



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

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.

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.

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

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 (troçável ou não troçável). 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.

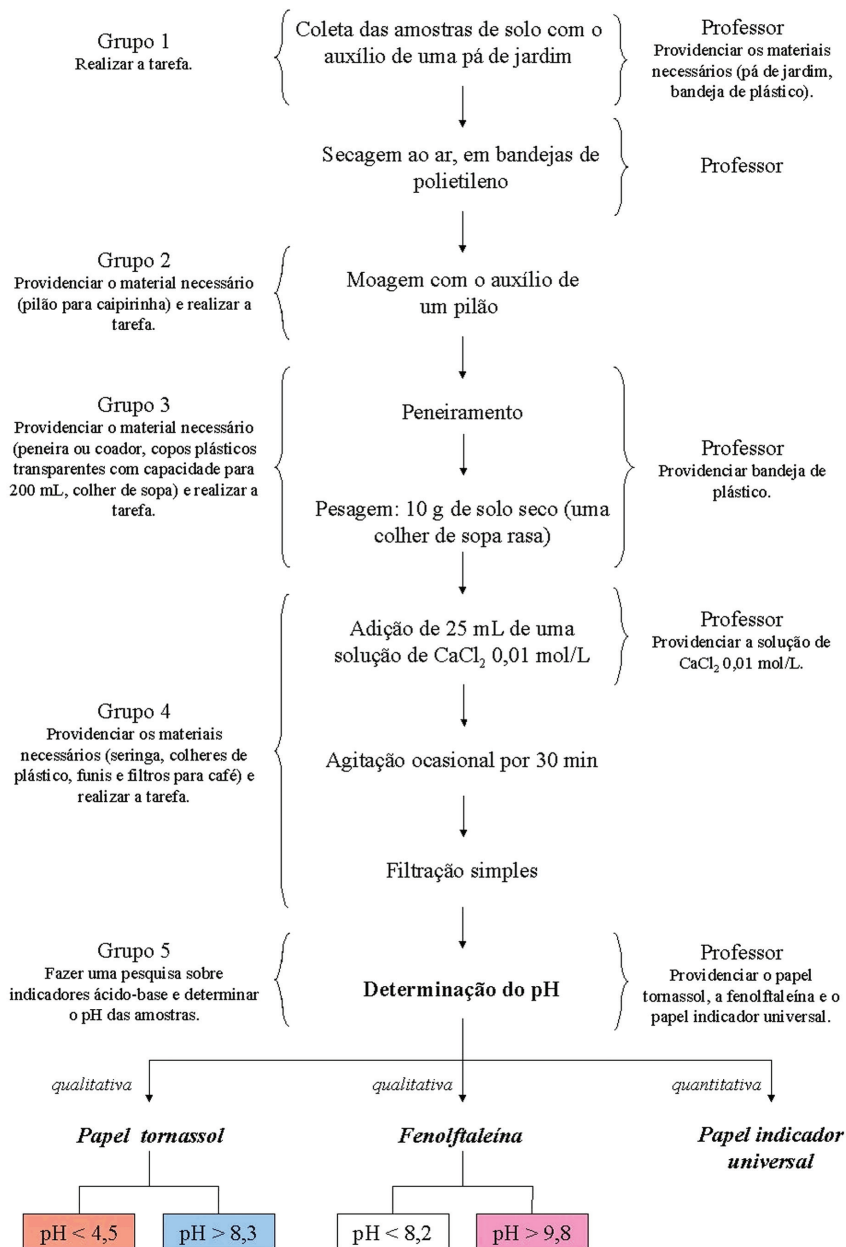


Figura 1. Esquema da metodologia proposta para a determinação do pH em solos para alunos do Ensino Médio.

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 ¹ ?	
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 ² ?	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?	

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 expe-

perimental. 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.

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*

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

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.

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.

Márcjore 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 Giovanela** (mgiovan1@ucs.br), bacharel em Química e doutor em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), é professor titular da UCS.

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/xiiicongresso/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