

O uso de indicadores ácido-base naturais no ensino de Química: uma revisão

The use of natural acid-base indicators in Chemistry teaching: a review

El uso de indicadores ácido-base naturales em la enseñanza de la Química: una revisión

Recebido: 01/08/2020 | Revisado: 07/08/2020 | Aceito: 10/08/2020 | Publicado: 15/08/2020

Célio dos Santos Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2257-004X>

Instituto de Saúde e Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: celioalmeida08@gmail.com

Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7998-410X>

Instituto de Saúde e Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: klenicy@gmail.com

Anderson de Oliveira Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3067-380X>

Instituto de Saúde e Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: andersonsouza@uol.com.br

Resumo

Os indicadores ácido-base são substâncias que possuem cores diferentes em função da acidez da solução que está presente, sendo uma alternativa para a contextualização e elaboração de testes com materiais acessíveis e de baixo custo. Este manuscrito tem como objetivo apresentar uma revisão sobre o uso de produtos naturais utilizados como indicador natural aplicado ao ensino de ácido-base. A metodologia consistiu em uma pesquisa bibliográfica integrativa, abrangendo o período de 2010 a 2020. A pesquisa foi realizada em um banco de dados *Scielo*, *Google Acadêmico*, *Science Direct*, *ResearchGate* e *Redalyc*. Houve ampla utilização de produtos naturais obtidos de flores, frutos, raízes e folhas utilizados como indicador natural, evidenciando as classes de flavonoides e antocianinas como os principais compostos associados à capacidade de mudar de cor em diferentes meios de pH. Os dados apresentados demonstraram a diversidade de materiais, os quais se mostraram eficientes como facilitadores da aprendizagem dos alunos, favorecendo a assimilação dos conteúdos de Química por meio da contextualização dos conhecimentos teóricos.

Palavras-Chave: Produtos naturais; Ensino de Química; Antocianina.

Abstract

Acid-base indicators are substances that have different colors depending on the acidity of the solution that is present, being an alternative for the contextualization and elaboration of tests with accessible and low-cost materials. This manuscript aims to present a review on the use of natural products used as a natural indicator applied to the teaching of acid-base. The methodology consisted of an integrative bibliographic research, covering the period from 2010 to 2020. The research was carried out in a database *Scielo*, *Google Scholar*, *Science Direct*, *ResearchGate*, and *Redalyc*. There was an ample use of natural products obtained from flowers, fruits, roots, and leaves used as a natural indicator, showing the classes of flavonoids and anthocyanins as the main compounds associated with the ability to change color in different pH media. The presented data demonstrated the diversity of materials, which were efficient as a facilitating of students' learning, favoring the assimilation of the Chemistry contents through the contextualizing of theoretical knowledge.

Keywords: Natural products; Chemistry Teaching; Anthocyanin.

Resumen

Los indicadores ácido-base son sustancias que tienen distintos colores en función de la acidez de la solución que se presente, siendo una alternativa para contextualizar y preparar ensayos con materiales accesibles y de reducido costo. El presente artículo tiene como objetivo presentar una revisión sobre el uso de productos naturales utilizados como indicador natural aplicado a la enseñanza del ácido-base. La metodología consistió en una búsqueda bibliográfica integrativa, cubriendo el período de 2010 a 2020. La investigación se realizó en una bases de datos de *Scielo*, *Google Scholar*, *Science Direct*, *ResearchGate* y *Redalyc*. Hubo un uso generalizado de productos naturales obtenidos de flores, frutas, raíces y hojas utilizados como indicador natural, mostrando las clases de flavonoides y antocianinas como los principales compuestos asociados con la capacidad de cambiar el color en diferentes medios de pH. Los datos presentados demostraron la diversidad de materiales, los cuales resultaron ser eficientes como facilitadores del aprendizaje de los estudiantes, favoreciendo la asimilación de los contenidos de Química a través de la contextualización del conocimiento teórico.

Palabras clave: Productos naturales; Enseñanza de la Química; Antocianina.

1. Introdução

Com o passar de diversas décadas, a globalização tem reestruturado drasticamente o local de trabalho. Neste novo contexto, surgiram necessidades e desafios pertinentes ao aperfeiçoamento profissional, sugerindo que o novo modelo produtivo requer, para seu próprio aprimoramento, a participação, o interesse e o envolvimento dos indivíduos (Ngai, 2003; Burgess, Holt & Agius, 2005).

Um dos principais meios de transferência da informação, quer seja profissional ou não, é a educação, que deve estar preparada para formar, colaborar em processos permanentes de aprendizagem no decorrer da vida do indivíduo, ajudar na construção da sua identidade e permitir que encontre seu espaço, desta forma, desempenhando seu papel dentro de uma sociedade (Idris, Hassan, Ya'Acob, Gill & Awal, 2011).

Atualmente, ensinar e aprender exige muito mais flexibilidade espaço-temporal, pessoal e de grupo, menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e comunicação. Uma das dificuldades atuais é conciliar a extensão de informações, a variedade das fontes de acesso, com o aprofundamento da sua compreensão (Idris *et al.*, 2011; Versuti, Andrade & Zerbini, 2020). O processo de ensinar desenvolvido pelos professores para os alunos inicia uma responsabilidade de aprendizado, denominado como ensino colaborativo (Hotaman, 2010), o qual incorpora a participação de monitores ou práticas de ensino, nas quais podem ser abordadas técnicas experimentais.

Diversas técnicas podem ser utilizadas para determinar de forma qualitativa ou quantitativa a veracidade ou não em uma determinada prática de ensino (Yokaichiya, Galembeck & Torres, 2004; Darling-Hammond, Flook, Cook-Harvey, Barron & Osher, 2019). Dentre tantas, o uso de produtos naturais como indicadores ácido-base vêm como uma estratégia para auxiliar na compreensão macroscópica das moléculas, bem como das reações envolvidas por meio da capacidade de alterar a coloração de uma solução na presença de um ácido ou base (Supatmi, Setiawan & Rahmawati, 2019).

Esses indicadores geralmente são moléculas sintéticas ou orgânicas comumente extraídas de materiais vegetais e que possibilitam utilizar o conhecimento prévio dos discentes em prol da construção do seu conhecimento científico. Este artigo traz um panorama sobre as pesquisas e relatos utilizando indicadores naturais no ensino de Química e almeja contribuir com a apresentação das possibilidades de materiais alternativos para o ensino em diferentes contextos regionais.

1.1 Referencial teórico

O uso de indicadores ácido-base é uma prática bem antiga que foi introduzida no século XVII. Em 1680, Robert Boyle (1633-1744) notou que certos corantes naturais, quando dissolvidas em solução ácida, mudavam de cor e essa característica era perdida após entrar em contato com solução alcalina (Palácio, Olguin & Cunha, 2012). Inúmeras plantas são citadas na literatura (Piatelli & Imperato, 1970; Abbas, 2012; Guimarães, Alves & Filho, 2012; Sutradhar *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2018; Yamaguchi *et al.*, 2020) por apresentarem pigmentos que, quando submetidos a diferentes graus de acidez ou basicidade, alteram sua coloração, podendo ser utilizadas como indicadores ácido-base, o que possibilita a utilização dessa metodologia nos ambientes escolares com recursos limitados e materiais acessíveis.

Os ácidos e bases são propriedades químicas que desempenham um papel fundamental na compreensão das características das moléculas e das reações envolvidas, influenciando na reatividade e no comportamento frente ao meio em que é submetido (Russel, 1994).

Há diversas técnicas experimentais que podem ser utilizadas para determinar, de forma qualitativa ou quantitativa, se a solução investigada apresenta caráter ácido ou básico. As metodologias contemplam o uso de soluções aplicadas diretamente no meio que se deseja analisar, bem como no uso de papel indicador e técnicas de titulação. Entre elas, tem-se o uso de indicadores através de um meio colorimétrico em que o mecanismo envolvido se associa para além da protonação ou desprotonação, incluindo o potencial elétrico, complexação com íons metálicos e adsorção em sólidos (Terci & Rossi, 2002; Santos, Rodrigues, Lima, Sousa, Neto & Chaves, 2012).

Os indicadores de ácido-base são substâncias orgânicas fracamente ácidas ou básicas que apresentam a capacidade de alterar a coloração na presença de um ácido ou de uma base (Santos *et al.*, 2012; Cuchinski, Caetano & Dragunski, 2010). Podem ser sintéticos ou naturais, sendo amplamente utilizados em atividades experimentais, onde cita-se como sintético: tornassol, que apresenta coloração azul em meio básico e vermelho em meio ácido; fenolftaleína, com coloração rosa em meio básico e incolor em meio ácido; papel indicador universal que, ao ser imergido em tiras de papel nas soluções, apresentam cores diferentes para cada valor de pH.

Os indicadores naturais são extratos ou corantes comumente extraídos de materiais vegetais obtidos por métodos de extração com a presença ou não de fonte aquecedora e uso de solventes como a água e o etanol (Terci & Rossi, 2002).

A utilização dessa metodologia é uma proposta que vem ganhando destaque no ensino de Química por ser de fácil acesso e baixo custo, o que possibilita a realização de aulas experimentais, contextualização e ensino investigativo, propiciando, assim, que os conceitos teóricos de ácidos e bases possam ser compreendidos. O interesse imediatamente ocorre devido as diferentes colorações que as soluções apresentam, sendo uma forma lúdica de visualizar as reações ocorridas.

Santos *et al.* (2012) indicaram que a cor da solução dependerá das espécies $[H^+]$ e $[OH^-]$ que estiverem presentes, prevalecendo a característica do íon que estiver em maior concentração. Deste modo, quando o meio está ácido, as moléculas mantêm seus hidrogênios, devido ao efeito do íon, apresentando uma coloração característica. Porém, quando o meio está básico, os hidrogênios do indicador são fortemente atraídos pelos grupos OH^- (hidroxila) para formarem água e, neste processo, são liberados os ânions do indicador (que possuem coloração diferente da coloração da solução da molécula investigada).

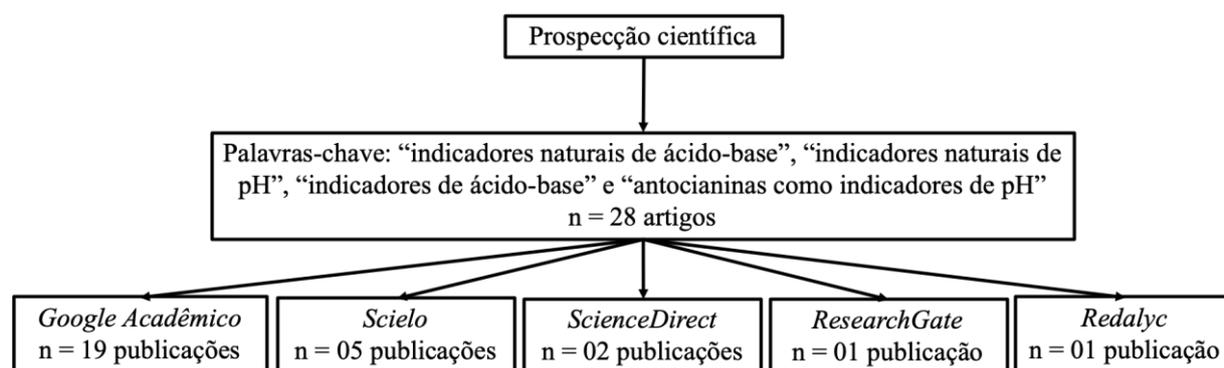
No nível molecular, uma solução padrão utilizada é submetida ao processo de protonação (captação de prótons provenientes de uma solução ácida) ou desprotonação (remoção de prótons mediante a presença de uma solução básica) e, em decorrência de tal movimentação dos prótons, as moléculas contidas na solução padrão sofrem reestruturação química, alterando, assim, o comprimento de onda de absorção na luz visível, ou seja, mudará a coloração da solução e o método aplicado é denominado como colorimetria (Gouveia-Matos, 1999).

2. Metodologia

O artigo em questão apresenta uma revisão integrativa com abordagem descritiva e investigativa baseada na proposta de Souza, Silva & Carvalho (2010), buscando realizar uma síntese de conhecimento sobre a utilização de indicadores naturais de ácido-base (descritos no período de 2010 a 2020) e a incorporando à aplicabilidade dessas pesquisas no ensino de Química.

Para tanto, foi realizada uma pesquisa nas bases de dados *Scielo*, *Google Acadêmico*, *Science Direct*, *ResearchGate* e *Redalyc*, incluindo publicações em inglês, espanhol e português. O critério de inclusão usado na revisão foi baseado na busca por termos como “indicadores naturais de ácido-base”, “indicadores naturais de pH”, indicadores de ácido-base” e “antocianinas como indicador de pH” (Figura 1).

Figura 1. Pesquisa nas bases de dados.



Fonte: Os autores, (2020).

Foram analisados artigos das revistas Química Nova, Eclética Química, Revista Extensão e Cidadania, Revista Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química-ReLAPEQvista, Revista Processos Químicos, RevistaTecné, Episteme y Didaxis, Revista Técnica e Tecnológica, Ciência, Tecnologia, Sociedade, Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM, Revista Virtual de Química, Revista Scientia Amazonia, Scientia Naturalis, Revista Ciências Exatas e Naturais, Revista Thema, Revista Educació Química, Revista HOLOS, Latin American Journal of Science Education, Educació Química EduQ, Revista Brazilian Journal of Development, Revista Brasileira de Agrociências, Revista Educación Química, Revista de Experiências em Ensino de Ciências e a Revista EDUCAmazônia-Educação Sociedade e Meio Ambiente.

3. Resultados e Discussão

A pesquisa bibliográfica que subsidiou a presente revisão foi baseada na consulta de trabalhos publicados nos últimos 10 anos, conforme as palavras chaves e base de dados. A partir das análises dos trabalhos, selecionou-se o autor, o título da obra e as variações de cores dos extratos dos frutos e vegetais em função do pH ácido e básico (Tabela 1).

Tabela 1. Uso de indicadores naturais ácido-base.

Nome científico	Nome popular	Parte vegetal	Coloração (pH ácido)	Coloração (pH básico)	Referência
<i>Agapanthus</i> sp.	Agapanto violeta	Pétalas	Lilás	Amarelo	Silva <i>et al.</i> , 2020 ^b .
<i>Allamanda blanchetti</i> A. DC	Alamanda vermelha	Flor	Vermelho	Verde escuro	Monteiro <i>et al.</i> , 2020.
<i>Allamanda cathartica</i> L.	Alamanda-amarela	Flor	Vermelho Claro	Verde Amarelado	Uchôa <i>et al.</i> , 2016.
<i>Allium cepa</i>	Cebola roxa	Raiz	Rosa	Verde-musgo	Martins <i>et al.</i> , 2017.
<i>Alternanthera ficoidea</i>	Periquito	Folha	Rosa	Castanho	Monteiro <i>et al.</i> , 2020.
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de vaca	Flor	Laranja escuro	Verde	Silva, Brito & Gonçalves, 2018.
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de Vaca	Flor	Rosa escuro	Verde-amarelado	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Beta vulgaris</i> L.	Beterraba	Raiz	Vermelho	Amarelo	Cuchinski, Caetano & Dragunski, 2010; Lucas <i>et al.</i> , 2013; Martins <i>et al.</i> , 2017; Silva, Clemente & Pires, 2015.
<i>Beta vulgaris</i> L.	Beterraba	Raiz	Vermelho	Lilás	Borges <i>et al.</i> , 2014.
<i>Bidens gardneri</i> Baker	Picão	Flor	Amarelo claro	Laranja escuro	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Brassica oleracea</i> L.	Repolho Roxo	Folha	Rosa escuro	Amarelo	Guimarães, Alves & Filho, 2012; Martins <i>et al.</i> , 2017; Silva <i>et al.</i> , 2020 ^a
<i>Brassica oleracea</i> L.	Repolho roxo	Folha	Vermelho	Verde	Empinotti <i>et al.</i> ,

					2014.
<i>Catharanthus roseus</i>	Vinca	Flor	Amarelo-alaranjado	Verde claro	Silva, Brito & Gonçalves, 2018.
<i>Catharanthus roseus</i>	Vinca	Flor	Vermelho	Verde escuro	Palácio, Olguin & Cunha, 2012.
<i>Catharanthus roseus</i>	Vinca	Flor	Rosa claro	Amarelo escuro	Pereira, Viturino & Assis, 2017.
<i>Codiaeum variegatum L.</i>	Louro variegado	Folha	Rosa	Verde Amarelado	Uchôa <i>et al.</i> , 2016.
<i>Delonix regia</i> Rafin.	<i>Flamboyant</i>	Flor	Laranja escuro	Amarelo	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	Fruto	Laranja	Incolor	Queiroz, Martins & Fernandes, 2019.
<i>Euterpe edulis</i> Mart	Jussara	Fruto	Vermelho escuro	Azul escuro	Rossi & Shimamoto, 2010.
<i>Euterpe oleracea</i> Mart	Açaí	Fruto	Vermelho	Verde	Silva <i>et al.</i> , 2018 ^b .
<i>Euterpe precatoria</i>	Açaí	Fruto	Vermelho	Verde	Yamaguchi <i>et al.</i> , 2020.
<i>Genipa americana L.</i>	Jenipapo	Fruto	Azul	Verde-azulado	Lemos, Oliveira & Rodrigues, 2018.
<i>Heliconia rostrata</i>	Heliconia	Folha	Laranja escura	Amarelo claro	Queiroz, Martins & Fernandes, 2019.
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Hibisco	Flor	Vermelho	Verde escuro	Pereira, Viturino & Assis, 2017; Palácio, Olguin & Cunha, 2012.
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Hibisco dourado	Flor	Vermelho	Verde escuro	Pereira, Viturino & Assis, 2017.
<i>Hibiscus rosa-sinensis L.</i>	Hibisco	Flor	Laranja escuro	Azul escuro	Silva, Brito & Gonçalves, 2018.
<i>Ixora chinensi L.</i>	<i>Ixora</i>	Flor	Vermelho-alaranjado	Verde	Silva, Brito & Gonçalves, 2018.
<i>Ixora chinensi</i>	Ixora-chinesa	Flor	Rosa	Amarelo	Guerra <i>et al.</i> , 2018.

<i>Jatropha curcas L</i>	Piãoxo	Folha	Vermelho	Verde escuro	Monteiro <i>et al.</i> , 2020.
<i>Lilium sp.</i>	Lírio alaranjado	Pétalas	Rosa	Amarelo	Silva <i>et al.</i> , 2020 ^b .
<i>Lilium sp.</i>	Lírio amarelo-queimado	Pétalas	Rosa	Amarelo	Silva <i>et al.</i> , 2020 ^b .
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Mussaenda	Folha	Laranja clara	Amarelo claro	Queiroz, Martins & Fernandes, 2019.
<i>Myrciaria cauliflora Berg.</i>	Jabuticaba	Casca	Rosa	Cinza	Silva, Brito & Gonçalves, 2018.
<i>Myrciaria cauliflora Berg.</i>	Jabuticaba	Casca	Vermelho claro	Verde	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Oenocarpus bacaba Mart.</i>	Bacaba	Fruto	Vermelho	Verde escuro	Monteiro, Silva & Nascimento, 2014.
<i>Oenocarpus bacaba Mart.</i>	Bacaba	Fruto	Vinho	Marrom escuro	Queiroz, Martins & Fernandes, 2019.
<i>Petunia x hybrida Hort. ex. Vilm.</i>	Petúnia	Flor	Rosa escuro	Verde	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Phaseolus sp.</i>	Feijão preto	Semente	Rosa claro	Amarelo escuro	Silva <i>et al.</i> , 2018 ^a .
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Feijão preto	Semente	Vermelho claro	Amarelo escuro	Pereira, Vitorino & Assis, 2017.
<i>Pterodon abruptus (Moric.) Benth.</i>	Cangalheiro	Casca	Amarelo claro	Vermelho	Mota & Cleophas, 2014.
<i>Renealmia exaltata L. f.</i>	Pacová de macaco	Fruto	Laranja	Branco	Vasques, Silveira & Reis, 2018.
<i>Renealmia floribunda K. Chum.</i>	Pacova	Semente	Rosa claro	Castanho	Penaforte & Santos, 2014.
<i>Solanum lycocarpum A. St. Hil.</i>	Lobeira	Flor	Lilás	Verde	Guimarães, Alves & Filho, 2012
<i>Solenostemon sp.</i>	Coleus-de-Java	Folha	Vermelho claro	Amarelo	Silva <i>et al.</i> , 2018 ^a .
<i>Syzygium cuminii Skeels</i>	Jambolão	Fruto	Rosa escuro	Verde-amarelado	Guimarães, Alves

					& Filho, 2012.
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	Ipê roxo	Flor	Roxo	Amarelo	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Theobroma Cacao</i> . L.	Cacau	Semente	Vermelho claro	Amarelo escuro	Costa <i>et al.</i> , 2015.
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Quaresmeira	Flor	Rosa escuro	Amarelo	Guimarães, Alves & Filho, 2012.
<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt var	Trapoeraba-roxa	Folha	Rosa claro	Verde claro	Monteiro <i>et al.</i> , 2020.
<i>Tradescantia sp.</i>	Trapoeraba-roxa	Folha	Rosa claro	Verde claro	Silva <i>et al.</i> , 2018 ^a .
<i>Tradescantiapallida</i> <i>purpúrea</i>	Trapoeraba-roxa	Flor	Rosa claro	Verde claro	Pereira, Viturino & Assis, 2017.
<i>Vitis vinífera</i> L.	Uva	Casca	Vermelho	Azul escuro	Silva, Brito & Gonçalves, 2018.

Fonte: Os autores, (2020).

O Brasil apresenta uma importante diversidade de espécies de frutos e vegetais disponíveis, os quais podem ser utilizados como indicadores naturais de ácido-base, apresentando reversibilidade na coloração em função do pH do meio, sendo ácido ou básico.

No ensino de Química, a utilização dos indicadores naturais tem sido frequente nas publicações, para tanto, destacamos o uso dos frutos, folhas e flores, e em menor proporção, as raízes. Ainda, além da metodologia clássica para os indicadores ácido-base, a literatura apresenta outras espécies que são de fácil acesso e que podem contribuir para a obtenção de aulas experimentais (Monteiro *et al.*, 2020). Dentre os frutos, o açaí, a beterraba, a cebola roxa e o repolho roxo foram as matérias primas mais citadas, ressaltando as características de serem materiais de baixo custo, fácil obtenção, e apresentarem o extrato de coloração bem distinta em meio ácido e em meio básico. A composição química que possibilita a mudança das cores para as espécies citadas relaciona-se com a presença das antocianinas (Guimarães, Alves & Filho, 2012; Cuchinski, Caetano & Dragunski, 2010).

As antocianinas representam uma classe química, a qual apresenta coloração rosa, laranja, vermelha, violeta, roxa e azul na maioria das flores e frutos (Soares, Cavalheiro & Antunes, 2001). Além de exibir as cores, atuam como antioxidantes, participam do mecanismo de defesa vegetal, favorecem a polinização e a dispersão de sementes (Lopes, Xavier, Quadri & Quadri, 2007).

A estrutura química básica das antocianinas apresenta uma estrutura policíclica de quinze carbonos, e as principais alterações colorimétricas ocorrem devido à conformação do íon flavínico. Tais estruturas conferem a coloração arroxeadada em soluções neutras e, quando ocorre a adição do íon hidrogênio (ácido) ou remoção (base), altera-se o comprimento de onda de absorção na luz visível com variação da coloração. Entre as classes associadas a essa propriedade, destacam-se, além das antocianinas e flavonoides, os carotenoides e betalainas (Lopes *et al.*, 2007; Guerra *et al.*, 2018).

Corroborando com as propostas de aulas experimentais práticas, o uso de indicadores naturais fortalece os conceitos teóricos sobre os aspectos de fenômenos macroscópicos, reforçando-os e possibilitando a reflexão dos aspectos microscópicos, podendo ser utilizado em aplicações que extrapolam o uso singular do conteúdo de acidez e basicidade, como as características físico-químicas, equilíbrio e reatividade das reações (Berton, Beatriz, Ferreira, Canesin, Suzuki, Martins, Bonafé & Matsushita, 2018).

Diversos trabalhos apresentam o uso de indicadores como uma atividade versátil que pode ser utilizada para análise do solo, da água, sistemas coloidais, análises bioquímicas,

equilíbrio químico, entre outras (Berton *et al.*, 2020; Castro & Yamaguchi, 2020; Previdello *et al.*, 2006). Coadunando com outros autores, verifica-se que essa temática pode ser utilizada de forma interdisciplinar e multidisciplinar, associando-se com outras metodologias como o uso de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), metodologia ativa, investigativa e outras sequências didáticas que podem contribuir com as habilitações dos discentes na aplicação do conhecimento escolar em sua formação crítica e reflexiva (Vendrusculo & Mello, 2020).

A abordagem desse conteúdo em propostas que considerem aspectos sociais, ambientais e tecnológicos foi uma lacuna detectada no artigo de revisão de Nunes *et al.* (2016), em que os autores fizeram um levantamento sobre a abordagem de ácidos e bases em periódicos classificados do Qualis nas áreas de ensino e educação, nacionais e internacionais. Na revisão, demonstrou-se a limitação/escassez das discussões sobre aspectos sociais, industriais, econômicos e tecnológicos envolvendo os conceitos, a despeito de toda a influência que os ácidos e as bases possuem nesses processos. Dessa forma, o uso de indicadores naturais pode ser uma possibilidade de aproximar a discussão do conteúdo ácido e base com a importância que há no uso de indicadores naturais na aplicação da Química Verde e no desenvolvimento sustentável, apresentando uma valorização das matérias primas utilizadas oriundas de produtos regionais.

As pesquisas investigadas demonstraram que o uso de materiais alternativos para o ensino de ácido e base foram alternativas simples e com resultados satisfatórios para o aprendizado dos discentes. Sabe-se que nem sempre as escolas regulares apresentam reagentes para elaboração de procedimentos experimentais. Assim, o uso de materiais acessíveis possibilitou a realização de práticas em ambientes escolares comuns e com matérias primas de fácil obtenção nas regiões em que foram testadas.

Verificou-se que as metodologias para elaboração do extrato indicador foram obtidas utilizando água ou solução hidroalcoólica (etanol e água em diferentes proporções) como solvente, e cocção ou maceração como técnicas extrativas. Esses são procedimentos simples, exequíveis e que podem ser realizados utilizando poucos recursos econômicos.

Essa é uma estratégia interessante e que contribui para o aprendizado significativo baseado na proposta de Ausubel (1982), a qual versa sobre o fortalecimento da aprendizagem pela inclusão de novos dados a partir do conhecimento prévio dos discentes, e que este os retém quando considera relevante para sua vida. Assim, cabe ao docente utilizar essas ferramentas como estimuladores do senso crítico dos discentes, demonstrando que o uso de matérias primas naturais e conhecidas dos sujeitos são importantes e úteis para contribuir na

consolidação de um conhecimento, bem como o desenvolvimento do meio em que ele está inserido (Brasil, 2018).

De acordo com Berton *et al.* (2020), além do caráter educacional, o uso de indicadores naturais vem como uma estratégia social ao possibilitar uma educação igualitária para os discentes, independente das discrepâncias socioeconômicas que há no cenário brasileiro. Mesmo que a escola não tenha espaço físico, infraestrutura e laboratórios de Ciências/Química, a utilização de matérias primas naturais e de baixo custo torna-se uma oportunidade de abranger diferentes áreas do conhecimento e torná-lo mais atrativa e próxima do cotidiano.

Esta revisão apresenta uma sinopse da recente literatura, explorando o uso de matérias primas alternativas para o ensino de Química e incentivando a continuação de pesquisas de novos indicadores naturais para serem utilizados nas diferentes regiões do Brasil, levando em consideração que, nos trabalhos reportados, o uso dessa estratégia metodológica contribuiu de forma eficiente para a aprendizagem das temáticas propostas.

4. Considerações Finais

Esta revisão fornece uma visão geral das pesquisas de indicadores naturais de ácidos e bases como ferramenta didática no aprendizado dos discentes, favorecendo a assimilação dos conteúdos de Química e possibilitando a contextualização dos conhecimentos teóricos. Ainda, é possível evidenciar que há um quantitativo de matérias primas que podem ser utilizadas como indicadores naturais, desde frutos, folhas, raízes e flores, e que a presença de flavonoides e antocianinas pode ser um indicativo norteador de pesquisas futuras para detectar novas matérias primas a serem utilizadas para essa finalidade. Dessa forma, os achados deste trabalho tornam-se um guia para apresentar as possibilidades de uso e subsidiar o desenvolvimento e detecção de produtos naturais para utilização no ensino de Química.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo suporte às bases de dados e também agradecem aos revisores anônimos por seu apoio por meio de críticas e correções construtivas neste manuscrito.

Referências

Ausubel, D. P. (1982). *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.

BRASIL. (2018). Base Nacional Curricular Comum: área de Ciências da natureza e suas tecnologias. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf

Berton, S. B. R., Ferreira, M. P., Canesin, E. A., Suzuki, R. M., Martins, A. F., Bonafé, E. G., & Matsushita, M. (2020). Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. *Química Nova*, 43(5), 649-655. doi:10.21577/0100-4042.20170506

Borges, J. M., Santos, M. D., Leandro, F. P., Toledo, A. L. S., Figueiredo, A. P., & Domingui, L. (2014). Estudo da estabilidade de antocianinas em diferentes alcoóis alifáticos para uso como indicador de pH. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 16(1), 129-142. Recuperado de <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/2901/2356>

Burgess, G., Holt, A., & Agius, R. (2005). Preference of distance learning methods among post-graduate occupational physicians and hygienists. *Occupational Medicine*, 55, 312-318. doi: 10.1093/occmed/kqi117

Castro, E. F., & Yamaguchi, K. K. L. (2020). Análise do solo, da água e de produtos do cotidiano como ferramenta para o ensino de ácidos e bases. *DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(1), 146-15. doi: 10.20873/uftv7-8144

Costa, V. C., Gramacho, R. S., Santos, A. S., & Amorim, F. A. C. (2015). Aplicação do Extrato De Amêndoa de Cacau (*Theobroma Cacao. L*) como um Novo Indicador em Titulações Ácido-Base. *Revista Virtual de Química*, 7(4), 1496-1507. doi: 10.5935/1984-6835.20150081

Cuchinski, A. S., Caetano, J., & Dragunski, D. C. (2010). Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. *Revista Eclética Química*, 35(4), 17-23. Doi: 10.26850/1678-4618eqj.v35.4.2010.p17-23

Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2019). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 1-44. doi: 10.1080/10888691.2018.1537791

Empinotti, A., Barth, A., Niedzielski, D., Tusset, E. A., Stachniak, E., & Krupek, R. A. (2014). Botânica em prática: Atividades práticas e experimentos para o ensino fundamental. *Revista Ensino e Pesquisa*, 12(2), 52-103. Recuperado de <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/411>

Gouveia-Matos, J. A. M. (1999). Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo. *Química Nova na Escola*, 10, 6-10. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/conceito.pdf>

Guerra, M. H. F. S., Vasconcelos, A. K. P., Firmino, E. S., Nojosa, A. C. A. B., Saldanha, G. C. B., & Sampaio, C. G. (2018). Uma Abordagem das Atividades Experimentais no Ensino de Química: Uso da Flor *Ixora chinensi* como Indicador Ácido-Base. *Revista Thema*, 15(3), 834-847. doi: 10.15536/thema.15.2018.834-847.926

Guimarães, W., Alves, M. I. R., & Filho, N. R. A. (2012). Antocianinas em extratos vegetais: Aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. *Revista Química Nova*, 35(8), 1673-1679. doi: 10.1590/S0100-40422012000800030.

Hotaman, D. (2010). The teaching profession: knowledge of subject matter, teaching skills and personality traits. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 1416-1420. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.211

Idris, F., Hassan, Z., Ya'Acob, A., Gill, S. K., & Awal, N. A. M. (2012). The role of education in shaping youth's national identify. *Procedia Social and Behavioral Science*, 59, 443-450. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.299

Lemos, R. G., Oliveira, A. L., & Rodrigues, E. F. (2018). Um indicador natural como proposta para o ensino sobre ácido-base e análise titulométrica a partir dos saberes tradicionais. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9079>

Lopes, T. J., Xavier, M. F., Quadri, M. G. N., & Quadri, M. B. (2007). Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13(3), 291-297. doi: 10.18539/CAST.V13I3.1375

Lucas, M., Chiarello, L. M., Silva, A. R., & Barcellos, I. O. (2013). Indicador natural como material instrucional para o ensino de química. *Revista de Experiências em Ensino de Ciências*, 8(1), 61-71. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID198/v8_n1_a2013.pdf

Martins, R. C., Bernardi, F., Kreve, Y. D., Nicolini, K. P., & Nicolini, J. (2017). Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido-base no ensino médio (Parte I). *Revista Educación Química*, 28, 246-253. doi: 10.1016/j.eq.2017.03.005

Monteiro, E. P., Silva, A. G., & Nascimento, M. C. (2014). Estudo do extrato aquoso da casca da Bacaba (*Oenocarpus bacaba Mart.*) como indicador natural ácido-base. *Revista Latin American Journal of Science Education*, 1, 1-11. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/283083772_Estudo_do_extrato_aquoso_da_casca_da_Bacaba_Oenocarpus_bacaba_Mart_como_indicador_natural_acido-base

Monteiro, E. P., Silva, A. M. A., Monteiro, A. M. C., Silva, J. C., Freitas, L. A., & Corrêa, L. T. (2020). Indicadores naturais encontrados em plantas: uma proposta para o ensino de química no Amazonas. *Revista Scientia Amazonia*, 9(1), 8-14. Recuperado de <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2020/04/v9-n1-C8-C14-2020.pdf>

Mota, T. C., & Cleophas, M. G. (2014). Proposta para o ensino de química utilizando a planta *Pterodon abruptus (Moric.) Benth.* como indicador natural de pH. *Revista Virtual de Química*, 6(5), 1353-1359. doi: 10.5935/1984-6835.20140088

Ngai, B. Y. P. (2003). Linking Distance and International Education: A Strategy for Developing Multicultural Competence among Distance Learners. *Journal of Studies in International Education*, 7, 157-179. doi: 10.1177/1028315303007002004

Nunes, A. O., Dantas, J. M., Oliveira, O. A., & Hussein, F. R. G. S. (2016). Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014. *Cadernos de Pesquisa*, 38(2), 185-196. doi: 10.5935/0104-8899.20160025

Palácio, S. M., Olguin, C. F. A., & Cunha, M. B. (2012). Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. *Educación Química*, 23(1),41-44. doi: 10.1016/S0187-893X(17)30096-4

Penaforte, G. S., & Santos, V. S. (2014). O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de pH como alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. *Revista EDUCAmazônia-Educação Sociedade e Meio Ambiente*, 13(2), 8-21. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4731867>

Pereira, A. S., Viturino, J. P., & Assis, A. (2017). O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. *Revista Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química-ReLAPEQvista*, 1(2), 135-148. doi: 10.30705/eqpv.v1i2.891

Piattelli, M., & Imperato, F. (1970). Pigments of *Bougainvillea glabra*. *Phytochemistry*, 9(12), 2557-2560. doi: 10.1016/S0031-9422(00)85777-5

Previdello, B. A. F., Carvalho, F. R., Tessaro, A. L., Souza, V. R., & Hioka, N. (2006). O pKa de indicadores ácido-base e os efeitos coloidais. *Química Nova*, 29(3), 600-606. doi: 10.1590/S0100-40422006000300032

Queiroz, D. L., Martins, A. C., & Fernandes, C. C. (2019). Determinação de pH: Utilização de materiais alternativos para ensino de química. *Revista Scientia Naturalis*, 1(1), 51-59. Recuperado de <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat/index>

Rossi, A. V., & Shimamoto, G. G. (2010). Antocianinas e gelo seco para visualizar equilíbrios ácido/base numa abordagem contextualizada. *Revista Educación Química*, 7, 31-36. Recuperado de <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000124/00000087.pdf>

Russel, J. B. (1994). *Química Geral*. São Paulo: Pearson Makron Books.

Santos, L. G. V., Rodrigues, L. B., Lima, P. G., Sousa, T. O., Neto, J. J. G. C., & Chaves, D. C. (2012). Indicadores naturais ácido-base a partir de extração alcoólica dos pigmentos das flores *Hibiscus rosa-sinensis* e *Iroxa chinensi*, utilizando materiais alternativos. In: *Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*, 7, 1-5. Recuperado de <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1352/1154>

Silva, A. F. S., Brito, L. M., & Gonçalves, J. L. S. (2018). Extratos vegetais: Uma alternativa à fenoltaleína no Ensino de Química Analítica. *Revista Processos Químicos*, 37-41. doi: 10.19142/rpq.v12i23.423

Silva, C. S., Clemente, A. D., & Pires, D. A. T. (2015). Uso da experimentação no ensino de química como metodologia facilitadora do processo de ensinar e aprender. *Revista Técnica e Tecnológica, Ciência, Tecnologia, Sociedade*, 1(1), 1-18. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/f582/45b8407dcff1d52346bba91fa16ac67ec0c1.pdf>

Silva, D. B., Gonçalves, M. M., Kreve, Y. D., Nicolini, K. P., & Nicolini, J. (2018^a) Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido base (parte II): Extração e armazenamento. *Revista Educación Química*, 29(2), 3-16. doi: 10.1016/j.eq.2017.03.005

Silva, J. M., Martins, R. C., Bernardi, F., Santos, C. M. R., Nicolini, K. P., & Nicolini, J. (2020^b). Extratos de *lilium* sp., *agapanthus* sp. e *hydrangea* sp.: Comportamento como indicadores naturais em diferentes faixas de pH. *Revista Química Nova*, 43(2), 231-238. doi: 10.21577/0100-4042.20170459

Silva, R. J., Oliveira, J. C. C., Sampaio, I. S., Almeida, C. P. M., & Oliveira, A. C. (2018^b). O ensino de ácidos e bases a partir do indicador natural produzido com açaí (*Euterpe oleracea* Mart). *Revista Extensão e Cidadania*, 5(9-10), 107-119. doi: 10.22481/recuesb.v5i9.4603

Silva, W. A., Moura, F. J. A., Silva, P. J. A., Sousa, J. L. S., & Correia, J. M. (2020^a). A utilização do indicador natural para a aplicação de uma atividade experimental no ensino de química. *Revista Brazilian Journal of Development*, 6(4), 16859-16871. doi: 10.34117/bjdv6n4-015

Soares, M. H. B., Cavalheiro, É. T. G., & Antunes, P. A. (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. *Revista Química Nova*, 24(3), 408-411. doi: 10.1590/S0100-40422001000300019

Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010) Integrative review: What is it? How to do it?. *Einstein*, 8(1), 102-106. doi: 10.1590/s1679-45082010rw1134

Supatmi, S., Setiawan, A., & Rahmawati, Y. (2019). Student's misconceptions of acid-base titration assessments using a two-tier multiple-choice diagnostic test. *African Journal of Chemistry Education*, 9(1), 18-37. Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/183074>

Sutradhar, B., Dipankar, D., Koushik, M., & Datta, B. K. (2015). Short communication: Traditional dye yielding plants of Tripura, Northeast India. *Journal of Biological Diversity*, 16(2), 121-127. doi: 10.13057/biodiv/d160203

Terci, D. B. L., & Rossi, A. V. (2002). Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?. *Revista Química Nova*, 25(4), 684-688. doi: 10.1590/S0100-40422002000400026

Uchôa, V. T., Carvalho Filho, R. S. M., Lima, A. M. M., & Assis, J. B. (2016). Utilização de plantas ornamentais como novos indicadores naturais ácido-base no ensino de química. *Revista HOLOS*, 32(2), 152-165. doi: 10.15628/holos.2016.3869

Vasques, J. D., Silveira, C. V., & Reis, P. R. (2018). Uso de indicador natural de pH como alternativa para o ensino de química na comunidade indígena do trovão, na região no alto rio negro. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM*, 12(1), 12-21. Recuperado de <http://200.129.168.183/ojs/index.php/igapo/article/view/596>

Vendrusculo, V., & Mello, C. A. S. (2020). Integração de atividades experimentais e tecnologias educacionais no ensino do conceito de pH. *Revista Brasileira de educação Profissional e Tecnológica*, 2, 1-11. doi: 10.15628/rbept.2020.9065

Versuti, F. M., Andrade, R. B. N. M., & Zerbini, T. (2020). Learning strategies in distance courses: Difference between teaching degree and extension courses. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 36, 36-31. doi: 10.1590/0102.3772e3631

Yamaguchi, K. K. L., Peres, E. G., Santos, E. M., & Silva, M. F. (2020). Valorização regional e o ensino: o uso de açai Amazônico (*Euterpe precatoria*) como indicador ácido-base. *Scientia Amazonia*, 9(1), 1-9. Recuperado de <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2020/04/v9-n1-E1-E9-2020.pdf>

Yokaichiya, D. K., Galembeck, E., & Torres, B. B. (2004). Adapting a Biochemistry Course to Distance Education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 32, 27-29. doi: 10.1002/bmb.2004.494032010307

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Célio dos Santos Almeida – 33,40%

Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi – 33,30%

Anderson de Oliveira Souza – 33,30%