios Tigre e Eufrates (atualmente onde se localiza o Iraque).

Com o tempo, verificou-se que a intervenção humana na constituição e estrutura física do solo poderia aumentar a produtividade. A este processo, atualmente, dá-se o nome de manejo do solo.

castanha, denominada húmus, de importância fundamental como fornecedora dos elementos químicos ciclados.

Interações solo-planta

Durante seu desenvolvimento a partir de uma semente, a planta estende suas raízes para o interior do solo formando um aglomerado de minúsculos filamentos, distribuídos em várias direções, constituindo a rizosfera. A raiz tem formas tortuosas, adquiridas durante seu crescimento, à medida que vai penetrando no solo e desviando-se dos grãos e das partículas de terra, buscando encontrar água, oxigênio e nutrientes. Também, para absorver o máximo de minerais do solo, as raízes produzem substâncias que ajudam a solubilizar os minerais, modificando-os quimicamente e causando alterações de natureza química no solo.

Produtividade do solo e lei do mínimo

A produção de vegetais por área de solo é denominada produtividade. Num sentido ecológico, a produtividade de uma área refere-se à produção total de matéria vegetal (produção primária), seguida da produção de animais herbívoros (produção secundária) e da produção de animais predadores (produção terciária).

Na primeira metade do século XIX, o químico alemão Justus von Liebig (1803 – 1873) propôs a Lei do mínimo ou Lei de Liebig. Verificou que o elemento essencial que se encontra em menor disponibilidade no ambiente limita o crescimento do vegetal. Alguns aspectos importantes da Lei proposta por Liebig são (Branco e Cavinatto, 1999):

- 1) a limitação do crescimento do vegetal dá-se por falta, e não por excesso, de um elemento componente do ambiente;
- 2) o fator em mínimo é o elemento que se encontra em quantidades mínimas em relação às necessidades da planta;

- 3) os microelementos ou micronutrientes, os quais entram na composição das plantas em quantidades mínimas, também podem controlar seu crescimento e
- 4) atualmente, sabe-se que a lei de Liebig não está associada apenas às substâncias químicas dissolvidas no solo, mas também aos ciclos biogeoquímicos, aos componentes químicos do ar (p.e. gás carbônico) e aos fatores físicos, como luz, temperatura, umidade, etc...

Manejo do solo e atividades antrópicas

No decorrer dos anos a população aumentou significativamente. No início, poucos homens viviam sobre a terra e eles andavam pelas savanas em pequenos grupos, como pastores e/ou caçadores. Posteriormente, o homem aprendeu a utilizar o ambiente para obter benefícios e conforto. Entre os fatores mais importantes para o desenvolvimento humano estão o aprendizado para domar e criar animais, e plantar para seu benefício. Assim, o homem passou de caçador nômade a sedentário, pois havia necessidade de esperar pelas colheitas (Rocha *et al.*, 1996).

O cultivo do solo iniciou-se há cerca de dez mil anos com os Sumérios, na Mesopotâmia, às margens dos rios Tigre e Eufrates (atualmente onde se localiza o Iraque). Depois, há cerca de oito mil anos iniciaram-se as plantações no vale do Rio Nilo, no Egito (Rodrigues, 2001). Ou seja, o ser humano percebeu que a agricultura nas margens férteis dos rios alcançava padrões de produtividade suficientes para sustentar população mais numerosa (Magnoli e Araújo, 1996). Essa fertilidade nos vales era devida aos constantes ciclos de cheias e vazan-

tes dos rios, que trocavam matéria orgânica e nutrientes com o solo. O ser humano primitivo também observou que as terras escuras, constituídas de um material gelatinoso e macio unindo as partículas (o húmus), associava partículas com maior diâmetro, tornando o solo mais poroso e permeável. Com o tempo, verificou-se que a intervenção humana na constituição e estrutura física do solo podia aumentar a produtividade. A este processo, atualmente, dá-se o nome de manejo do solo.

Os progressos obtidos quanto ao manejo do solo são muitos. Entretanto, atualmente, com melhor conhecimento dos ciclos biogeoquímicos e das interações entre os três grandes compartimentos, sabe-se que várias práticas agrícolas de manejo utilizadas no passado causam impactos ambientais irreversíveis aos solos, como exemplo, infertilidade, erosão e perda de produtividade. Por falta de informação ou por razões históricas, muitas vezes o agricultor se nega a mudar de uma prática agrícola aprendida com seus antepassados, para outra mais adequada ao tipo de solo da sua propriedade. Experimentos agrícolas recentes indicam que o manejo do solo deve variar de uma região para outra, de acordo com o clima e a natureza do solo (www.cnpdia.embrapa.br).

Aração/revolvimento do solo

Há tempos remotos os processos de aração e revolvimento profundo de solos duros e/ou congelados de climas temperados ou frios são utilizados para desagregar particulados, permitindo penetração de água (nutrientes) e ar necessários para o desenvolvimento da planta. Entretanto, para climas tropicais (por exemplo, no Brasil) estes processos podem não ser adequados. Com o revolvimento, os microrganismos tão importantes nos processos de troca entre solo, água e atmosfera ficam mais expostos na superfície e os efeitos da intensidade de luz e do forte calor podem diminuir suas atividades. Uma vez revolvido, o solo tam-

Hoje, no mundo inteiro, procura-se descobrir quanto os sistemas agrícolas contribuem para o seqüestro (fixação no solo) de carbono.

Em 1840, o químico alemão Justus von Liebig observou a relação entre o crescimento de plantas e a utilização de fezes de animais como adubo. Desde então, para atender à demanda cada vez maior por alimentação, a adubação tem sido utilizada no manejo de solos.

bém fica sujeito ao arraste maior de nutrientes por águas de chuvas (causa infertilidade) e, dependendo das condições do terreno, o perigo de erosão é eminente. Além disso, sabe-se atualmente que o revolvimento pode facilitar a transferência do carbono retido no solo para a atmosfera, na forma de dióxido de carbono (CO_2).

Adubação

Em 1840, o químico alemão Justus von Liebig observou a relação entre o crescimento de plantas e a utilização de fezes de animais como adubo. Desde então, para atender à demanda cada vez maior por alimentação, a adubação tem sido utilizada no manejo de solos. Ela tem não só a finalidade de modificar quimicamente a composição do solo de maneira a fornecer à planta os elementos necessários, mas também a de condicioná-lo fisicamente.

Entretanto, a adubação sem acompanhamento técnico agrícola, planejamento de culturas de acordo com a topografia do terreno e conhecimento prévio do tipo de solo tem causado vários impactos ambientais e prejuízos financeiros ao agricultor. Além de salinizar o solo, a aplicação de fertilizantes pode causar a eutrofização de mananciais devido à lixiviação de fertilizantes aplicados em solos revolvidos, ocorrida principalmente em época de chuvas.

Atualmente, uma das alternativas sugeridas é a utilização de adubo orgânico ou organomineral. Este, ao contrário dos fertilizantes sintéticos, contém alta porcentagem de húmus, contribuindo para a fixação de nutrientes e re-estruturação física do solo. Dentre as diversas formas de adubação orgânica com custo/benefício atrativos e ótimos resultados técnicos para solos e plantas, a *adubação verde* é de mais fácil aplicação e menor custo. Ela baseia-se praticamente no plantio rotativo de plantas leguminosas entre as safras e, até poucos anos, sugeria-se a

incorporação da biomassa verde ao solo via revolvimento. Com o melhor conhecimento dos ciclos biogeoquímicos (por exemplo, caracterização de perdas de carbono e CO_2 do solo para a atmosfera), tem-se sugerido que, após o corte, a massa verde produzida pelas leguminosas seja mantida na superfície do solo sem revolvimento, para decomposição natural por microrganismos aeróbicos (Figura 5).

Qual a importância do manejo do solo para o sequestro de carbono?

O aumento da concentração de gases como CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera tem sido relacionado ao efeito estufa. A queima de combustíveis fósseis é a principal causa desse aumento, especialmente pela emissão de CO_2 . A agricultura contribui para a emissão ou o sequestro destes gases, dependendo do efeito do manejo sobre o conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS). Quando o balanço entre a taxa de adição de resíduo

os vegetais ao solo (determinada pelo sistema de cultura) e a taxa de perda de MOS (determinada principalmente pelo manejo do solo) for positivo, ocorrerá aumento da MOS. Neste caso, o solo atuará como um dreno de CO_2 atmosférico diminuindo o efeito estufa. Ao contrário, se o balanço for negativo, ocorrerá redução da MOS e o solo contribuirá para o aumento do efeito estufa. Assim, práticas de manejo que acumulem MOS poderão contribuir para aumentar a qualidade do solo e, também, para o sequestro de CO_2 atmosférico (Pilon *et al.*, 2001).

Hoje, no mundo inteiro, procura-se descobrir quanto os sistemas agrícolas contribuem para o sequestro (fixação no solo) de carbono. No Brasil, a Embrapa Solos tem feito medições da quantidade de carbono no solo no perfil entre 0 e 60 cm, buscando quantificar a massa de carbono. Dessa forma, é possível medir em diferentes ecossistemas o estoque de carbono sob, por exemplo, plantio convencional, adubação verde e solo não cultivado. Estes estudos são parte de uma avaliação da contribuição dos diferentes tipos de manejo de solo para o sequestro de carbono (www.cnps.embrapa.com.br).

A utilização de água do Rio São Francisco, para irrigar plantações frutíferas na região nordestina, pode ser considerada como uma exportação de água na forma de frutas (melão e melancia têm mais de 90% de água), de uma região há tempos comprovada com problemas de secas!



Figura 5: Exemplo de adubação verde. A biomassa resultante das leguminosas é deixada na superfície do solo para decomposição natural da matéria orgânica (Elo informativo, 2002).

Irrigação

Considerando-se que a quantidade de água na terra é constante e que a população tem aumentado em proporções assustadoras, a água já é considerada como um bem natural de valor incalculável. Neste aspecto, do ponto de vista ambiental, outra questão importante em relação ao manejo do solo refere-se à irrigação. Embora na antiguidade não se conhecesse o efeito dos fluxos de energia e matéria entre os reservatórios, reconhecia-se a dependência direta entre disponibilidade de água no solo e produtividade. Hoje, sabe-se que isto é devido às características da água em atuar no transporte, dissolução e disponibilidade de nutrientes para as plantas. Em solos com escassez de água como, por exemplo, no Nordeste brasileiro e alguns países árabes, tem sido utilizada a irrigação mecânica, que consiste em captar água de mananciais, utilizando bombas, e distribuí-la nas lavouras. Sem acompanhamento técnico-científico, este tipo de manejo tem causado grandes prejuízos aos mananciais, devido à sucção de excessivas quantidades de água. Com o volume bombeado não compatível com a vazão do manancial, toda vida aquática fica comprometida, devido à falta d' água e conseqüente assoreamento.

Recentemente tem-se discutido a viabilidade e/ou possibilidade de transportar água do Rio São Francisco para atender à demanda básica em partes da região nordeste e, ainda, utilizar essa água para irrigar culturas de frutas, como melão e melancia, para fins de exportação. Tal utilização pode ser considerada como uma exportação de água na forma de frutas (melão e melancia têm mais de 90% de água), de uma região há tempos comprovada com problemas de secas! Este é um exemplo de impacto ambiental causado pela falta de visão ambiental integrada entre os reservatórios litosfera e hidrosfera.

Embora sejam conhecidos os muitos impactos ambientais causados pela aplicação de pesticidas, parece certo que eles ainda continuarão sendo um componente indispensável às muitas atividades agrícolas.

Outro tipo é a ferti-irrigação, que consiste no aproveitamento de efluentes de esgotos urbanos tratados como fonte de água e de húmus para a agricultura. Neste caso, embora a reutilização de água tenha sido amplamente recomendada como forma de atender às demandas cada vez maiores, é necessário ter um monitoramento constante da presença de espécies metálicas potencialmente tóxicas e de microrganismos patogênicos nesses efluentes.

Pesticidas/herbicidas

Devido ao grande crescimento populacional, para atender à demanda alimentícia tem sido necessário utilizar pesticidas/herbicidas na agricultura. Atualmente, é difícil imaginar a produção de alimentos sem o uso de pesticidas, pois estes produtos melhoram a produtividade agrícola podendo, às vezes, diminuir os preços dos alimentos e da mão de obra. Denominam-se pesticidas todas as substâncias de origem natural ou sintética utilizadas no controle e/ou eliminação/diminuição de pragas (insetos, ervas daninhas etc.), que causam prejuízos na produção de alimentos, ou transmitem enfermidades aos seres humanos e a outros organismos. Os herbicidas são substâncias químicas empregadas para controlar ou matar plantas daninhas, as quais se de-

senvolvem juntamente com as culturas. Quando sintetizados pelo ser humano, os pesticidas/herbicidas são considerados substâncias estranhas ao ambiente e podem ser chamadas também de *xenobióticas*.

Embora sejam conhecidos impactos ambientais causados pela aplicação de pesticidas, parece certo que eles ainda continuarão sendo um componente indispensável às muitas atividades agrícolas (Toscano *et al.*, 2000). Após a aplicação e atuação nas culturas, o pesticida pode permanecer no solo por muito tempo, mantendo ou não seu efeito biológico. Assim, é importante conhecer seu comportamento no solo para prever se o pesticida vai causar algum dano a esse meio e aos demais reservatórios que co-existem (hidrosfera e atmosfera).

O comportamento do herbicida depende das propriedades físico-químicas e biológicas do solo, bem como de fatores climáticos. Os três processos básicos que podem ocorrer com os pesticidas no solo são retenção, transformação e transporte. A Figura 6 mostra alguns fatores envolvidos no comportamento de herbicidas no solo (Lavorenti, 1999).

O processo de *retenção* tende a "segurar" a molécula de herbicida, impedindo-a de se mover. Pode ser reversível ou irreversível e afetar os processos de transformação e transporte do herbicida no ambiente.

A *transformação* refere-se a mudanças na estrutura química das moléculas do herbicida e determina se e por

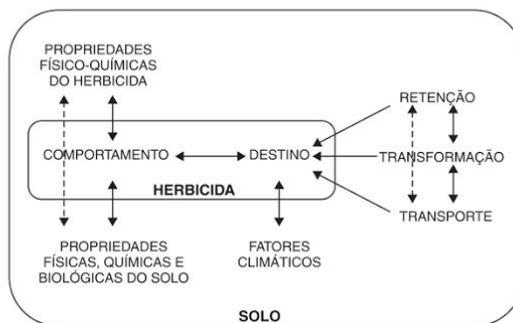


Figura 6: Esquema genérico da interação entre herbicida e solo (Fonte: Lavorenti, 1999).

quanto tempo tais moléculas podem permanecer intactas no ambiente (Lavorenti, 1999).

O processo de *transporte*, determinado pelo movimento das moléculas do herbicida no solo, é fortemente influenciado pela umidade, temperatura, densidade, características físico-químicas do solo e do herbicida.

No caso de pesticidas, às vezes, apenas uma pequena porcentagem da quantidade aplicada atinge o objetivo desejado. Grande parte é transportada por ventos, chuvas e é aportada em outros reservatórios, como atmosfera e recursos hídricos. Para minimizar os impactos ambientais, a aplicação de pesticidas deve sempre ser feita com orientação técnica agrônômica, quanto aos cuidados durante a aplicação, dosagem necessária, época e condições climáticas favoráveis (chuvas, temperatura, umidade, evapotranspiração, irradiação solar, velocidade e direção do vento etc.).

Ocupação e mineração

O ideal seria que o solo fosse também ocupado com planejamento urbano adequado. Infelizmente, por falta de planejamento, muitas metrópoles estão hoje edificadas em áreas de difícil escoamento pluvial, onde ocorre completa impermeabilização dos solos (cobertura com asfalto e cimento), provocando enchentes nos rios e freqüentes inundações de cidades (Figura 7).

Os problemas antrópicos causados ao solo devidos às atividades de mineração também são freqüentes (Figura 8). A exploração de minérios deve sempre ter como base fundamental o preceito do uso sustentável, ou seja, considerar também o bem estar das gerações futuras. Para tal, deve-se utilizar técnicas menos destrutivas e recuperar as áreas degradadas pelos impactos inerentes causados pelas atividades mineradoras. A vegetação atua como um importante fator de proteção aos solos, permitindo a maior infiltração das águas e evitando o arraste da camada superficial

e mais fértil do solo para os mananciais. Se o desmatamento ocorrer em áreas de recargas de aquíferos e/ou em matas ciliares, as conseqüências serão danosas e os efeitos dos impactos ambientais serão sentidos rapidamente, resultando no rebaixamento do nível do lençol freático e assoreamento dos mananciais.

permitem a recuperação ou remediação (do inglês, *remediation*) de solos contaminados e/ou degradados. Estas baseiam-se nas propriedades químicas de substâncias e/ou processos físicos que são utilizados para retenção, mobilização ou destruição de um determinado contaminante presente no solo (Moeri e Salvador, 2003; Baird, 1999). Podem ser aplicadas *in situ*, isto é, no lugar da contaminação ou *ex situ*, ou seja, primeiramente removendo a matéria contaminada para outro local.

Bioremediação é a utilização de organismos vivos, especialmente microrganismos, para degradar poluentes ambientais. Para que uma técnica de bioremediação funcione efetiva-

Existem algumas tecnologias que permitem a recuperação ou remediação (do inglês, *remediation*) de solos contaminados e/ou degradados.

É possível recuperar um solo contaminado?

Existem algumas tecnologias que



Figura 7: Enchente ocorrida em Santo André/SP. (Registrada pelos repórteres J. B. Ferreira e K. Tamanaha, Janeiro de 1997.)

(<http://www.semasa.com.br/scripts/display.asp?idmenu=113&idnot=305>)



Figura 8: Atividade Mineradora. (Sistema de gestão ambiental da mineração Serra do Sossego, Parauebeba, Pará <http://www.ksnet.com.br/paginas/servicos/mineracao1.htm>)



Figura 9: Exemplo de remediação de solo *ex situ*, em que o solo contaminado é transferido para outro local, onde será feito o tratamento (Fonte: Silvestre e Marchi, 2003).

mente, os resíduos deverão ser e estar susceptíveis à degradação biológica. Além disso, as condições ambientais, tais como pH, temperatura e nível de oxigênio devem ser adequadas para a atuação dos microrganismos.

Recentemente, a *fitoremediação*, isto é, o uso de vegetação para a descontaminação *in situ* de solos e sedimentos, eliminando metais e poluentes orgânicos, tem se tornado uma tecnologia emergente (Baird, 1999).

Considerações finais

Diferentes partes do sistema biofísico do planeta Terra estão relacionadas intrinsecamente, e em equilíbrio dinâmico, com os três grandes reservatórios litosfera, hidrosfera e atmosfera. Este conceito implica que, se esse equilíbrio for deslocado por algum impacto, o ambiente sempre reagirá de forma a atingir outro estado de equilíbrio, trocando matéria e energia entre os reservatórios.

Neste contexto, o reservatório solo sempre foi importante, tanto para a espécie humana como para grande parte dos seres vivos, quanto ao fornecimento de alimentos e extração de matérias-primas necessárias à sobrevivência. Devido ao crescimento demográfico, o

ser humano tem desenvolvido e aprimorado técnicas de reconhecimento, manejo, conservação e melhoramento dos solos (www.cnpqia.embrapa.br). Entretanto, estes precisam ser protegidos através do uso sustentado, alicerçado em planejamento adequado. Se estas ações forem praticadas de maneira equilibrada com os outros reservatórios, o recurso natural solo não será esgotado e/ou degradado, evitando o comprometimento das futuras gerações.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP, ao CNPq e à CAPES por bolsas de estudo e suporte financeiro.

André Henrique Rosa, Bacharel em Química, Mestre e Doutor em Química Analítica pelo Instituto de Química da UNESP. Estágios Doutoral e Pós-Doutoral em Química Ambiental no Institute of Spectrochemistry and Applied Spectroscopy (ISAS), Dortmund-Alemanha. E Professor Assistente Doutor no Curso de Engenharia Ambiental da UNESP (Unidade Diferenciada de Sorocaba/Ipêró), andros@hot.com. **Julio Cesar Rocha**, terminou Bacharelado e Licenciatura na FFCLRP-USP, em 1980 e fez Mestrado em Química Analítica no IQ-UNICAMP em 1983. Contratado pelo Instituto de Química de Araraquara-UNESP desde 1984, onde ministra aulas das Disciplinas de Química Analítica e Química Ambiental. Terminou o Doutorado em Química Analítica nessa instituição, em 1987. Fez 2 anos de estágio de Pós-Doutoramento no ISAS em Dortmund - Alemanha (1991-92). Foi Diretor da Divisão de Química Ambiental da SBQ (1996-97) e tem formado diversos mestres e doutores na especialidade Química Ambiental (jrocha@iq.unesp.br).

Referências bibliográficas

- BAIRD, C. *Química Ambiental*, 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1999.
- BRANCO, S.M. e CAVINATTO, V.M. *Solos: a base da vida terrestre*, São Paulo: Editora Moderna, 1999.
- CANTO, E.L. *Minerais, minérios metais de onde vêm para onde vão?* São Paulo: Editora Moderna, 1997.
- ELO - Informativo Dow AgroScience Industrial Ltda, ano V, nº 20, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, www.cnpqia.embrapa.com.br
- JARDIM, W.F. Evolução da atmosfera terrestre. *Química Nova na Escola-Cadernos Temáticos de Química Ambiental*, v. 1, p. 5-8, 2001.
- LAVORENTI, A. Comportamento de herbicidas no solo. *3º Encontro Brasileiro Sobre Substâncias Húmicas*, Santa Maria: resumos, p. 21, 1999.
- MAGNOLI, D. e ARAÚJO, R. *A nova geografia*, São Paulo: Editora Moderna, 1996.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola. Nutrição de plantas e fertilidade do solo*, São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976.
- MOERI, E. e SALVADOR, C. Áreas contaminadas: novos conceitos na avaliação e recuperação. *Saneamento Ambiental*, v. 93, p. 24-27, 2003.
- PILON, C. *et al.* Seqüestro de carbono por sistemas de manejo do solo e seus reflexos sobre o efeito estufa. *4º Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas*, Viçosa: resumos, p. 20, 2001.
- ROCHA, J.C. e ROSA, A.H. *Substâncias húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas*, São Paulo: Editora UNESP, 2003, 120p.
- ROCHA, J.C. *et al.* Recursos hídricos: noções sobre o desenvolvimento do saneamento básico. *Saneamento Ambiental*, v. 39, p. 36-43, 1996.
- RODRIGUES, R.M. *O solo e a vida*, São Paulo: Editora Moderna, 2001.
- SILVESTRE, M. e MARCHI, R.S. Áreas contaminadas: quem responde pelo passivo de empresas falidas? *Saneamento Ambiental*, v. 93, p. 28-32, 2003.
- TOSCANO, I. A. S.; RIBEIRO, M. L.; ROCHA, J. C.; NUNES, G. S.; BARCELÓ, D. Determinação de carbanil utilizando testes ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) e CLAE com detecção por arranjo de diodos. *Química Nova*, v. 23, n. 4, p. 466-471, 2000.

O ideal seria que o solo fosse também ocupado com planejamento urbano adequado.

ANEXO II - ARTIGO “ALGUMAS EXPERIÊNCIAS SIMPLES ENVOLVENDO O PRINCÍPIO DE LE CHATELIER

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Algumas Experiências Simples Envolvendo o Princípio de Le Chatelier

Luiz Henrique Ferreira
Dácio H. Hartwig
Romeu C. Rocha-Filho
(Grupo “Química Legal”)

A seção “Experimentação no ensino de química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais utilizados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. Neste número, o primeiro artigo relata quatro experiências relacionadas ao princípio de Le Chatelier, e o segundo descreve a construção de um modelo simples de bafômetro, que pode ser utilizado para determinar qualitativamente os teores relativos de álcool em algumas bebidas alcoólicas.

28

► equilíbrio químico, princípio de Le Chatelier, efeito do íon comum, ionização, hidrólise ◀

Numa reação em equilíbrio químico, as concentrações de todas as espécies envolvidas são constantes (todavia, deve-se lembrar que o equilíbrio é dinâmico, isto é, as reações direta e inversa ocorrem com a mesma velocidade¹). Em geral, o equilíbrio químico é função da temperatura, já que a maior parte das reações químicas ocorre liberando calor (exotérmicas) ou absorvendo calor (endotérmicas); para algumas reações, o equilíbrio também depende da pressão.

No número 4 de *Química Nova na Escola*, Machado e Aragão² relataram as concepções sobre equilíbrio químico dos alunos do nível médio. Dentre elas, destacam-se: idéias que consideram os reagentes e os produtos em recipientes separados (concepção errônea reforçada pelo modo como, muitas vezes, o princípio de Le Chatelier é discutido: “deslocamento para a esquerda ou direita”), idéias que relacionam o estado de equilíbrio à ausência de alterações nos sistemas, a dificuldade em se diferenciar o que é igual do que é constante no estado de equilíbrio.

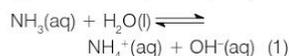
O princípio de Le Chatelier estabelece que qualquer alteração em uma (ou mais) das concentrações das espécies

envolvidas no equilíbrio, ou na temperatura ou na pressão (no caso de haver reagentes gasosos), provocará uma reação do sistema de maneira a restabelecer o equilíbrio. Isso ocorre com a minimização da alteração provocada³ por meio de deslocamento do equilíbrio no sentido dos reagentes (as concentrações dos reagentes aumentam enquanto as dos produtos diminuem) ou dos produtos (as concentrações dos produtos aumentam e as dos reagentes diminuem).

Os quatro experimentos aqui descritos abarcam efeitos de variação da concentração e da temperatura sobre equilíbrios químicos específicos. Eles podem ser realizados pelo professor (com auxílio de alunos) como demonstrações ou pelos alunos, em experiências individuais ou em grupos. Em todos os casos, são utilizados materiais e reagentes facilmente encontráveis em supermercados, farmácias etc.

Efeito do íon comum: equilíbrio de ionização da amônia

Neste experimento, o equilíbrio de ionização da amônia (contida em uma solução amoniacal para limpeza)



é deslocado pela introdução de íon amônio, na forma de bicarbonato de amônio.

Material e reagentes

- Solução amoniacal para limpeza (Vim®, Fort®, Ajax® etc.)
- Bicarbonato de amônio (sal amoníaco)
- Béquero de 250 mL (ou copo de vidro)
- Uma colher (tamanho de café)
- Um conta-gotas de 3 mL
- Um comprimido de Lacto-purga® (para preparo da solução de fenolftaleína)
- 50 mL de álcool hidratado (álcool etílico 95 GL, para limpeza)
- Béquero de 100 mL (ou copinho plástico descartável)

Preparo da solução alcoólica de fenolftaleína

Coloque o comprimido de Lacto-purga® no béquero de 100 mL (ou no copinho plástico descartável). Após triturá-lo com uma colher, acrescente cerca de 50 mL de álcool hidratado e mexa até que não haja mais dissolução (o resíduo insolúvel é, em grande parte, amido — excipiente qsp⁴ —, e não interfere).

Procedimento

Adicione 10 gotas da solução amoniacal a cerca de 200 mL de água contidos em um béquero (ou copo). A seguir, adicione algumas gotas da solução alcoólica de fenolftaleína e observe a cor rosa, indicativa de solução básica. Adicione uma pitada de bicarbonato de amônio (sal amoníaco), agite e observe o que ocorre.

Comentários e questão

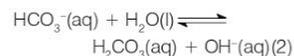
A adição do íon comum (amônio) causa a diminuição da concentração de OH⁻, o que é indicado pela passagem da cor da solução de rosa para incolor⁵.

Questão

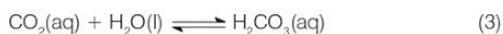
Como você poderia fazer com que a cor rosa da solução retornasse?

Efeito da concentração: equilíbrio de hidrólise do íon bicarbonato

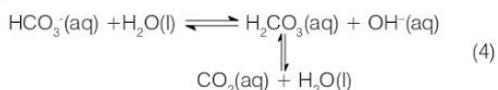
Neste experimento, o equilíbrio de hidrólise do íon bicarbonato (monodrogenocarbonato, segundo a IUPAC)



é deslocado por um aumento da concentração do ácido carbônico (H_2CO_3) obtido pelo borbulhamento de gás carbônico na solução:



Os dois equilíbrios interligados podem ser assim representados:



Material e reagentes

- Béquero de 200 mL (ou copo transparente)
- Uma garrafa de vidro de 500 mL (água mineral)
- 0,5 m de tubo de borracha flexível de 0,5 polegada de diâmetro interno (do tipo usado em jardim)
- Fita crepe
- Uma colher (tamanho de café)
- Bicarbonato de sódio
- Vinagre
- Solução alcoólica de fenolftaleína (se necessário, vide acima como preparar)

Procedimento

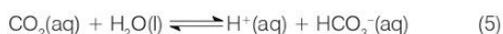
Inicialmente, enrole a fita crepe em torno de uma das pontas do pedaço de borracha flexível; enrole o suficiente para que ela encaixe na boca da garrafa.

Adicione uma pitada de bicarbonato de sódio a cerca de 100 mL de água contidos em um béquero (ou copo). A seguir, adicione algumas gotas da solução alcoólica de fenolftaleína e observe a cor rosa indicativa de pH básico. Coloque cerca de 100 mL de vinagre na garrafa. Estando preparado para rapidamente encaixar o pedaço de borracha flexível na boca da garrafa, adicione a ela uma colher (tamanho de café) de bicarbonato de sódio; encaixe rapidamente o pedaço de borracha, mantendo a outra extremidade dentro da solução de bicarbonato no béquero. Observe o que ocorre à medida que o gás carbônico borbulha na solução (vide Fig. 1).

Comentários

Inicialmente, a solução de bicarbonato de sódio é rosa devido à formação de íons OH^- em decorrência da hidrólise do íon bicarbonato (vide equação 4); note que a hidrólise também causa a formação de ácido carbônico. O borbulhamento de gás carbônico na solução leva à formação de ácido carbônico, aumentando sua concentração. Esse aumento de concentração faz com que o equilíbrio de hidrólise se desloque no sentido dos reagentes, consumindo íons OH^- e, conseqüentemente, tornando incolor a solução.

O equilíbrio gás carbônico/ácido carbônico pode também ser escrito como⁶:



Nesta forma fica mais fácil visualizar como o equilíbrio funciona no sangue. Pessoas que respiram em excesso (sofrem de hiperventilação, por exemplo, por ansiedade) causam diminuição da quantidade de CO_2 no sangue. Por outro lado, insuficiência respiratória (devido a algumas formas de pneumonia, por exemplo), leva a um aumento da

quantidade de CO_2 no sangue⁷.

Questões

1) No caso da hiperventilação e da insuficiência respiratória, para qual lado o equilíbrio (Eq. 5) é deslocado?

2) Essas disfunções respiratórias levam a variações do pH do sangue. Com base na resposta à questão anterior, decida qual disfunção causa acidose (diminuição do pH sanguíneo) e qual causa alcalose (aumento do pH sanguíneo).

Note que tanto a alcalose como a acidose podem ter efeitos danosos ao corpo humano, se não controladas.

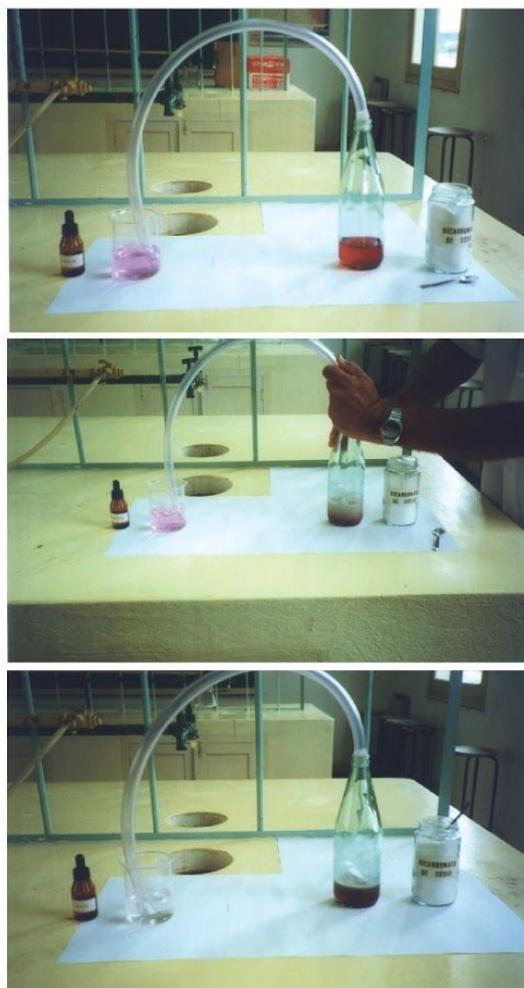
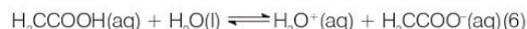


Figura 1: Montagem da demonstração do efeito da concentração através do equilíbrio de hidrólise do íon bicarbonato. **(A)** Antes da adição do bicarbonato de sódio ao vinagre na garrafa. **(B)** Após a adição do bicarbonato de sódio ao vinagre na garrafa (note o intenso desprendimento de gás carbônico na garrafa e seu borbulhamento na solução no béquero). **(C)** Após o deslocamento do equilíbrio (note a descoloração da solução no béquero).

Efeito do íon comum: equilíbrio de ionização do ácido acético

Neste experimento, o equilíbrio de ionização do ácido acético (contido no vinagre)



é deslocado pela introdução de íon acetato, na forma de acetato de sódio aquoso. O deslocamento desse equilíbrio, reduzindo a concentração de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, será demonstrado por meio da reação do ácido com bicarbonato de sódio



considerando que a velocidade dessa reação depende da concentração de H_3O^+ .

Material e reagentes

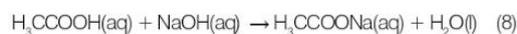
- Duas garrafas de vidro de 500 mL (de água mineral)
- Dois balões pequenos (cores diferentes, de preferência)
- Proveta de 100 mL ou seringa descartável de 60 mL
- Duas colheres (uma tamanho de café e outra de sopa)
- Vinagre
- Bicarbonato de sódio
- Hidróxido de sódio (em escamas, de supermercado)
- Solução alcoólica de fenolftaleína (se necessário, vide acima como preparar)

30

Preparo das Soluções

Solução de hidróxido de sódio: pode ser usada soda cáustica (em escamas) adquirível em supermercados, por exemplo. Por outro lado, não é necessário saber a concentração da solução (basta que se tenha certeza que ela é $\approx 1,0$ mol/L). Recomendamos que se dissolva uma colher de sopa de NaOH em um béquer (ou copo de vidro) contendo cerca de 200 mL de água (que pode ser de torneira); nesse caso, a concentração será próxima de 2 mol/L. **Atenção!** O hidróxido de sódio sólido e suas soluções concentradas podem causar queimaduras graves nos olhos, na pele e nas membranas mucosas. O pó de hidróxido de sódio sólido é extremamente irritante aos olhos e ao sistema respiratório.

Solução de acetato de sódio: Esta solução será preparada pela neutralização de ácido acético (contido no vinagre) com hidróxido de sódio:



Inicialmente, coloque 40 mL de vinagre em uma das garrafas de vidro, usando a proveta (ou a seringa). Após adicionar algumas gotas da solução de fenolftaleína ao vinagre, neutralize-o adicionando lentamente a solução de hidróxido de sódio. Adicione essa solução até obter uma coloração rosa-clara; então, adicione gotas de vinagre até que essa coloração rosa desapareça. Estará obtida então a solução de acetato de sódio.

Procedimento

Inicialmente, transfira a solução de acetato de sódio para a proveta de 100 mL; a seguir, adicione 10 mL de vinagre a essa solução e complete o volume para 100 mL, adicionando água [Caso você só disponha da seringa, meça os volumes e garanta que o volume final seja de 100 mL]. Transfira essa solução de ácido acético e acetato de sódio de volta para a

garrafa.

Coloque 10 mL de vinagre na proveta e, a seguir, acrescente água até obter 100 mL de solução. Transfira essa solução de ácido acético para a outra garrafa.

Coloque uma colher (tamanho de café) de bicarbonato de sódio em cada um dos balões. Tome cuidado para que as medidas de bicarbonato sejam iguais. A seguir, conecte um balão a cada garrafa, tomando o cuidado de não deixar que o bicarbonato caia nas soluções (Fig. 2A).

Com o auxílio de dois alunos, instrua-os a apertar o pescoço dos balões e colocá-los em posição vertical, de modo a estarem prontos para despejar o bicarbonato nas soluções

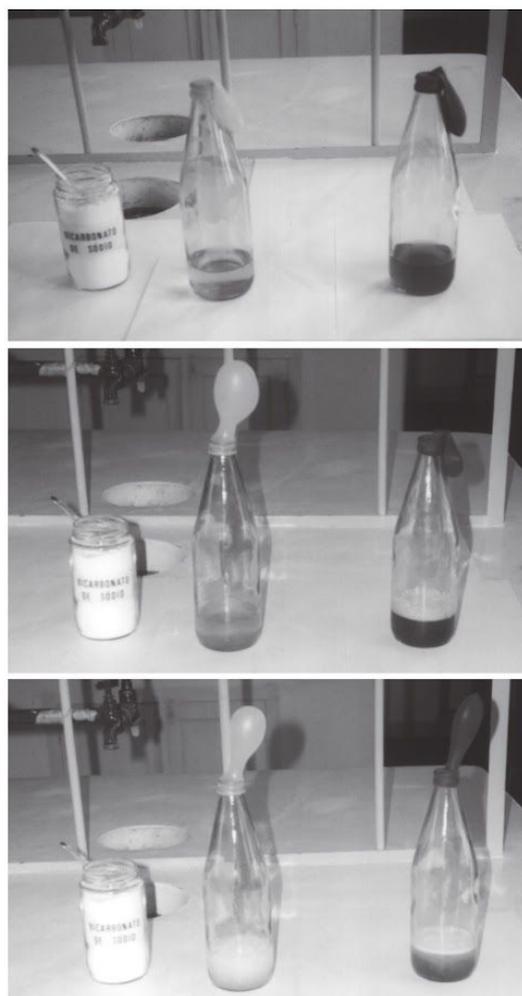


Figura 2: Montagem da demonstração do efeito do íon comum através do equilíbrio de ionização do ácido acético. (A) Antes da adição do bicarbonato de sódio às soluções nas garrafas (vinagre diluído na garrafa da esquerda e vinagre/acetato de sódio diluídos na da direita). (B e C) Após a adição. Note como o desprendimento de gás carbônico é mais rápido na garrafa que contém somente vinagre diluído.

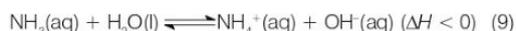
contidas nas garrafas. A um sinal seu, a adição do bicarbonato deverá ser feita ao mesmo tempo. Observe o que ocorre.

Comentários

A velocidade de formação de gás carbônico é maior na garrafa que contém somente ácido acético do que naquela que contém ácido acético misturado com acetato de sódio, pois aí se observa o efeito do íon comum (acetato), que causa a diminuição da concentração de H_3O^+ . Como a velocidade da reação depende da concentração de H_3O^+ , ela também diminui.

Efeito da temperatura: equilíbrio de ionização da amônia

Neste experimento, o equilíbrio de ionização da amônia (contida em uma solução amoniacal para limpeza)



é deslocado pela variação da temperatura.

Material e reagentes

- Béquero de 250 mL (ou copo de vidro)
- Um conta-gotas de 3 mL
- Recipiente com mistura gelo/água
- Solução amoniacal para limpeza (Vim®, Fort®, Ajax® etc.)
- Solução alcoólica de fenolftaleína (se necessário, vide acima como preparar)

Procedimento

Adicione 10 gotas da solução amoniacal a cerca de 200 mL de água contidos em um béquer (ou copo). A seguir, adicione algumas gotas da solução alcoólica de fenolftaleína e observe a cor rosa indicativa de pH básico. Transfira um pouco dessa solução para um tubo de ensaio (no máximo um terço do volume do tubo). Aqueça o tubo na chama de um bico de Bunsen ou de uma lamparina (ou mesmo na boca de um fogão ou fogareiro). Observe o que ocorre. Logo após, coloque o tubo de ensaio no banho de gelo. Observe o que ocorre.

Comentários

A reação de ionização da amônia é um processo exotérmico. Portanto, o aquecimento da solução faz com que o equilíbrio se desloque no sentido dos reagentes, o que leva ao desaparecimento da coloração rosa (ou esmaecimento dessa cor, caso a solução esteja muito concentrada em amônia), pois a concentração de OH^- diminui. Ao se colocar o tubo aquecido no banho de gelo, aos poucos a coloração rosa reaparece, mostrando que o equilíbrio é deslocado no sentido dos produtos (aumentando, portanto, a concentração de OH^-).

Essa demonstração só funciona bem para baixas concentrações de amônia, pois caso ela seja alta, não se consegue deslocar suficientemente o equilíbrio para perceber a descoloração da cor rosa. Como a concentração amoniacal nos agentes de limpeza pode variar, teste antecipadamente a experiência e encontre a concentração adequada (neste caso, a presença de fenolftaleína confere uma coloração rosa-clara à solução).

Questões

- 1) Baseando-se nas observações da experiência, deter-

mine se a reação é endo ou exotérmica.

2) O que ocorre com o valor da constante de equilíbrio da reação 9, quando: a) o tubo de ensaio é aquecido? b) o tubo de ensaio é resfriado?

Agradecimento

Agradecemos à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) o apoio ao projeto Desenvolvimento de um Laboratório Piloto para a Escola do 2º Grau, dentro do qual as experiências aqui relatadas foram desenvolvidas.

Luiz Henrique Ferreira, mestre em química analítica pela USP e doutorando em química orgânica na UNICAMP, é coordenador da área de química do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP em São Carlos - SP e um dos membros do Grupo "Química Legal". **Dácio R. Hartwig**, licenciado em química pela UFSCar e doutor em didática pela USP, é professor adjunto do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSCar, em São Carlos - SP e um dos membros do Grupo "Química Legal". **Romeu C. Rocha-Filho**, licenciado em Química pela UFSCar e doutor em ciências (área físico-química) pela USP, é professor adjunto do Departamento de Química da UFSCar, em São Carlos - SP e um dos membros do Grupo "Química Legal".

Notas

1. O uso da expressão 'velocidade de reação' é polêmico, já que, a rigor, velocidade é uma grandeza física vetorial que tem direção e sentido (veja *Química Nova na Escola* nº 2, p. 26). Em Portugal, utiliza-se a expressão 'taxa de reação', mais correta; no Brasil, o GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química), em seus livros *Interações e Transformações: Química para o 2º Grau* (veja resenha em *Química Nova na Escola* nº 3, p. 25) utiliza o termo 'rapidez'. Neste artigo, a expressão 'velocidade de reação' será utilizada, dado que seu uso é generalizado nos textos de química editados no Brasil.

2. MACHADO, A.H. & ARAGÃO, R.M.R. de. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 18-20, 1996.

3. Esta afirmação não é estritamente verdadeira. Em alguns casos, o sistema reage não minimizando a alteração provocada; isto implica que o princípio de Le Chatelier não é geral, como às vezes se dá a entender [veja, por exemplo, DE HEER, J. The principle of Le Chatelier and Braun. *J. Chem. Educ.*, v. 34, n. 8, p. 375-380, 1957].

4. QSP: quantidade suficiente para completar a amostra.

5. O uso do sal bicarbonato de amônio (sal amoniacal) implica que, na realidade, após a adição desse sal, existe um equilíbrio adicional na solução: o de hidrólise do íon bicarbonato, gerando íons OH^- (vide a segunda experiência neste artigo). Todavia, o efeito da adição do íon comum (NH_4^+) prevalece sobre o da hidrólise.

6. Apesar de neste artigo o próton aquoso ser representado ora por $\text{H}^+(\text{aq})$ ora por $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, na realidade ele existe no mínimo na forma $\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, ou seja, $\text{H}_3\text{O}_4^+(\text{aq})$. Para maiores detalhes, veja: GIGUÈRE, P. A. The great fallacy of the H^+ ion. *J. Chemical Education*, v. 56, n. 9, p. 571-575, 1979.

7. RUSSELL, J.B. *Química Geral*. Trad. de D. L. Sanioto et al. São Paulo: McGraw Hill, 1981.

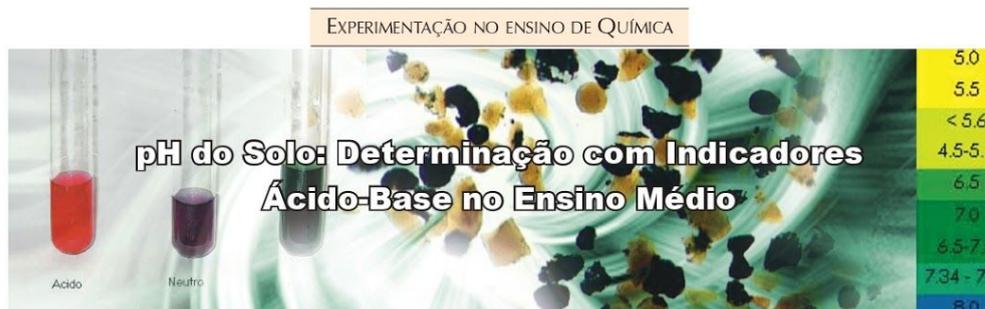
Para Saber Mais

Consulte livros de química geral de nível universitário básico, como por exemplo:

RUSSELL, J.B. *Química Geral*. Trad. de D.L. Sanioto et al. São Paulo: McGraw Hill, 1981.

MAHAN, B.M. & MYERS, R.J. *Química: um Curso Universitário*. Trad. de H.E. Toma et al. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

ANEXO III - ARTIGO “PH DO SOLO: DETERMINAÇÃO COM INDICADORES ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO”



Márjore Antunes, Daniela S. Adamatti, Maria Alice R. Pacheco e Marcelo Giovanela

A realização de atividades experimentais contextualizadas pode ser uma ferramenta eficaz para despertar o interesse do aluno em aprender significativamente conteúdos a serem desenvolvidos. Devido à dificuldade de os alunos estabelecerem relações entre o potencial hidrogeniônico (pH) e o seu cotidiano, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a aplicabilidade de uma metodologia para a determinação do pH de solos, visando à aprendizagem desse conteúdo por estudantes do Ensino Médio. O experimento, realizado com uma turma de 27 alunos de 3ª série do Ensino Médio, mostrou-se viável quanto ao custo; ao espaço físico necessário para a sua realização; e ao seu caráter interdisciplinar e motivacional, o que permite supor que ele possa ser realizado em qualquer escola do ensino público ou privado.

► experimentação no Ensino Médio, potencial hidrogeniônico, solos ◀

Recebido em 30/07/08, aceito em 31/07/09

283

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) (Brasil, 2002), os conteúdos abordados no ensino de Química não devem se resumir à mera transmissão de informações que não apresentem qualquer relação com o cotidiano do aluno, seus interesses e suas vivências. A fragmentação do conhecimento em disciplinas isoladas produz, nos estudantes, a falsa impressão de que o conhecimento e o próprio mundo são compartimentalizados (Guerra e cols., 1998). Assim, os conteúdos de aprendizagem devem partir de temas que permitam a contextualização e a interconexão entre diferentes saberes.

O potencial hidrogeniônico (pH) é um dos assuntos abordados no Ensino Médio que, salvo raras exceções, é relacionado com outras áreas do conhecimento e com a própria vivência do aprendiz. Na maioria das vezes, como a sua aplicação e importância não são contextualizadas, os alunos

acabam por considerar o conteúdo sem sentido, já que não conseguem estabelecer relações entre ele e o seu cotidiano. Em função disso, passam a apenas memorizar os conceitos e as fórmulas matemáticas presentes nessa matéria.

Dentro desse contexto, a realização de experiências para demonstrar, na prática, o que é o pH pode ser uma maneira para estimular a motivação dos alunos a aprender tal parte do assunto significativamente. Segundo Delizoicov e Angotti (1990), as atividades experimentais, ao propiciarem situações de investigação, despertam um grande interesse nos estudantes e, portanto, constituem momentos particularmente ricos no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a aplicabilidade de uma metodologia para

a determinação do pH de solos, para a aprendizagem de alunos do Ensino Médio, de acordo com os seguintes critérios: custo do experimento; possibilidade de realizá-lo em sala de aula; e caráter motivacional que despertasse a curiosidade e o interesse dos jovens, permitindo-lhes o estabelecimento de relações entre diferentes áreas do conhecimento.

O pH dos solos

Os solos podem ser naturalmente ácidos em função da própria pobreza em bases do material de origem ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na (Lopes e cols., 1991). De acordo com artigo publicado pelo GEPEQ (1998), a alteração de alguns minerais bem como o uso de alguns fertilizantes podem

De acordo com os PCN, os conteúdos abordados no ensino de Química não devem se resumir à mera transmissão de informações que não apresentem qualquer relação com o cotidiano do aluno, seus interesses e suas vivências.

A seção “Experimentação no ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

tornar o solo ácido, prejudicando o crescimento de alguns vegetais como a soja, o feijão e o trigo, e diminuir a ação de micro-organismos presentes nesse compartimento. Em regiões áridas e com pouca chuva, também pode ocorrer de o solo se tornar alcalino, o que pode ser prejudicial ao crescimento dos vegetais.

Os solos apresentam dois tipos de acidez: a acidez ativa e a potencial (trocável ou não trocável). A acidez ativa é representada pela atividade dos íons H^+ na solução do solo (Rossa, 2006) e pode ser medida por meio do pH. O pH em solução de cloreto de cálcio 0,01 mol/L foi introduzido por Schofield e Tylor (*apud* Rossa, 2006) e sua determinação apresenta algumas vantagens em relação à determinação do pH em água, conforme descrito por Peech (*apud* Rossa, 2006):

- O pH em $CaCl_2$ é pouco afetado pela relação entre o solo e a solução;
- A concentração salina de 0,01 mol/L é suficiente para padronizar as variações de sais entre amostras, evitando variações estacionais de pH;
- A suspensão de solo em $CaCl_2$ é floculada, o que minimiza os erros provenientes do potencial de junção líquida, uma vez que o eletrodo de referência permanece em um sobrenadante isento de partículas de solo;
- A concentração salina utilizada é semelhante à concentração de sais observada em solução de solo de boa fertilidade;
- O aparelho utilizado para fazer as medições apresenta maior precisão e estabilidade na leitura do pH.

O pH do solo também pode ser determinado em água, como dito anteriormente, em uma proporção de 10 g de solo para 25 mL de água destilada. A determinação, no entanto, deve ser realizada após 3 horas de agitação manual ou mecânica.

Material

Os materiais utilizados no experimento encontram-se listados abaixo:

- 1 pá de jardim;
- 2 bandejas de plástico;
- 1 pilão para caipirinha;
- 1 peneira ou coador que retenha areia grossa;
- 6 copos plásticos transparentes com capacidade para 200 mL;
- 1 colher de sopa;
- 1 seringa com capacidade para 10 mL;
- 3 colheres de plástico;
- 3 funis;
- 3 filtros para café;
- solução de $CaCl_2$ 0,01 mol/L;
- papel tornassol azul e vermelho;
- solução de fenolftaleína a 1%;
- papel indicador universal;
- 1 limão;
- sabão em pó dissolvido em água.

Caso o professor e/ou a escola não disponham do sal de cálcio para o preparo da solução, este pode ser adquirido em supermercados, pois é o principal constituinte dos antimofos mais comuns. O papel tornassol e a solução de fenolftaleína podem ser substituídos por indicadores alternativos de pH, tais como o extrato de repolho roxo (Yoshioka e Lima, 2008), extratos de pétalas de flores, de feijão preto e de frutas como a amora, a jabuticaba e a uva (Soares e cols., 2001; Terci e Rossi, 2002).

Procedimento experimental

Antes da realização do experimento, o professor deverá ter construído, junto com os alunos, alguns conceitos básicos sobre pH e que são pertinentes ao entendimento da atividade prática. Para poder ser realizado

no Ensino Médio, a metodologia para a determinação de pH de solos (Figura 1) foi adaptada do método proposto por Cotta (2003), no qual são adicionados 25 mL de cloreto de cálcio 0,01 mol/L a uma massa de 10 g de solo previamente seco, moído e peneirado.

Uma turma de 27 alunos da 3ª série do Ensino Médio do Centro Tecnológico Universidade de Caxias

do Sul (CETEC-UCS) foi, inicialmente, dividida em cinco grupos, sendo que cada um deles ficou responsável por uma etapa do experimento. O tempo necessário para a realização da atividade experimental foi de, aproximadamente, 2 horas, sendo que 30 minutos foram destinados à coleta da amostra de solo no campus universitário, duas semanas antes da realização do experimento, para que ela secasse naturalmente.

Como os alunos não foram avisados antes do dia da coleta, os materiais necessários para a sua realização foram providenciados pelos autores. Nesse mesmo dia, estes solicitaram aos estudantes que providenciassem o restante do material necessário para dar continuidade à experiência, que seria realizada duas semanas após a coleta (Figura 1).

No dia do experimento em sala de aula, a amostra de solo foi moída em um pilão e peneirada para remoção de impurezas. Em seguida, adicionou-se uma colher de sopa rasa de solo peneirado (10 g) a um copo plástico; esse procedimento foi realizado em triplicata. Com o auxílio de uma seringa, adicionaram-se 25 mL de solução de $CaCl_2$ 0,01 mol/L a cada amostra, e as misturas foram agitadas com uma colher de plástico e deixadas em repouso por 30 minutos para estabilização do seu pH.

Uma parte desse tempo foi destinada à construção de conhecimentos específicos sobre o pH do solo: sua origem; os fatores que influenciam o pH e o que é influenciado por ele; e o pH ideal para o plantio de determinadas culturas. O tratamento desses assuntos visou inserir o conhecimento sobre o pH em situações do cotidiano.

O tempo restante foi destinado à apresentação do grupo encarregado pela pesquisa sobre indicadores ácido-base: o que são; exemplos de indicadores que podem ser feitos com materiais do cotidiano; a estrutura do tornassol e da fenolftaleína; quais são

Os conteúdos de aprendizagem devem partir de temas que permitam a contextualização e a interconexão entre diferentes saberes.

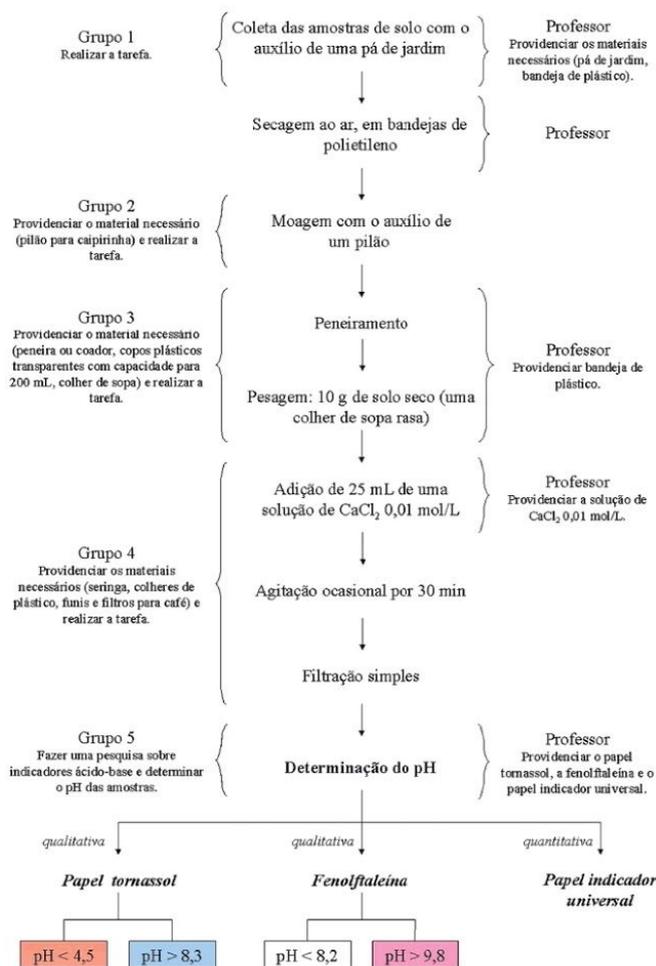


Figura 1. Esquema da metodologia proposta para a determinação do pH em solos para alunos do Ensino Médio.

os indicadores geralmente utilizados na formulação do papel indicador universal; qual é o comportamento (mudança de coloração) do papel tornassol e da solução de fenolftaleína dependendo do pH do meio; qual a diferença entre os indicadores de pH tornassol e fenolftaleína com relação ao papel indicador universal.

Transcorridos os 30 minutos, as misturas foram filtradas em copos plásticos para determinação do pH. No primeiro copo, ele foi medido com o auxílio de papel tornassol azul e vermelho; no segundo, foram adicionadas três gotas de solução de

fenolftaleína a 1%; e a determinação quantitativa com o papel indicador universal foi realizada com o filtrado do terceiro copo.

Cabe ressaltar que, durante toda a aplicação do experimento no ambiente de aprendizagem, foi utilizada a estratégia de aula expositiva dialogada. Tal estratégia permitiu que fossem tratados alguns assuntos de que os alunos já possuíam conhecimentos prévios, tais como separação de misturas, equilíbrio químico nas reações com indicadores de pH, hidrólise de sais – em especial do sal de cálcio utilizado no experimento – e

velocidade de reações. Posteriormente, visando consolidar a atividade experimental, os alunos receberam uma lista de exercícios (Tabela 1) que foi respondida individualmente em horário extraclasse.

Resultados e discussão

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram algumas das etapas desse experimento.



Figura 2. Coleta da amostra de solo no campus da Universidade de Caxias do Sul.



Figura 3. Moagem e peneiramento da amostra de solo seca ao ar.



Figura 4. Agitação ocasional da mistura de solo e solução de CaCl_2 0,01 mol/L.

O solo analisado no experimento apresentou, de acordo com o papel indicador universal, um valor de pH compreendido entre 5 e 6. Em função desse valor, ao ser adicionada solução de fenolftaleína, não houve mudança na coloração da solução do

Tabela 1. Questões a serem respondidas individualmente pelos alunos ao término da atividade prática.

Questão	Objetivo
1) O solo analisado tem caráter ácido ou básico? Justifique a sua resposta.	Relacionar a grandeza pH com os conceitos de acidez e basicidade.
2) Utilizando o valor do pH encontrado no experimento, calcule a concentração de íons H^+ e OH^- presentes no filtrado analisado.	Saber utilizar relações matemáticas para determinar a concentração das espécies em questão.
3) Na região das hortênsias (Gramado, Canela, Nova Petrópolis e São Francisco de Paula), localizada no estado do Rio Grande do Sul, a coloração predominante desse tipo de planta é azul. Como pode ser explicada a coloração dessa flor em termos de pH? Qual a influência da constituição geológica da região na coloração das hortênsias?	
4) As queimadas, agravantes do aquecimento global, são utilizadas na agricultura a fim de preparar o solo para o plantio. Depois da primeira queimada, há um grande depósito de cinzas no solo, o que favorece o crescimento dos vegetais que serão ali plantados. Por que as cinzas das plantas favorecem o plantio das primeiras colheitas?	Estabelecer relações entre as diferentes áreas do conhecimento.
5) Em solos em que o pH é básico, há maior disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo para as plantas, o que favorece o seu desenvolvimento. Qual a função desses elementos em relação ao metabolismo vegetal?	

286

solo, que permaneceu incolor. Devido ao pH do solo estar compreendido entre os pontos de viragem do papel tornassol, não se observou mudança de coloração para esse último. Vale ressaltar que os alunos foram instigados a encontrar a solução do porquê dessa constatação experimental.

A fim de que os jovens pudessem observar a mudança de coloração dos indicadores de pH utilizados, foi-lhes fornecido limão e sabão em pó dissolvido em água para que eles utilizassem os indicadores nessas substâncias. Com o papel indicador universal, os alunos mediram pH igual a 2 para o limão e igual a 11 para a solução de sabão em pó. O papel tornassol vermelho adquiriu coloração azul quando em contato com a solução de sabão em pó, e esta adquiriu coloração rosa ao se adicionarem algumas gotas de fenolftaleína. Já o papel tornassol azul adquiriu coloração vermelha quando entrou em contato com algumas gotas de limão.

Os resultados referentes às questões respondidas pelos alunos encontram-se na Tabela 2.

De um modo geral, os estudantes atingiram os objetivos propostos pelas questões e pôde-se observar que aquelas cujos objetivos foram plenamente alcançados (questões 1, 2 e 5) correspondem aos assuntos discutidos durante a atividade experi-

mental. A maior dificuldade encontrada pelo grupo, evidenciada pelo menor percentual dos que atingiram o objetivo plenamente, foi com relação às questões 3 e 4, com as quais eles deveriam estabelecer relações entre Química e Geografia e Química e Biologia, respectivamente.

Com relação à questão 3, os alunos conseguiram justificar a cor das hortênsias em função do pH

Tabela 2. Percentual de alunos que atingiram os objetivos das questões propostas.

Questão	Alunos que atingiram o objetivo (%)	
1	Plenamente	59
	Parcialmente	36
	Não atingiu	5
2	Plenamente	86
	Parcialmente	9
	Não atingiu	5
3	Plenamente	32
	Parcialmente	64
	Não atingiu	4
4	Plenamente	14
	Parcialmente	36
	Não atingiu	50
5	Plenamente	50
	Parcialmente	41
	Não atingiu	9

do solo, mas poucos conseguiram estabelecer a relação dos íons Fe^{2+} , provenientes das rochas da região, com a cor dessas plantas. Os alunos tiveram dificuldade em identificar que o basalto e o granito fazem parte da constituição geológica do RS.

Já na questão 4, os estudantes conseguiram relacionar a fertilidade do solo ao controle do pH proporcionado pelas cinzas das plantas, mas tiveram dificuldade em propor qual seria a composição dessas cinzas que auxiliaria no processo de diminuição da acidez do solo.

Com base nisso, pôde-se concluir que a atividade experimental foi válida, já que os alunos demonstraram interesse na sua realização e atingiram os objetivos propostos para a resolução das questões solicitadas. Um fator que pode ter contribuído satisfatoriamente para a motivação deles foi o fato de todos participarem ativamente de todo o processo.

Conclusão

Por meio da metodologia proposta neste trabalho, foi possível a execução de um procedimento de ensino para determinar o pH de solos para alunos do Ensino Médio, devido ao baixo custo envolvido no experimento e à facilidade do método, o qual pode ser realizado pelos próprios alunos

em sala de aula. O tema "solos" é interdisciplinar, tendo em vista que engloba várias áreas do conhecimento. Dessa forma, o conteúdo de aprendizagem "pH" permite que os aprendizes percebam as relações existentes em um mesmo assunto apresentado sob diferentes aspectos. O experimento acarretou curiosidade e interesse por ser uma atividade diferenciada, bem como incentivou a participação ativa dos alunos.

Por meio desse trabalho prático, os estudantes foram estimulados a desenvolver o trabalho em equipe, a liderança, as relações interpessoais, a organização, a observação crítica dos fenômenos e a relação entre as diversas áreas do conhecimento, percebendo assim que o conhecimento pode ser apresentado de maneira não fragmentada, ou seja, que as diversas ciências podem se complementar.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade de Caxias do Sul, à turma GAMA 3 do ano de 2008, à professora Lílian Inês G. Pedruzzi, à direção e à coordenação pedagógica do CETEC-UCS e à professora Marly Ida Menegotto Suszek pela revisão do trabalho.

Notas

1. As hortênsias são flores encontradas em tons de rosa, azul e branco de acordo a variação do pH do solo. São azuis em solo ácido e rosas em básico. Resultados de estudos prévios indicaram a interação de Fe^{2+} , em meio ácido, como provável responsável pela coloração azul das flores. Como o estado do RS se localiza na Bacia Sedimentar do Paraná, na qual predominam o basalto e o granito, há grande disponibilidade de ferro para o solo e, conseqüentemente, para as plantas, o

que pode contribuir para a coloração azul dessas flores nessa região.

2. As cinzas das plantas apresentam óxidos básicos de sódio, potássio, cálcio e magnésio que acabam por auxiliar no aumento do pH do solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas. O problema é que, com queimadas contínuas, há a diminuição de nutrientes no próprio solo, afetando o desenvolvimento das plantas.

Márcio Antunes (mantunes@ucs.br) é acadêmica do curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade de Caxias do Sul (UCS) e desenvolve projeto de iniciação científica. **Daniela S. Adamatti** (daniela.adamatti@hotmail.com) é acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da UCS e desenvolve projeto de iniciação científica. **Maria Alice R. Pacheco** (marpache@ucs.br), licenciada em Química pela UCS e mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), é professora titular da UCS. **Marcelo Giovanella** (mgiovan1@ucs.br), bacharel em Química e doutor em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), é professor titular da UCS.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. *Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*: PCN + ensino médio, orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.
- COTTA, J.A.O. *Diagnóstico ambiental do solo e sedimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)*. 2003. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J.A.P. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.
- GEPEQ. Experiências sobre solos. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 39-41, 1998.
- GUERRA, A.; FREITAS, J.; REIS, J.C. e BRAGA, M.A. A interdisciplinaridade no ensino de Ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. *Caderno*

Catarinense de Ensino de Física, v. 15, n. 1, p. 32-46, abr. 1998.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C. e GUILHERME, L.R.G. *Boletim técnico n° 1: acidez do solo e calagem*. 3 ed. São Paulo: ANDA, 1991.

ROSSA, U.B.S. *Estimativa de calagem pelo método SMP para alguns solos do Paraná*. 2006. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOARES, M.H.F.B.; CAVALHEIRO, E.T.G. e ANTUNES, P.A. Aplicação de extratos brutos de flores de quaresmeira e azaleia e da casca de feijão preto em voltametria ácido-base: um experimento para cursos de análise quantitativa. *Química Nova*, v. 24, n. 3, p. 408-411, 2001.

TERCI, D.B.L. e ROSSI, A.V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Química Nova*, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.

YOSHIOKA, M.H. e LIMA, M.R. *Experimentoteca de solos: pH do solo*. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Disponível em: <<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentotecasolos7.pdf>>. Acesso em abr. 2008.

Para saber mais

GAMA, M.S. e AFONSO, J.C. De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez. *Química Nova*, v. 30, n. 1, p. 232-239, 2007.

JORGE, J.A. *Solo: manejo e adubação*. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1983.

SAMPAIO, P.G. e ROSSI, A.V. *Aspectos analíticos de antocianinas extraídas de hortênsias: caracterização e aplicações*. Disponível em: <<http://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xiii-congresso/paineis/017033.pdf>>.

Abstract: Soil pH: Determination with acid-base indicators in high schools. The activity of carrying out contextualized experiments can be an effective tool to awaken the interest of students to learn well the content. Given the difficulty which students encounter in establishing relations between hydrogenionic potential (pH) and their daily lives, this study aimed to assess the applicability of a methodology for determining the pH of soils in high schools. The experiment, conducted in a class of 27 high school students, was shown to be viable in terms of the cost, the physical space required and its interdisciplinary and motivational nature, which allow it to be applied in any public or private school.

Keywords: experimentation in high school, hydrogenionic potential, soils

APÊNDICE A - DISSERTAÇÃO ACERCA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS LICENCIANDOS

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: LUANA MARCIELE MORSCHHEISER

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra “Solo”, o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do Solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do Solo?
- Em relação a funcionalidade do Solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do Solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o Solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FINAL, RETOMADA DOS CONHECIMENTOS

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Licenciando (a): _____

**ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM
DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO**

01. Considerando os caminhos percorridos até o momento ao longo de sua formação enquanto pessoa, acadêmico e logo adiante professor(a) pesquisador de Química, o desenvolvimento do Ensino de Química por meio da abordagem temática Solo, foi pertinente para sua formação? () Sim () Não. Quais os motivos que te levaram à resposta?

02. Analisando as problemáticas pertinentes à sociedade em que você encontra-se inserido e as concepções tecnológicas da ciência, você considera importante desenvolver estudos acerca do tema problema Solo ? () Sim () Não. O que te fez chegar a tal conclusão?

03. Ao longo dos cinco encontros em que trabalhamos com a abordagem temática como um método diferenciado de desenvolver o ensino e aprendizagem de Química, em qual ou em quais momento(s) você considerou que atingiu o maior índice de aprendizagem? Porque?

- 1ª Encontro: Conhecimentos prévios
- 2ª Encontro: Inserção da temática Solos
- 3ª Encontro: Relação da temática com o conteúdo Equilíbrio Químico - Dinâmica
- 4ª Encontro: Análise do pH do Solo e experimentos de Equilíbrio Químico
- 5ª Encontro: Construção do conhecimento a partir das atividades práticas

04. Pensando em termos de aprendizagem, e não somente em aprovação ou reprovação dos componentes curriculares de cunho específico do curso de Química-Licenciatura, você considera pertinente desenvolver os conteúdos e conceitos Químicos, a partir de temáticas considerando o espaço-tempo em que você está inserido, e não da forma tradicional como normalmente ocorre nesses CCRs? Sim Não. Se não, porquê ?

05. Já havia sido realizado no curso de Química Licenciatura metodologias de ensino, por meio de uma abordagem temática em algum outro componente curricular a não ser em Química Geral II ?

- Sim, em qual CCR ?
- Não, Você considerou essa experiência significativa ? Descreva.

APÊNDICE C - TEXTOS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS ACERCA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Quando ouvimos falar em solo a primeira coisa que vem a nossa mente é o simples chão em que pisamos, mas a questão "solo" ultrapassa este pensamento, solo é o lugar que plantamos nosso sustento, o solo produz a alimentação dos animais e plantas, entre muitas outras utilizações, isso mostra que o solo faz parte de um ciclo de vida em que todos os indivíduos estão inseridos nele, desde plantas, insetos e até os maiores seres vivos. Se pararmos para refletir de onde o solo se origina, muitas pessoas não saberiam como responder, mas esta não passa de uma simples questão, afinal todo tipo de resíduo, seja ele orgânico ou não, volta ao solo na forma de nutrientes para plantas e até os menores espécies viventes no mesmo.

No entanto, o solo necessita de um tempo para que possa voltar a produzir e se manter, assim como nós deva-

mas explorar o que ele nos dá, mas também devemos
reportar para ele o que lhe foi tirado. Mas o que deveria
ser reposto? Simples, a quantidade de nutrientes deve ser
reposta, a acidez e basicidade deve ser regulada, o solo
deve ser oxigenada, praticamente o solo necessita de cuidados
e o dever do ser humano regular isso nas medidas apro-
priadas, por que senão o solo seria sobrecarregado.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Mariele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

A palavra solo lembra, ligeiramente, o próprio "chão" em seus mais diversificados processos de formação quanto de transformação e também suas características nas diversas regiões por todo o mundo.

Com o passar do tempo, o solo sofreu e sofre diversas alterações pelos processos naturais e também por intervenção humana, o que interfere diretamente no seu comportamento e na sua composição.

Brutalmente, é composto por rochas, terra, areia e diversos minerais que se distribuem de acordo com as regiões específicas com sua formação.

Se por qualquer interrupção, o solo deixar de ter um equilíbrio, compromete-se o seu uso pelo fato de não estar mais apto e não suportar diversas atividades em seu meio.

Contribui diretamente, na produção de alimentos, matéria-prima, subsistência e fauna/flora.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Solo é aglomerado de matéria orgânica, com fragmentos de rochas, as quais sofrem processos de deterioração, estes são classificados em três etapas: física, química e biológica.

Física: ação das chuvas, ventos, calor, movimentação.

Química: Raízes de plantas, microrganismos, fungos, bactérias, entre outros...

Química: Potencial de CTC (Capacidade Troca de cátions); micronutrientes, minerais, PTO (Potencial de Oxidação); entre outros processos.

O solo se apresenta com a grande maioria dos minerais existentes em temperatura ambiente, porém se classifica em macro e micros.

Macro: Nitrogênio, Potássio, fósforo {(NPK)}.

Micro: Ca, Fe, Al, Cu, Mn, Mo, Ag, entre outros.

Um solo com um bom equilíbrio químico, biológico e físico, passa a criar um microclima que atua nas demais formas de vida, passando a existir em sinergia entre todos os elementos formadores e constituintes.

A estequiometria pode ser ligada a geometria do solo, a quantidade de calor, a taxa química, a pressão exercida, e potencial de atividade química entre outros elementos.

Utilizemos o solo para plantar condimentos, plantas medicinais, e frutíferas, e adubamos com restos de materiais orgânicos.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Mariele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Eu falo em solo, associa com a agricultura e tudo que dele provém, como alimento por exemplo, em minha família utilizamos o solo para fazer hortas, então todos os restos de comida que sobram da refeição são colocados em um determinado pedaço de Terra e aterrados para adubo, creio que quanto melhor e mais fértil o solo melhor será a produção do que for plantado, mais não sei como é feito isso de forma adequada ou o que compõe o solo.

A relação entre a estequiometria e produtividade agrícola deve estar relacionada a proporção de fertilizantes e a produção com maior porte, rendendo mais.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Do ouvir a palavra solo, a primeira coisa que vem na minha mente é algo voltado para a agricultura, plantações, erosão, etc. No meu ensino médio, estudei que a formação do solo se não me engano, através da fragmentação das rochas ou algo relacionado.

O equilíbrio do solo em geral é importante principalmente para a produtividade agrícola, saber o momento certo para começar as plantações é fundamental. Além disso, muitas vezes para melhorar a fecundação do solo deve-se repor alguns nutrientes, como calcário, por exemplo.

Minha família inteira trabalha com a agricultura e pecuária, sendo daí a principal fonte de renda de todos nós. Plantamos um pouco de tudo, desde soja, milho, feijão, até fumo.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Este solo possui em produção / agricultura, serve-se para decomposição dos resíduos de alimentos vegetais. Quimicamente o solo contém quant. Níveis de fósforo, etc.

Importante manter-se em equilíbrio químico para melhor desenvolvimento das plantas. Além a quantidade certa de ad. fósforo se ser aplicado no solo é fundamental.

Na minha residência o solo contribui para atividades agrícolas, fazendo o equilíbrio do solo.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Do ouvir a palavra "solo", logo penso na terra, terra seca, terra molhada, terra adubada, terra disputada, terra tão cheia de vida que dá vontade de plantar, o solo é muito mais do que o chão que a gente pisa, séculos de história, é química pura, cheia de bilhões de anos, cheia de fertilidade.

O processo de pedogênese, acredito eu se dá por meio do adubo que é adicionado, etc. O solo pode trazer estas composições químicas desde minerais ferro, silício até as mais improváveis misturas como o fracionamento de potássio.

Dependendo do que é adicionado ao solo, pode ser transformado que em um solo mais ácido, ou em um solo mais básico isso pode causar a decaência de minerais para as plantas e em especial nos lagos, agricultura, onde a renda depende do solo.

Em relação ao equilíbrio biológico, pode distribuir a vida dos animais, e ocorrer como ciclo.

No caso dos meus ovelhas a renda da família vem do solo e da agricultura.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Mariele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

→ Sei apenas, não conheço pedogênese, provavelmente penso que é composta de N, O, S, P, Ca, O . O equilíbrio dos nutrientes do solo é importante para sua produtividade na agricultura, a estequiometria do solo é útil para saberem as suas quantidades de nutrientes para um fim específico.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marcele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Solo, me remete a lembrança: terra, crosta terrestre até o núcleo. acredito que sua formação ocorre através de tempo, com o acúmulo de poeira e resíduos. Sua composição para mim são, resíduos, sais minerais...

Tem uma grande importância para a formação de vida aqui: dos plantas, animais. Através delas nos alimentamos e se o alimento está contaminado automaticamente nos contaminamos, o que ~~tem~~ coloca em risco a vida humano, animal e vegetal.

Atrás de casa temos um horto com choi e temperos, temos algumas flores também. ~~temos~~ Temos o costume de jogar restos de alimentos (como frutas, suas cascas, ervas de mate, etc), pois acreditamos que pode enriquecer o solo, tornando mais fértil. Quando plantamos o grama lá de casa colocamos adubo orgânico.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marcielle Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente? *acho bruto, terra*
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)? *de cima*
- 3 → Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

↳ Sim, horta e familiares na agricultura.

↳ ha produção de dióxido de carbono por exemplo, para não ter "defeitos" no que plantou

3- Rochas; terras; Solos

O solo é de extrema importância para o ambiente e para a sobrevivência de todos os seres vivos, na produção de alimentos para os mesmos. No fortalecimento de produtos orgânicos entre outros.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

Basicamente não possui muito conhecimento sobre tal assunto, meus pais viveram em uma fazenda na infância, após esta cidade se mudaram para a cidade. Eles produzem hoje em dia vários de nossa casa diversos tipos de verduras, para isso foi necessário capinar e adubar a terra, minha noção de solo parte disto.
Fui que há muito que se aprender, e interesse não falta.

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Mariele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- 1 → Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- 2 → Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- 3 → Quimicamente, qual é a composição do solo?
- 4 → Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo?
- 5 → Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- 6 → Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

1 - Uma imagem das sereleiras e plantações, hortas, uva, trigo, grama, frutas, solo seco, etc...

2 - não faço ideia

3 - não sei

4 - É importante manter o equilíbrio para poder ter plantações satisfatórias, para que o solo tenha todos os nutrientes que precisa para boas plantações de diversas coisas.

5 - também não sei

6 - Em minha residência ele contribui para as plantações de chás e verduras, frutas, gramas e flores. Na horta esse processo ocorre nos canteiros que são feitos, adubados, e daí feita a plantação dos verduras, temperos, legumes e os chás ocorrem de mesma forma. No quintal ocorre de modo onde foi plantada a grama em tapetes, um pé de conete na frente do casa onde são regados todos os dias. Na horta das flores ~~o~~ processo foi a retirada de um

pouco de uzele e peste em vezes onde foram plantadas
as flores. As frutas também temes na horta, um pé
de morango que nasceu de lince orgânico e tomate *

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

CCR: Química Geral II

Professora em formação: Luana Marciele Morschheiser

Professora Orientadora: Gisele Louro Peres

Acadêmico(a): _____

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DO SOLO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Tendo em vista os seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua constituição enquanto pessoa, acadêmico(a) e logo adiante professor(a) de Química, disserte sobre seu entendimento acerca do(s) Solo(s). Para situar-se durante a escrita, poderá considerar as seguintes questões:

- Quando você ouve a palavra "solo", o que vem em sua mente?
- Como se dá o processo de pedogênese (formação do solo)?
- Quimicamente, qual é a composição do solo?
- Em relação a funcionalidade do solo, qual a importância em manter o equilíbrio Químico, Físico e Biológico do solo ?
- Como você relaciona estequiometria com a produtividade agrícola?
- Em sua residência ou na residência de algum familiar próximo, de que forma o solo contribui para as atividades realizadas? E como ocorre esse processo?

A palavra solo me remete à agricultura, que é fonte de renda de muitas famílias, que tem o compromisso de manter a terra fértil e rica em nutrientes como cálcio, fósforo, adubo orgânicos e químicos para um bom rendimento na lavoura.

Em minha casa utilizamos o solo em forma de ~~terra~~ horta, que é fertilizado com compostagem de resto de comida e folhas.

APÊNDICE D - DINÂMICA PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EQUILÍBRIO QUÍMICO E TEMÁTICA SOLO

ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DO TEMA SOLO

Dinâmica Para Resolução De Exercícios

Materiais necessários:

- Caixinha surpresa com fenda na parte superior;
- Dado;
- Exercícios problemas referentes ao conteúdo abordado em sala de aula.

Desenvolvimento da Dinâmica:

Orienta-se os alunos a se dividirem em grupos e organizarem-se no formato de um semi círculo envolvendo todos os pequenos grupos formados. Em seguida um participante qualquer precisa jogar o dado, sendo que o número obtido na jogada irá determinar o primeiro escolhido a responder um dos exercícios dispostos em uma caixinha surpresa, a contar de uma das pontas do semi círculo, até o número correspondente a jogada do dado (Supondo que ao jogar o dado obtenha-se o número 3, o terceiro participante do semi círculo será escolhido para responder ao exercício). E assim consecutivamente conforme a sequência de acertos.

O grupo sorteado para responder ao exercício, terá aproximadamente 3 minutos para apresentar a resposta. Caso obtenha acerto, jogará o dado para escolher outro participante.

Para arguição das respostas será escolhido apenas 1 integrante do grupo a cada exercício, sendo que os demais deverão contribuir na formulação das mesmas.

Caso determinado grupo não souber uma resposta, este pode escolher outro grupo para respondê-la.

Caso determinado grupo responder de forma incorreta, a vez será passada para o grupo a sua esquerda.