

INDICADOR NATURAL COMO MATERIAL INSTRUCIONAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA*Instructional Material to the Teaching of Chemistry Using a Natural Indicator***Mônica Lucas** [aemlucas@gmail.com]*Escola de Educação Básica Adolpho Konder,
Rua Uberaba, 99 - Velha, Blumenau - SC, 89036-460.***Luana Marcele Chiarello** [luanamarcelechiarello@yahoo.com.br]**Arleide Rosa da Silva** [arosa@furb.br]**Ivoneite Oliveira Barcellos** [iob@furb.br]*Departamento de Química, Universidade Regional de Blumenau - FURB
Rua Antônio da Veiga, 140 - Victor Konder, Blumenau - SC, 89012-900.***RESUMO**

Este artigo descreve um trabalho experimental para o ensino de Química, que pode ser aplicado tanto no ensino médio quanto superior, possibilitando um enfoque adequado de acordo com o nível de formação. O material instrucional, baseado em pressupostos construtivistas, fundamenta-se na introdução de tópicos sobre Química Geral como o conceito de pH e pK de indicadores (enfoque conceitual), utilizando um extrato bruto do suco de beterraba como um indicador ácido-base, sendo este um material alternativo, de origem natural, de baixo custo e fácil manuseio (enfoque procedimental). Ao ser caracterizado, mostrou reversibilidade em meio ácido/básico e coloração distinta que permite identificar o meio ácido e alcalino, sendo o pK determinado em aproximadamente 9. As opiniões relatadas pelos alunos foram consideradas, ressaltando o valor do trabalho metodológico desenvolvido e funcionando como um processo complementar no entendimento e fixação de conceitos, conforme mostram os resultados das avaliações aplicadas.

Palavras-chave: Ensino de Química, pH, pK, material instrucional.

Abstract

This article describes an experimental work for the teaching of chemistry which can be applied either in high school or superior education, ensuring the right approach according to the level of training. The instructional material based on constructivist ideas, has a foundation in the introduction of General Chemistry topics as the concept of pH, pK of indicators (conceptual approach), using a crude extract of beet juice as an acid-base indicator, which is an alternative material as low cost natural indicator and also easy to handle (procedural approach). This crude material, when characterized showed reversibility in acidic/basic, and a different colour which allows the identification of the acid and alkali means, being the determined pK of about 9. The opinions reported by students were considered as positive about the value of the methodological work developed, functioning as a complementary process in understanding and retaining the concepts, as shown by the results of the applied tests.

Keywords: Teaching of Chemistry, pH, pK, instructional material.

INTRODUÇÃO

Muitos autores em suas publicações têm discutido sobre o papel da experimentação no ensino de Química avaliando seu perfil pedagógico e a possível contribuição na construção de conceitos científicos. (Mimura *et al.* 2010, Ferreira *et al.* 2010 e Wartha *et al.* 2010).

Sabe-se também que a grande maioria dos professores de Química e/ou Ciências concorda com Del Pino, J. C. e Machado Lopes, C. V. (1997) quando dizem em seu trabalho que “para o ensino de Química ser eficiente e significativo, é preciso que os conteúdos abordados reflitam a realidade cotidiana dos alunos, sem descuidar da experimentação, a qual deve estar na base da metodologia adotada e pode ser praticada com materiais de fácil aquisição.” E a crença a esse pressuposto deve disparar um alerta aos professores que precisam desmistificar a expectativa dos alunos com relação às aulas experimentais ou de laboratório (como são mais comumente chamadas) que acreditam que as mesmas ocorrem somente em laboratórios futuristas, superequipados e de alta tecnologia. De acordo com Bizzo (1998) é essencial que o professor enfatize a experimentação durante as aulas de Química, consciente de que somente o desenvolvimento “não garante um bom aprendizado”.

A motivação com que os alunos chegam às aulas de Química é muito grande, mas devido a diversos fatores, pode ser gravemente abalada. E devido a essa diversidade de questões é crucial que sejam analisadas as propostas de currículo de Ciências difundidas nas escolas para que sejam elaborados objetivos didáticos específicos para que os professores possam distinguir adequadamente entre as funções de aprender ciência, aprender sobre ciência e fazer ciência (Hodson, 1988). Essa discussão nos remete ao campo de investigação sobre novas formas de abordagem dos conceitos no ensino da Química que se configura num campo de pesquisa em potencial a ser explorado e que pode trazer contribuições fundamentais para construção do conhecimento escolar e dos processos de ensino e aprendizagem (Lopes, 1997). Assim como pretendemos neste trabalho, é possível usar as atividades experimentais para promover a aprendizagem de conceitos, porém sem perder de vista, o entendimento da natureza e dos objetivos dos experimentos, tomando o cuidado de evitar “reforçar” os diversos mitos pré-existentes sobre as “aulas de laboratório”. (Hodson, 1988). Embora esse não seja o objetivo nesse artigo, devemos destacar que existem aspectos importantíssimos que devem ser levados em consideração quando adotamos atividades experimentais nas escolas e que merecem uma discussão mais ampla por parte dos professores, como por exemplo, a matriz teórica adotada e/ou perfil epistemológico. Além disso, segundo Pozo e Crespo (2009) a escola estabelece os conteúdos das diferentes disciplinas que compõem o currículo e estes podem ser organizados sob três dimensões de acordo com Campos e Nigro (1999): de forma conceitual, procedimental e atitudinal onde cada forma retroalimenta as demais.

De forma similar e para ratificar o que foi dito acima, Hodson (1988) salienta que os alunos devem ser informados que um experimento, ao ser elaborado, respeita uma determinada matriz teórica, segue uma matriz procedimental específica e finalmente atende a uma matriz instrumental que envolve diversas teorias analíticas. Muitos estudantes dos cursos médios trazem certa visão dualista, para não dizer maniqueísta da realidade. Para eles, as coisas são ou não são; não há meio termo e isso leva muitos professores a ter dificuldades em lidar com essa atitude dos alunos. Deveria ser do conhecimento de todos os professores de Ciências/Química que a ciência escolar não emana de estudos experimentais gerados de resultados diretos ou de experiências únicas. Além disso, muitos estudantes admitem que as experiências laboratoriais detêm o poder de confirmar ou rejeitar hipóteses produzidas a partir de teorias, não considerando o papel crítico dos experimentos para analisar determinadas evidências científicas, além de desconsiderar dois pontos cruciais: muitas vezes as teorias vêm acompanhadas de resultados desfavoráveis e/ou irregulares (o que é bastante comum no meio científico); e que a maioria dos experimentos abordados nas atividades escolares são de natureza periférica, ou seja, não são inerentes aos princípios fundamentais da teoria que se está estudando. Por isso é importante que os alunos sejam envolvidos em atividades escolares menos pontuais e com maior grau de regularidade, engajando-os num processo de construção de concepções sobre a natureza e o significado das atividades experimentais aliadas à determinada teoria. Conforme afirma Hodson (1988): “os experimentos auxiliam a

construção da teoria; e a teoria determina os tipos de experimentos que podem e devem ser conduzidos”.

A visão limitada de ciência escolar dos alunos, segundo Mortimer (2000), se deve ao fato de que a estrutura escolar trata o conhecimento científico como algo acabado e estático, uma verdade absoluta, nem sempre dando oportunidade de o educando questionar tais verdades nem colaborar com suas múltiplas interpretações. Consideramos que o desenvolvimento experimental embasado nas teorias ácido-base, por exemplo, auxiliam o professor nessa tarefa, pois sua utilização inicial tem o aspecto dualístico, sendo que depois o próprio aluno verifica a inconsistência desse dualismo (Chagas, 2000 e Philips, 1998). O aluno observa que as substâncias podem ter características ácidas ou básicas (ou as duas concomitantemente) conforme seu comportamento perante indicadores e medidas de pH. E assim vai se construindo o entendimento conceitual juntamente com o procedimental.

O uso de corantes naturais, tanto no ensino médio como no superior, neste caso principalmente em química geral e analítica, tem sido proposto frequentemente. As principais vantagens estão relacionadas ao despertar do interesse dos estudantes para o conteúdo abordado, devido à coloração natural das espécies químicas contidas nos tecidos vegetais e suas mudanças de cor em função do pH (Cortes *et al.*, 2007). Vários autores, têm se preocupado em explorar o potencial desses corantes para o ensino de química. Uma das iniciativas foi desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ, 1995) que apresentou uma proposta empregando extrato de repolho roxo como indicador de pH. Em outro trabalho, Lima *et al* (1995) utilizaram o extrato de repolho roxo para demonstrar o efeito tampão de comprimidos efervescentes. Couto *et al* (1998) propuseram o uso de pigmentos extraídos de flores no ensino de Química. Nesta mesma linha, Gouveia-Matos (1999) realizou um estudo que trata da mudança das cores de extratos de flores e do repolho roxo. Soares e Cavalheiro (2001) destacaram a aplicação de extratos brutos de flores e casca de feijão preto em aulas experimentais de volumetria ácido-base. Terci e Rossi (2002) relataram as escalas de cores para diferentes pHs a partir dos extratos de amora, jabuticaba, jambolão e uva. Dias *et al* (2003) extraíram pigmentos vegetais e, posteriormente, testaram como indicadores de pH. Mais tarde Cortes *et al* (2007), estudaram titulações espectrofotométricas de sistemas ácido-base, utilizando extrato de flores contendo antocianinas.

Os indicadores ácido-base ou indicadores de pH são substâncias orgânicas fracamente ácidas (indicadores ácidos) ou fracamente básicas (indicadores básicos) que apresentam cores diferentes para suas formas protonadas e desprotonadas; isto significa que mudam de cor em função do pH do meio onde estão (Terci e Rossi, 2002). Por apresentar cores diversas de acordo com a acidez ou basicidade do meio em que se encontra, o extrato de beterraba mostra-se um bom indicador universal de pH (Cuchinski, 2010), substituindo os papéis indicadores universais convencionais, que só podem ser adquiridos em lojas especializadas e com custos bem diferenciados do que desenvolvemos nesta proposta. (GEPEQ, 1995).

O objetivo deste estudo é relacionar os conteúdos procedimentais através do desenvolvimento e caracterização de um indicador universal natural (extrato de beterraba) com os fundamentos que envolvem os conceitos de ácido e base e a ação destes sobre indicadores de pH, auxiliando na assimilação do tema pelos alunos de escolas de ensino médio e superior. Desta forma a partir de avaliações aplicadas antes e após a metodologia proposta, buscou-se analisar se os objetivos foram atingidos. Apresentamos abaixo as etapas conceituais e procedimentais desenvolvidas a partir da obtenção do indicador natural da beterraba.

PARTE EXPERIMENTAL

Caracterização do Indicador Natural

Esta etapa visa relacionar os conteúdos abordados nas aulas desenvolvidas com materiais de natureza diversa utilizados no cotidiano dos alunos. Para isso, emprega-se a beterraba a fim de extrair o indicador natural para preparação de uma escala de pH e aplicação em aulas expositivas teórica e prática. A obtenção do extrato aquoso de beterraba foi através de sua maceração e posterior filtração. O extrato bruto aquoso foi analisado por espectroscopia UV-Visível (Metrolab 1700) na região entre 350 a 700 nm para determinação do comprimento de onda de máxima absorção (λ_m) da solução do extrato.

Foram preparadas soluções-tampão com diferentes valores de pH que variaram de 3,0 a 13,0 (Morita e Assumpção, 1988). Adicionaram-se 2,0 mL da solução do corante natural às soluções tampão, medindo-se o pH com o auxílio de um pHmetro e valores de absorbância para cada solução no espectrofotômetro, para determinação do pK em cada pH.

Elaboração da Proposta e Mobilização dos Professores e Escolas

Procurar uma escola com interesse em interagir com a Universidade foi a primeira etapa para a aplicação futura da metodologia. Foram realizados contatos com a diretoria e o professor (a) responsável pela disciplina de Química, do Conjunto Educacional Pedro II da cidade de Blumenau – SC. A proposta consistiu no desenvolvimento de um processo co-participativo da Universidade com a escola em que o professor e o bolsista definiram os conteúdos a tratar, uma metodologia de ensino a ser adotada, o sistema de avaliação e a produção de material instrucional de acordo com os programas de ensino vigentes.

Conteúdo Aplicado e Estratégia de Ensino

Os conteúdos estudados durante a aula expositiva teórica foram: ácidos, bases, indicadores, equilíbrio iônico da água (conceito de pH e escala de pH). A metodologia consistiu no desenvolvimento de uma aula expositiva teórica seguida de uma aula experimental. Utilizam-se diversos métodos para determinação de pH, incluindo uma tabela de indicadores ácido-base e suas colorações em função do pH, a fim de mostrar aos alunos alguns indicadores sintéticos e qual a sua classificação (ácido, básico ou ácido-básico), e o indicador natural extraído da beterraba. Na segunda etapa, utiliza-se na aula prática, uma tabela para que os alunos demonstrem qual o método indicador que utilizaram com as soluções a serem determinados o pH e qual o resultado obtido.

Sistema de Avaliação do Desempenho dos Alunos

A avaliação aconteceu de forma processual iniciando com a aplicação de um pré-teste (primeira verificação). Durante o desenvolvimento da abordagem conceitual, foram feitas perguntas com a finalidade de garantir o entendimento dos alunos com o decorrer da explicação. Depois de se promover o desenvolvimento da abordagem procedimental, um pós-teste (segunda verificação) foi aplicado. Os conteúdos envolvidos nas questões objetivas de múltipla escolha estão relacionados abaixo:

- Conceito de pH (O que é pH?)
- Identificação de indicadores sintéticos e naturais (Qual dos indicadores seguintes é natural?)
- Escala de pH (O que é um ácido e uma base, relacionando pH?)
- Identificação de soluções ácidas (Quais das soluções seguintes são ácidas?)

- Classificação das soluções frente ao pH (Como você classificaria o suco de laranja em relação ao seu pH?)
- Identificação de soluções ácidas e básicas (Quais das soluções seguintes são ácidas? e Quais das soluções são básicas?)
- Diferenciar indicadores ácido-base naturais e sintéticos (Qual a diferença entre um indicador ácido-base natural e um sintético?)
- Conceito de pHmetro (O que é um pHmetro?)

As questões foram iguais em ambas verificações sendo que, na segunda, incluiu-se mais duas questões discursivas: 1ª) “São importantes as aulas práticas de química?” e 2ª) “A aula prática ajuda a assimilar conceitos expostos na aula teórica?”.

Após atividades encerradas com os alunos e aplicação dos testes finais (com as questões objetivas e discursivas), todos os resultados das avaliações dos alunos foram tabulados em percentuais ou codificados em forma de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do Indicador Natural

A **Figura 1** mostra o espectro na região do visível para o extrato bruto aquoso de uma variedade de beterraba, para determinação do comprimento de onda de absorção máxima (λ_m). Pode-se observar neste caso uma única banda de absorção, em aproximadamente 564 nm, sendo esta uma região de absorção característica de betalaína.

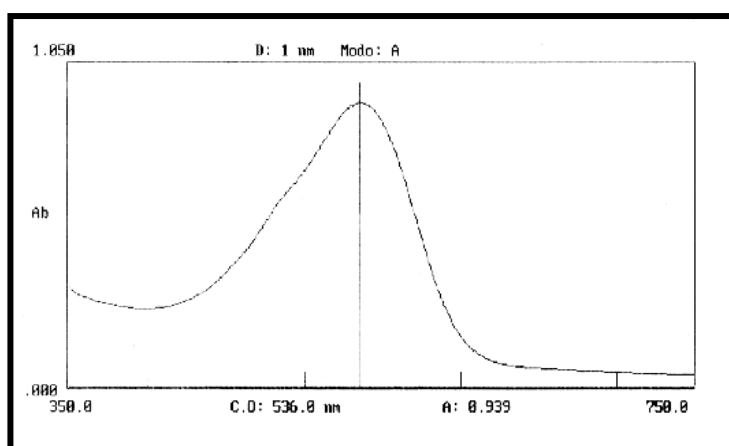
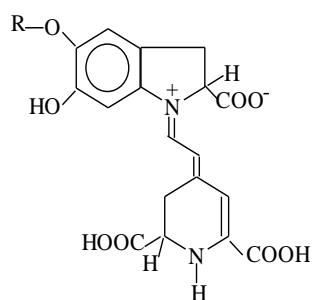
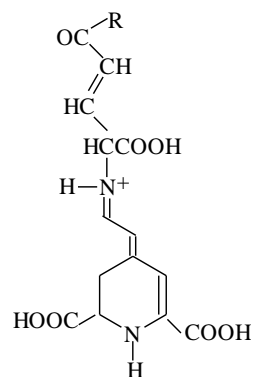


Figura 1. Espectro de UV-Visível para o extrato bruto da beterraba em meio aquoso.

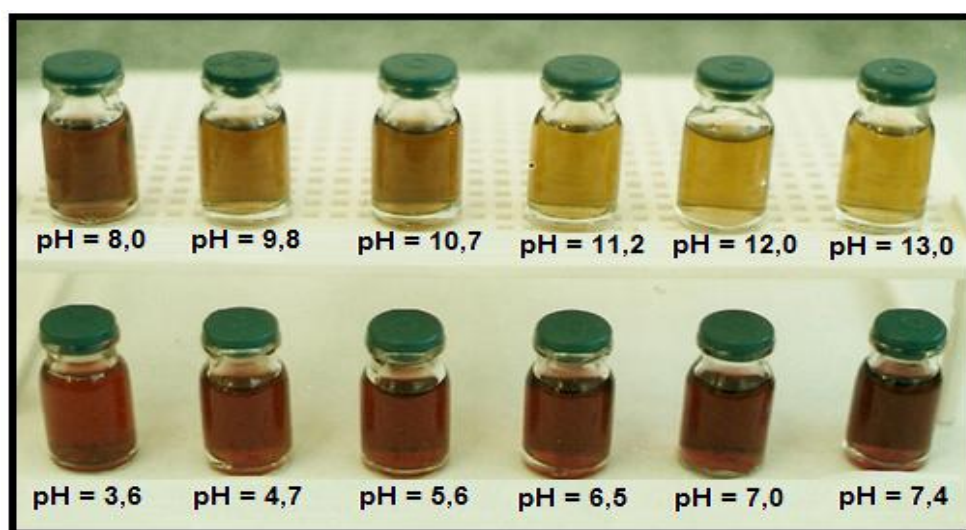
De acordo com Bobbio F. e Bobbio P. (2003), antigamente as betalaínas eram chamadas de antocianinas nitrogenadas, porém hoje se sabe que há diferenças espectrais entre elas. As antocianinas apresentam duas bandas de absorção, entre 465-550 nm e em 270 nm, enquanto as betaleínas apresentam apenas uma, em 537 nm. Segundo os autores, as betaleínas são encontradas principalmente em vegetais da ordem *Centrospermae*, à qual pertence a beterraba (*Beta vulgaris*). As betaleínas compreendem dois tipos de pigmento: betacianina (vermelho) e betaxantina (amarelo), sendo suas estruturas químicas apresentadas na **Figura 2** abaixo.

**Betacianina**

R = glicose ou ácido glucurônico

**Betaxantina**R = OH ou -NH₂**Figura 2.** Estrutura da betacianina e da betaxantina.

O extrato bruto apresentando uma coloração avermelhada em meio alcalino mudou para amarelo-esverdeado, portanto uma coloração mais próxima do esperado para betaleínas (vermelho/amarelo). Estas variações de cores na faixa de pH ácido à alcalino não permitem determinar o valor exato do pH, visualmente por serem tonalidades muito semelhantes, mas permitem classificar a solução em ácida ou básica como pode ser observado na **Figura 3**. Praticamente as mesmas variações de cor foram observadas na literatura, as quais indicaram que os extratos brutos de amora, jabuticaba, jambolão e uva pudessem ser usados como soluções indicadoras de pH (Terci e Rossi, 2002).

**Figura 3.** Escala de variação de cor do extrato da beterraba em função do pH.

Verificou-se ainda, a reversibilidade no sistema ácido-base, como mostra a **Figura 4**, de acordo com o pH, a exemplo do que acontece com os indicadores ácido-base convencionais, ou seja, quando adiciona-se um ácido, por exemplo vinagre a solução está amarelada, e ao adicionar uma base, por exemplo solução de NaOH a solução tornou-se vermelho e adicionando-se novamente ácido volta a cor amarelada. Podendo portanto, ser empregado nas aulas que discutem conceitos de pH e reversibilidade (Chagas, 1999 e Ferreira, 1996).

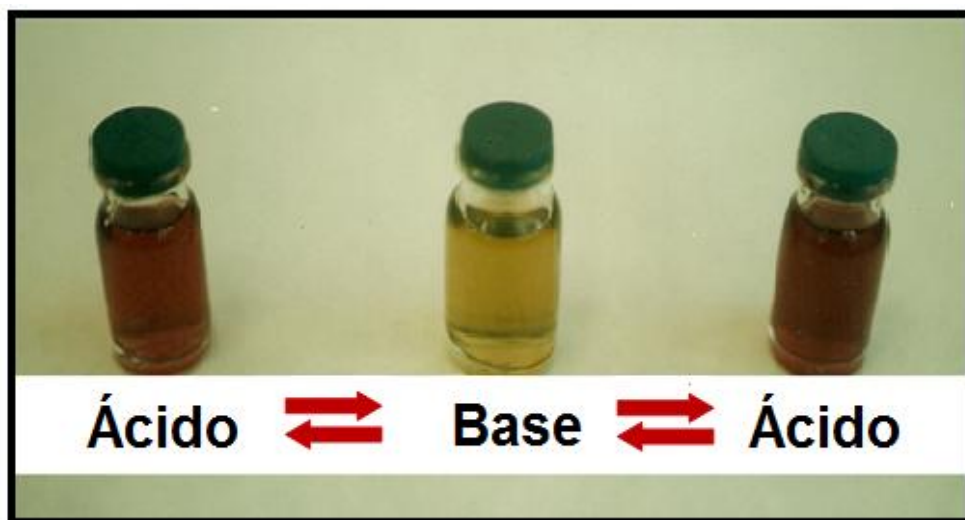


Figura 4. Mudança de caráter ácido para básico e vice-versa.

A **Figura 5** mostra como varia a absorbância do extrato bruto aquoso da beterraba em função do pH. A partir do ponto de inflexão da curva obtida, foi determinado o pK da solução indicadora cujo valor encontrado foi aproximadamente 9,0.

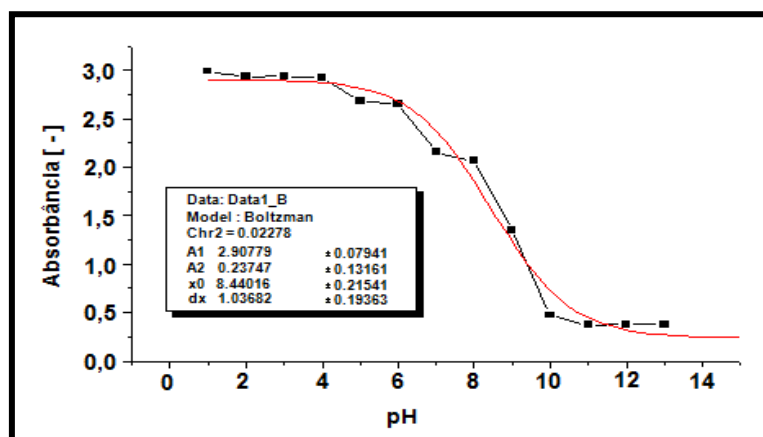


Figura 5. Curva da absorbância em função do pH para determinação do pK do indicador natural, obtida a 564 nm.

Este valor pode ser comparado com outros indicadores ácido-base convencionais encontrados na literatura, tais como: púrpura de cresol, azul de timol e fenolftaleína com pK 8,3; 8,9 e 9,3 respectivamente. (Ayres, 1968).

Sistema de Avaliação do Desempenho dos Alunos

Tendo o material instrucional experimental caracterizado, este foi utilizado pelos alunos para determinação de pH e classificação de diversas soluções de uso cotidiano. Através de questões objetivas e discursivas foi avaliado o impacto desta proposta realizada com alunos da escola conforme segue.

A média da percentagem de acertos na primeira verificação (pré-teste) foi de 45% e, na segunda verificação (teste final), foi de 87%. Portanto, praticamente duplicou a média da percentagem de acertos das questões objetivas, mostrando que a metodologia proposta e aplicada foi bem sucedida. Neste teste final, não houve nenhuma resposta em branco nas questões objetivas, mostrando que os alunos demonstram ter assimilado a matéria explicada.

Na primeira verificação, sem aplicação da metodologia teoria/prática a nota mínima foi 2,0 (4,8% do total), sendo a máxima 7,0 (14,3% do total), predominando as notas 4,0 e 5,0. Na segunda verificação, após aplicação da metodologia teoria/prática a nota mínima foi 7,0 (11,8% do total) e a máxima foi 10,0 (35,3% do total), predominando notas 8,0 e 9,0. Esses resultados mostram que os alunos tornaram-se mais seguros em responder as questões e tiveram maior facilidade em fixar o conteúdo explicado na aula teórica seguida da prática.

Com relação à questão discursiva aplicada nas duas etapas de avaliações, “São importantes as aulas práticas de Química?”, as respostas afirmativas foram unânimes. Os alunos expressaram algumas opiniões como mostram as **Figuras 6 e 7**.

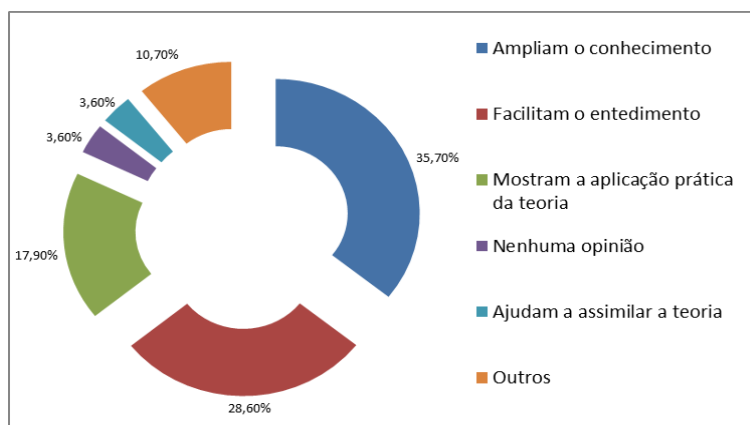


Figura 6. Percentagem de opiniões da 1ª questão discursiva da primeira verificação (pré-teste).

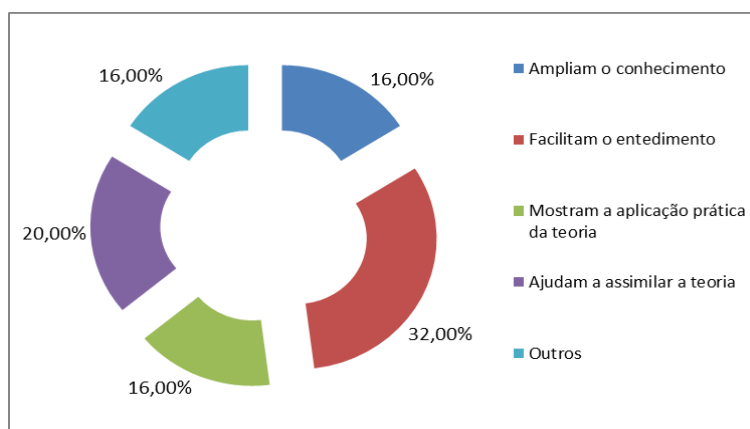


Figura 7. Percentagem de opiniões da 1ª questão discursiva da segunda verificação (teste-final).

Observa-se nas **Figuras 6 e 7** que aumentou a percentagem de opiniões da categoria “Ajudam a assimilar a teoria”, mostrando que os alunos relacionaram o conteúdo visto na aula teórica com as práticas demonstradas pela bolsista e executadas por eles. Na categoria “Ampliam o conhecimento”, ocorreu um decréscimo de 35,7% para 16% na percentagem de opiniões. Supõe-se que este fato ocorreu devido à subjetividade na interpretação das opiniões dos alunos, que foram agrupadas em apenas quatro categorias, apesar de existirem alunos com mais de uma opinião. O ocorrido explica-se pelo fato de sua opinião ter sido classificada em apenas uma categoria para melhor dimensionamento dos resultados. Nas demais categorias, não houve consideráveis variações de percentagens. Exceto na categoria “Ajudam a assimilar a teoria” que passou de 3,6% na primeira verificação para 20% na segunda verificação. Na primeira verificação, alguns alunos não tiveram opinião em relação a esta questão discursiva. Enquanto que, na segunda, todos opinaram. A

categoria “outros” apresentou um acréscimo de 5,3%, denotando opiniões mais diversificadas, entre elas, pode-se citar um dos depoimentos: “estimula o estudo”.

Os alunos, quando argüidos: “A aula prática ajuda a assimilar conceitos expostos na aula teórica?” Estes responderam unanimemente que sim. As **Figuras 8 e 9** mostram as opiniões expressas pelos alunos na aplicação da primeira e segunda verificação, respectivamente com relação a esta questão discursiva.

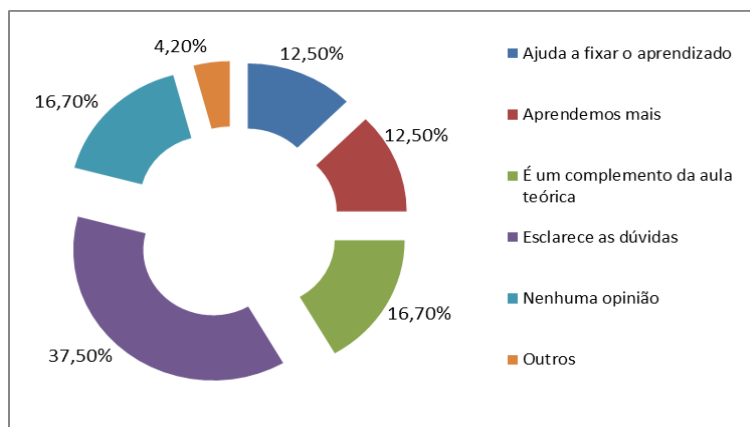


Figura 8. Percentagem de opiniões da 2ª questão discursiva da primeira verificação (pré-teste).

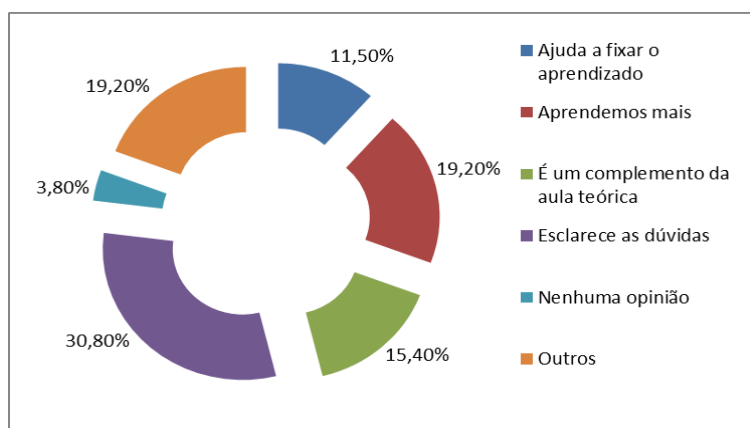


Figura 9. Percentagem de opiniões da 2ª questão discursiva da segunda verificação (teste final).

Observa-se na **Figura 8** que, na primeira verificação, 16,7% não apresentaram opinião em relação a esta questão discursiva. Enquanto que, na segunda verificação (**Figura 9**) aumentou a participação efetiva dos alunos, denotando que esta atividade ofereceu mais informações a ponto de tornar o aluno crítico o suficiente para opinar. Dessa forma, muitos alunos deixaram de ficar à parte do processo. A categoria “outros”, na primeira verificação, compreende 4,2% e, na segunda, 19,2%. Isso mostra que os alunos obtiveram maior variedade de opiniões como mostra um dos depoimentos: “aprendemos mais”. Nas demais categorias de opiniões, não houve consideráveis variações de percentagem.

Com os resultados obtidos neste estudo, pode-se discutir a importância de explorar as atividades experimentais para promoção da aprendizagem de conceitos, mantendo uma interlocução com o entendimento da natureza e os objetivos dos experimentos além de fornecer subsídios pedagógicos para um adequado desenvolvimento procedimental do tema em estudo. É imprescindível que os conceitos sejam aprendidos estabelecendo relações com outros conhecimentos do estudante.

CONCLUSÃO

Considerando que ficou comprovada a capacidade de variação da coloração do extrato de beterrada em função do pH, podendo ser utilizado para identificar soluções ácidas ou básicas, bem como a reversibilidade em meio ácido-base e também o valor do pK (9,0) sendo um material de baixo custo e fácil acesso. Esta proposta metodológica pode ser executada em laboratórios e/ou demonstrada em salas de aula para uma abordagem sobre indicadores ácido-base, conceito de pH, inclusive como técnica para determinação de pK no ensino superior através de espectrofotometria UV-Visível. Ao realizá-la de forma total ou parcial, o aluno executa uma série de operações importantes na Química (extração, filtração, medição de pH, espectroscopia e interpretação dos resultados), as quais associadas ao conhecimento recebido sobre propriedades ácido-base permitem sua compreensão, funcionando como um processo complementar no entendimento e fixação de conceitos, conforme mostram os resultados das avaliações aplicadas.

Considerando os resultados das avaliações realizadas com os alunos do ensino médio e com os depoimentos é possível concluir que as aulas ministradas concomitantemente, teórica e prática, ajudam na assimilação de teoria além de despertar a curiosidade e interesse. Desta forma, acredita-se que esta metodologia de ensino deveria ser aplicada sempre que possível, independentemente de ser ensino fundamental, médio ou superior, por estimular a participação mais ativa dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Direção e aos alunos da Escola Conjunto Educacional Pedro II da cidade de Blumenau – SC pela co-participação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayres, G. H. (1968). *Análisis Químico Cuantitativo*. Cidade do México: Harper & Row Publishers.
- Bizzo, N. (1998). *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Editora Ática.
- Bobbio, F.O. & Bobbio, P.A. (2003). *Introdução à química de alimentos*. São Paulo: Editora Varela.
- Campos, M. C. C. & Nigro, R. G. (1999) *Didática das ciências: o ensino-aprendizagem como investigação*. São Paulo : FTD.
- Chagas, A. P. (1999). Teorias ácido-base do século XX. *Química Nova na Escola*, 9, 28-30.
- Chagas, A. P. (2000). O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. *Química Nova*, 23(1), 126-133.
- Cortes, M. S.; Ramos, L. A. & Cavalheiro, E. T. G. (2007). Titulações espectrofotométricas de sistemas ácido-base utilizando extrato de flores contendo antocianinas. *Química Nova*, 30(4), 1014-1019.
- Couto, A. B.; Ramos, L. A. & Cavalheiro, E. T. G. (1998). Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. *Química Nova*, 21(2), 221- 227.
- Cuchinski, A. S., Caetano, J. & Dragunski, D. C. (2010) Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. *Eclética Química*, 35(4), 133-138.

- Del Pino, J. C. & Lopes, C. V. M. (1997). Uma Proposta para o Ensino de Química Construída na Realidade de Escola, *Espaço da Escola*, 25(4), 43-54.
- Dias, M. V.; Guimarães, P. I. C. & Merçon, F. (2003). Corantes Naturais: Extração e emprego como indicadores de pH. *Química Nova na Escola*, 17, 27-31.
- Ferreira L. H., Hartwig, D. R. & Oliveira, R. C. (2010). Ensino experimental de Química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, 32(2), 101-106.
- Ferreira, V. F. (1996). Aprendendo sobre os conceitos de ácido e base. *Química Nova na Escola*, 4, 35-36.
- GEPEQ (1995) Estudando o equilíbrio ácido-base. *Química Nova na Escola*, 1, 32-33.
- Gouveia-Matos, J. A. M. (1999). Mudança nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo, *Química Nova na Escola*, 10, 6-10.
- Hodson, D. (1988). Experiments in Science and Science Teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.
- Lima, V. A. et al. (1995). Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo. *Química Nova na Escola*, 1, 33-34.
- Lopes, A. R. C. (1997). Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, 20(5), 563-568.
- Mimura, A. M. S., Sales, J. R. C. & Pinheiro, P. C. (2010). Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. *Química Nova na Escola*, 32(1), 53-57.
- Morita, T. & Assumpção, R. M. V. (1988). *Manual de Soluções, Reagentes e Solventes*. Editora Edgard Blücher Ltda.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Philips, P. S.; Pennington, M. & Hall, R. (1998); *Educ Chem.*, 35, 130.
- Pozo, J. I. & Crespo, M. A. G. (2009) *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre : Artmed.
- Soares, M. H. F. B. & Cavalheiro, E. T. G. (2001). Aplicação de extratos brutos de flores de quaresmeira e azaléia e da casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. *Química Nova*, 24(3), 408-411.
- Terci, D. B. L. & Rossi, A. V. (2002). Indicadores Naturais de pH: Usar papel ou solução? *Química Nova*, 25(4), 684-688.
- Wartha, E.J. et al (2010). Uma proposta didática para a elaboração do pensamento químico sobre elemento químico, átomos, moléculas e substâncias. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(1), 7-20.