

CAPÍTULO III

DESCOBRINDO O pH E SUA IMPORTÂNCIA PARA A VIDA

DOI: <https://doi.org/10.4322/978-65-86889-41-3.c03>

Luísa Rieth Uber¹
Ingrid Caroline Winter de Souza²
Avner Staimetz da Rosa³

1. INTRODUÇÃO

A prática interdisciplinar é amplamente visada na educação contemporânea e tem o objetivo de fugir dos modelos cartesianos de ensino, buscando um processo mais integrado de construção do saber. À medida que os níveis escolares avançam das séries iniciais em direção ao ensino médio, observa-se uma crescente fragmentação dos conteúdos, e o diálogo entre as disciplinas diminui. Um dos principais exemplos dessa dissociação de conteúdos está na disciplina de ciências, que é desmembrada em três áreas mais específicas no nível médio: biologia, química e física.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais do ensino médio, no que se refere à organização das disciplinas em áreas do conhecimento:

§ 1º O currículo deve contemplar as quatro áreas do conhecimento, com tratamento metodológico que evidencie a contextualização e a interdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos. (Brasil, 2012, grifo nosso)

Ou seja, os componentes curriculares biologia, química e física continuam estruturados em uma das áreas do conhecimento, a das ciências da natureza. Isso implica na necessidade de aprimoramento do fazer pedagógico interdisciplinar, para que, tanto durante as aulas quanto na avaliação, as três disciplinas possam atuar em conjunto no processo de ensino e aprendizagem.

Mas o que é interdisciplinaridade, afinal? Este termo é amplamente estudado e pode receber inúmeros significados. Conforme Pombo (2008), não há um conceito estável de interdisciplinaridade.

¹ Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professora de Ciências da rede municipal de ensino de Saquarema/RJ e Bióloga da Prefeitura de Cabo Frio/RJ. (luisa.rieth@gmail.com).

² Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professora de Ciências na rede municipal de ensino de Canoas/RS (ingridcwinter@hotmail.com).

³ Licenciando em Química na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (avnerstaimetz@hotmail.com).

Além disso, o termo é facilmente confundido com outras derivações, como transdisciplinaridade, multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade. A interdisciplinaridade ocupa-se da fusão de duas ou mais disciplinas, em uma prática que busca trabalhar os pontos de intersecção entre elas.

A aplicabilidade da prática interdisciplinar é questionada por professoras e professores da rede básica de ensino, de acordo com Augusto e Caldeira (2007). As autoras apontam que a principal dificuldade dos docentes é o diálogo entre colegas e entre disciplinas, para que ocorra o planejamento conjunto de estratégias pedagógicas interdisciplinares. Esse panorama evidencia a importância de uma formação docente voltada para os desafios da prática interdisciplinar, sendo esse o objetivo da disciplina de graduação para a qual este trabalho foi desenvolvido.

O presente capítulo relata o planejamento e a aplicação de uma oficina de temática interdisciplinar, a qual foi realizada como instrumento avaliativo de uma disciplina oferecida aos discentes das licenciaturas em física, química e ciências biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A disciplina "Buscando Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências" tem como objetivo geral oportunizar vivências de trabalho interdisciplinar aos futuros professores, na área de ciências da natureza, por meio da elaboração conjunta de estratégias pedagógicas, estimulando sua futura atuação interdisciplinar em sala de aula.

A atividade interdisciplinar aqui descrita teve como tema o conteúdo de pH (potencial de hidrogênio), integrante comum do currículo de química do ensino médio. A escolha do tema a ser trabalhado na oficina levou em conta os assuntos que apresentassem interface nas matérias dos integrantes do grupo de trabalho: biologia (duas licenciandas, autoras deste capítulo) e química (um licenciando). O pH é uma temática que, quando estudada — geralmente nas aulas de química — deixa de lado a ampla importância do pH na regulação e manutenção da vida como a conhecemos. Portanto, definimos como prioridade a abordagem da face mais prática e palpável do pH na construção da oficina, buscando ir além da discussão de sua escala e de seu significado químico, resgatando interfaces disciplinares entre a química e a biologia que não costumam ser ressaltadas, e contextualizando o conteúdo curricular no cotidiano dos estudantes.

Os objetivos específicos de ensino estabelecidos, a serem atingidos na realização da oficina, foram: entender o que significa pH, identificar ácidos e bases, demonstrar como o pH está presente em nossa vida cotidiana e reconhecer sua influência na saúde e no ambiente. A fim de embasar teoricamente este trabalho e oferecer referencial teórico básico para aqueles educadores que desejarem replicar essa oficina, disponibilizam-se a seguir os assuntos selecionados para a abordagem interdisciplinar entre química e biologia, sobre o papel do pH e as consequências de sua alteração para a saúde humana e para o meio ambiente.

2. A INFLUÊNCIA DO pH NA SAÚDE HUMANA

O pH, visto sob a ótica da biologia, é um importante regulador da saúde humana, uma vez que atua no funcionamento de quase todos os tecidos e sistemas que compõem o corpo humano. Isso ocorre, pois os sistemas de enzimas (proteínas catalisadoras) que regulam as funções humanas dependem de concentrações específicas de íons H^+ para funcionar adequadamente, tornando o equilíbrio ácido-base e o pH fundamentais para o metabolismo (Hall, 2017). Alguns dos principais tecidos e sistemas que são diretamente influenciados pelo pH são o tecido sanguíneo, o tecido muscular, o sistema respiratório, o sistema urinário/excretor e o sistema digestório.

O sangue humano normalmente tem um pH ligeiramente básico, entre 7,35 e 7,4. Essa faixa de valores é mantida pelo balanço entre dois componentes principais contidos no sangue, o dióxido de carbono (que, ao ser dissolvido em água, produz um ácido, o H_2CO_3) e o bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$, que tem comportamento ligeiramente alcalino). O dióxido de carbono ou gás carbônico (CO_2) é um gás que é produzido constantemente, como resultado natural do processo de respiração realizado nas mitocôndrias de todas as células do corpo (Hall, 2017). Das células, o CO_2 é liberado no sangue, sendo transportado até os pulmões, para ser eliminado pela respiração, durante o processo de expiração. Seu acúmulo nos vasos sanguíneos acidifica o sangue, podendo acarretar problemas no transporte do gás oxigênio pelo corpo, o qual é fundamental para o metabolismo das células.

A primeira estratégia de resposta do corpo à diminuição do pH do sangue é o sistema de tampões químicos, que responde em segundos, ligando bases aos íons H^+ livres e restabelecendo o pH sanguíneo (Hall, 2017). A segunda estratégia de ação é ativada em alguns minutos, quando a alta concentração do dióxido de carbono desencadeia processos de regulação no cérebro, que aumentam a velocidade e a profundidade da respiração pulmonar, a fim de eliminar mais CO_2 . Assim, cérebro e pulmões são capazes de regular a velocidade com que o dióxido de carbono é eliminado do corpo, restabelecendo o pH sanguíneo ideal.

Uma terceira estratégia de ação para manutenção do pH sanguíneo envolve a participação do sistema urinário, que filtra as substâncias ácidas ou básicas não voláteis que estejam em excesso no sangue. Os ácidos são produzidos constantemente pelas células, principalmente como resultado da digestão de proteínas, e são chamados não voláteis, pois não se dissipam no ar e, portanto, não podem ser eliminados pelos pulmões, exigindo ação do sistema excretor (Hall, 2017). Por isso, quando se acumulam no sangue, precisam ser retirados a fim de não reduzirem o pH sanguíneo. A resposta do sistema excretor é a mais lenta no restabelecimento do pH, ocorrendo após algumas horas, uma vez que depende da filtração do sangue pelos rins para posterior eliminação dos íons através da urina.

A acidose sanguínea (quando o pH do sangue está abaixo de 7,4) é o distúrbio do equilíbrio ácido-base mais comum na população humana, uma vez que o corpo produz esses ácidos de forma natural, como resultado do seu metabolismo (Boavida, 2016). Por isso, cultivar hábitos alimentares saudáveis é essencial para auxiliar o corpo na manutenção do pH adequado para o seu funcionamento. A ingestão de alimentos ricos em carboidratos e lipídios – como massas, pães, doces e alimentos de origem animal – e principalmente de ultraprocessados (que apresentam sal, açúcar e gordura em excesso) é responsável pela acidificação do sangue, ou seja, a redução do seu pH. Já o consumo de alimentos ricos em fibras, como verduras e frutas, cereais, leguminosas e sementes oleaginosas, provoca a alcalinização do sangue, ou o aumento do seu pH (Boavida, 2016). Logo, buscar uma alimentação balanceada, que priorize as fibras em detrimento dos alimentos ricos em açúcares, é determinante para a manutenção do pH normal sanguíneo.

Algumas doenças relacionadas à digestão de nutrientes também podem provocar alterações no pH sanguíneo. Em pessoas diabéticas, o hormônio insulina, responsável por intermediar a passagem de glicose do sangue para as células, não atua de forma satisfatória. Dessa forma, a glicose dentro da célula não é suficiente para suprir a demanda energética do corpo. Essa situação conduz à metabolização das reservas de gordura para produção de energia, gerando corpos cetônicos, produtos dessa digestão de lipídios. Os corpos cetônicos são substâncias ácidas que diminuem o pH sanguíneo, resultando, neste caso, na cetoacidose diabética (Boavida, 2016).

O sistema digestório, por sua vez, tem o funcionamento fortemente determinado por alterações de pH. Ao longo do tubo digestivo, as enzimas, proteínas responsáveis por mediar e acelerar as transformações químicas que ocorrem no corpo, dependem de um pH específico para realizarem suas funções de digestão dos alimentos. O pH ótimo é o valor de pH em que a atividade de uma enzima é máxima. Cada enzima apresenta um valor diferente de pH ótimo.

A enzima amilase salivar (ou ptialina), presente na saliva, atua realizando a digestão das moléculas de amido, um carboidrato encontrado em alimentos como pães, massas e tubérculos. Seu pH ótimo é neutro, entre 6 e 7, e por isso o pH dentro da boca deve estar nessa faixa para que a digestão do amido ocorra da forma adequada (Hall, 2017).

Já no estômago, a principal enzima atuante é a pepsina, responsável pela digestão das proteínas. A pepsina é ativa em meio muito ácido, com pH ótimo entre 1,8 e 3,5. Por isso, as células gástricas secretam grandes quantidades de ácido clorídrico (HCl), responsável por diminuir o pH do estômago para os valores ideais de atividade da pepsina. A quantidade de ácido clorídrico que é liberada no compartimento gástrico é regulada por hormônios sensíveis à quantidade de proteínas disponíveis para metabolização, de forma que, quanto mais proteínas são ingeridas, mais ácido será secretado (Hall, 2017).

Quando o quimo – líquido formado pelos alimentos parcialmente digeridos e o suco gástrico –, vindo do estômago, chega ao intestino, seu pH está próximo de 3 e é muito ácido para as células intestinais. Para não causar nenhum dano ao epitélio, grandes quantidades de íons bicarbonato (pH aproximadamente 8) são secretadas pelo pâncreas, no ducto que leva ao intestino, a fim de neutralizar o pH ácido. No intestino delgado, é a vez de outras enzimas como a tripsina, as peptidases, a amilase pancreática, a lactase e as lipases atuarem. Essas enzimas digerem os três principais macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídios) e são produzidas pelo pâncreas e pelo intestino. O pH ótimo das enzimas pancreáticas é ligeiramente alcalino, entre 7 e 8 (Hall, 2017).

No tecido muscular também podem ocorrer alterações de pH que serão determinantes para o seu metabolismo. As dores musculares que podem ser percebidas após uma atividade física intensa são resultado do acúmulo de ácido lático no tecido muscular. O ácido lático é um produto da respiração celular anaeróbica, a qual é realizada quando a demanda energética é maior do que a energia produzida pela respiração aeróbica. A respiração aeróbica é o processo de produção de ATP (adenosina trifosfato, molécula carreadora de energia) utilizando oxigênio (O_2), realizado pelas mitocôndrias das células. Esse processo, porém, leva tempo e, dependendo da atividade que esteja sendo realizada, não dá conta de fornecer energia suficiente com a velocidade necessária. É nessa situação que entra a respiração anaeróbica, processo mais rápido, mas que tem como um de seus produtos o ácido lático. Quando em excesso, o ácido lático acumulado nos tecidos provoca dor e fadiga muscular (Hall, 2017).

O pH também desempenha um papel importante quando se analisa o microambiente de tumores. As células tumorais geralmente apresentam baixos níveis de oxigênio, altos níveis de ácido lático, baixa disponibilidade de nutrientes e pH tecidual baixo. Há uma preferência das células tumorais por realizar o processo anaeróbico de respiração para produção de energia, mesmo quando há disponibilidade de oxigênio. Esse processo aumenta a concentração de ácido lático nas células, reduzindo seu pH. Enquanto células saudáveis têm pH próximo de 7,4, as células tumorais apresentam valores entre 6,6 e 6,9. O pH ácido dos tumores também já foi relacionado a uma maior capacidade de realizar metástases, aumentando a capacidade de progressão tumoral (Gonçalves, 2020).

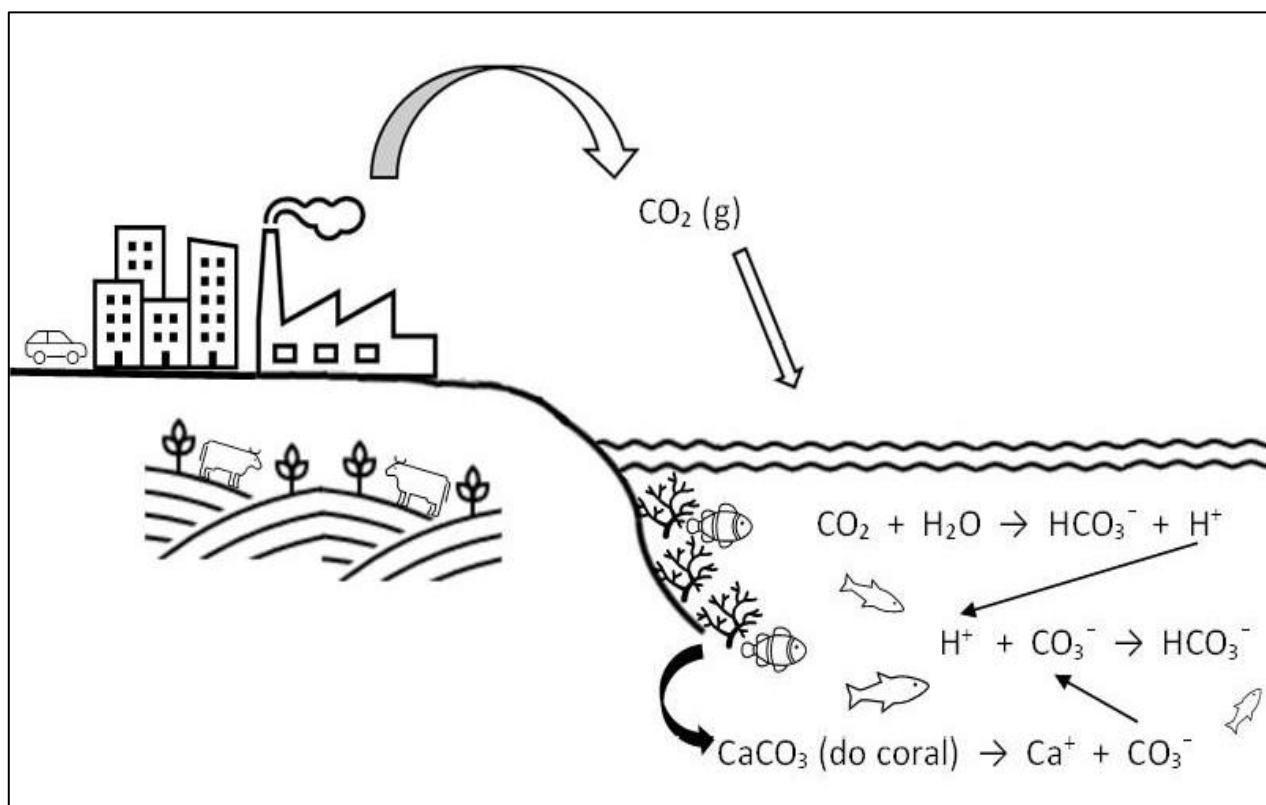
3. A INFLUÊNCIA DO pH NO AMBIENTE

Um dos impactos ambientais que ganhou destaque nas mídias nos últimos anos é a degradação dos recifes de corais, através do fenômeno conhecido como branqueamento, ocasionado pelo aumento da temperatura dos oceanos, como consequência do aquecimento global. Os impactos nos recifes de corais, porém, vão além da perda de suas cores. A própria existência dessas colônias de animais,

como as conhecemos, está em risco, em razão de outro fator menos noticiado: a acidificação dos oceanos.

As ações antrópicas que demandam a queima de combustíveis fósseis, como os meios de transporte e as atividades industriais, provocam aumento das emissões de CO₂ na atmosfera. Cerca de 25% do gás carbônico liberado no ar é absorvido pelos oceanos (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007), visto que 70% da superfície da Terra está coberta por eles. Uma vez na água, o CO₂ reage para se transformar em ácido carbônico (H₂CO₃), o qual se dissocia formando íons bicarbonato (HCO₃⁻) e prótons H⁺. Esses prótons, por sua vez, reagem com íons carbonato (CO₃²⁻) dissolvidos na água, para formar mais íons bicarbonato. Esse processo reduz a quantidade de íons carbonato disponíveis para se ligarem aos íons Ca²⁺, que formam o carbonato de cálcio, componente fundamental para a calcificação de alguns organismos marinhos, como os corais (Figura 1) (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007).

Figura 1: Representação esquemática do efeito da absorção de CO₂ atmosférico pela água do mar: os íons H⁺ reagem com os íons carbonato, favorecendo a dissolução do CaCO₃ e prejudicando a formação dos corais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Estimativas baseadas em projeções do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU) sugerem que, em um cenário de aumento progressivo das emissões de gás carbônico, podemos chegar a 800 ppm de CO₂ atmosférico até 2100. Como consequência, seria

constatada uma redução de 0,4 no pH dos oceanos, em relação aos valores observados na era pré-industrial. O pH oceânico passaria de 8,2 para 7,8, significando um aumento de 150% na acidez dos oceanos até o final do século (Feely; Doney; Cooley, 2009).

Hoegh-Guldberg e colaboradores (2007) apontam, em sua revisão sobre os recifes de corais sob condições de rápida alteração climática e de pH, que um fator importante a ser observado é a velocidade com que essas alterações vêm acontecendo. Apesar de os recifes de corais já terem enfrentado acidificações em outros momentos ao longo da história da vida na Terra, as taxas de variação dos níveis atmosféricos de gás carbônico observadas no último século são duas a três vezes maiores que as observadas nos últimos 420 mil anos. Portanto, é razoável dizer que essas mudanças provavelmente excedem a capacidade de adaptação desses organismos.

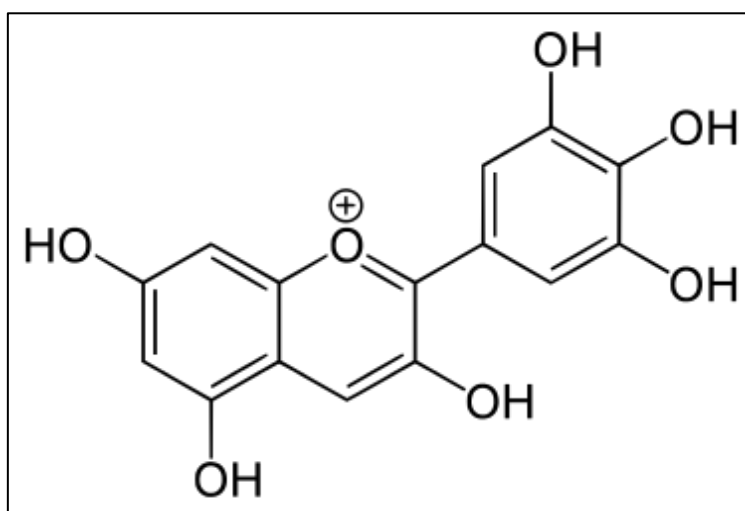
Em um intervalo de 16 anos, os corais *Porites*, da Grande Barreira de Corais, na Austrália, apresentaram uma queda de 20% em sua taxa de crescimento, dados que coincidem com a diminuição do pH oceânico registrada para esse período. A formação de corais com esqueletos menos densos implica em organismos mais frágeis e mais suscetíveis à erosão provocada por tempestades e por outros organismos. No entanto, as consequências da degradação dos recifes de corais vão além da perda deste ecossistema tão biodiverso, impactando a vida humana e a economia global, uma vez que eles oferecem serviços ambientais importantíssimos, como a proteção da costa contra erosão, além de servirem de habitat para diversas espécies de peixes e outros organismos que fazem parte da alimentação humana (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007).

A acidificação não é um problema enfrentado pelos organismos vivos apenas nos oceanos. O Brasil é formado por aproximadamente 70% de solos ácidos. A redução do pH do solo é um processo natural nas culturas agrícolas, decorrente do esgotamento de alguns nutrientes, e é um importante limitador do crescimento das plantas. Os íons Al^{3+} presentes nos solos agricultáveis, quando associados a um pH inferior a 5,5, tornam-se tóxicos, provocando um menor crescimento das raízes e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes e queda na produtividade agrícola (Nolla; Anghinoni, 2004).

Diversas técnicas podem ser utilizadas na correção do pH do solo, dentre elas as queimadas, uma prática comum no Brasil (Santos; Bahia; Teixeira, 1992). Além de facilitarem a limpeza do terreno para o plantio, as queimadas produzem como resíduo as cinzas, que são importantes corretivos da acidez do solo, pois apresentam óxidos de potássio e cálcio, os quais ainda servem de adubo, além de contribuírem na alcalinização do solo (Campanharo *et al.*, 2008). É importante ressaltar, porém, que a prática indiscriminada de queimadas, em especial nos biomas Cerrado e Amazônia, é responsável pela perda de biodiversidade, além de aumentar as emissões de gases de efeito estufa, provocar erosão, aumento da temperatura e empobrecimento do solo (Santos; Bahia; Teixeira, 1992).

O pH também influencia na coloração de algumas espécies de flores, como as hortênsias (*Hydrangea* sp.). Isso se deve, no caso das hortênsias, à molécula de delfinidina (Figura 2), da família das antocianinas, que muda de cor de acordo com o pH do meio: o pH muda a disponibilidade dos íons Al^{3+} no solo, e esses íons, quando reagem com a delfinidina, provocam a mudança de sua coloração. As flores de hortênsia, quando cultivadas em solos ácidos, apresentam coloração azul, pois há íons Al^{3+} disponíveis. Mas, quando cultivadas em solo mais alcalino, apresentam cor rosa, pois os íons Al^{3+} formam o composto $\text{Al}(\text{OH})_3$, não estando disponíveis para reagir com a delfinidina.

Figura 2: Estrutura da molécula da delfinidina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As hortênsias podem apresentar ainda outras tonalidades em suas pétalas, não apenas devido ao pH do solo, mas também pela presença de outros cátions que tenham a possibilidade de reagir com a delfinidina, como Fe^{3+} , por exemplo (Sampaio; Rossi, 2004).

4. METODOLOGIA

O planejamento da oficina interdisciplinar ocorreu durante as aulas da disciplina “Buscando Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências”, nas quais os componentes do grupo se reuniam e propunham ideias sobre o tema a ser abordado e como a oficina poderia ser desenvolvida, considerando-se as condições de uma escola pública de Porto Alegre. Alguns possíveis temas foram considerados inicialmente e, a partir dessas ideias, o tema da oficina (pH) foi definido. A seguir, foi delimitado o recorte a ser desenvolvido e os assuntos específicos das áreas de química e biologia que seriam abordados. A seguir, foi estruturada a apresentação da oficina, com as atividades experimentais que seriam apresentadas, quais delas poderiam ser feitas pelos próprios estudantes do

ensino médio, o que seria necessário apresentar por meio de slides e quais materiais precisariam ser impressos para serem distribuídos aos estudantes.

Para a aplicação da oficina, foi escolhida uma escola estadual na qual o PIBID Química da UFRGS já atua há alguns anos, em turmas do ensino médio. Foram escolhidas duas turmas (com cerca de 20 alunos cada) de primeiro ano do ensino médio que já haviam estudado as temáticas de pH e conceitos de ácidos e bases, como parte do componente curricular de química. Cada uma das turmas foi atendida separadamente durante uma manhã, a primeira turma nos primeiros dois períodos e a segunda turma nos últimos dois períodos. Cada turma permaneceu, portanto, cerca de 1h e 40 minutos realizando as atividades da oficina.

A oficina interdisciplinar “Descobrimos o pH” foi estruturada em quatro momentos. No primeiro momento, foi conduzida uma sondagem geral de conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema pH; o segundo momento consistiu em uma apresentação oral, usando slides, sobre o significado e as aplicabilidades do pH em nosso dia a dia, enfatizando sua influência na regulação da saúde humana e no equilíbrio ambiental; no terceiro momento, foi realizado um experimento prático de medição do pH de diversas substâncias presentes no cotidiano dos estudantes; e, por fim, no quarto momento, foi realizada uma sondagem final escrita dos conhecimentos adquiridos e uma avaliação da oficina.

O momento da sondagem inicial aconteceu com cada uma das turmas, a partir de perguntas básicas sobre o assunto, formuladas oralmente, a fim de perceber o quanto os estudantes já sabiam sobre o tema do pH e sua relação com suas vidas. Algumas das perguntas foram: “Vocês já ouviram falar em pH?”; “O que é pH?”; “Como ele está presente no nosso dia a dia?”; “O que significa dizer que algo tem gosto ácido/azedo?”; “O que faz alguma comida/bebida se tornar ácida?”; “Qual é o contrário de ácido?”; “O que acontece se misturamos algo ácido com algo básico/alcalino?”

A partir das respostas e dos comentários dos alunos, iniciou-se o segundo momento, em que, com o auxílio de uma apresentação de slides⁴, foi realizada uma discussão sobre o significado de ácidos, bases e pH, a influência do pH no ambiente em que vivemos e como ele está presente na saúde dos seres humanos. Iniciamos a conversa com a turma sobre as consequências das alterações de pH no ambiente. Foi utilizado como exemplo didático o fenômeno da acidificação dos oceanos, enfatizando os possíveis efeitos para a biodiversidade marinha e para os seres humanos (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007). Demos continuidade com o uso das queimadas para a correção de pH do solo para uso agrícola (Campanharo *et al.*, 2008), citando também as consequências da emissão de gás

⁴ Apresentação de slides disponível em: https://docs.google.com/presentation/d/195UIW6XOIfF39Zu5rYf9-P9S2Pidk5vjZBrTNvfN_1E/edit?usp=sharing

carbônico, o qual intensifica o efeito estufa, além de provocar erosão e empobrecimento do solo (Santos; Bahia; Teixeira, 1992). Finalizamos discutindo sobre as variações na coloração das hortênsias, que são provocadas por alterações no pH do solo em que são cultivadas (Sampaio; Rossi, 2004).

As discussões eram sempre realizadas interagindo com os estudantes por meio de perguntas, a fim de envolvê-los mais ativamente no processo de ensino e aprendizagem. Além da apresentação de slides, também demonstramos, nesse momento, as diferenças visuais entre os ácidos e as bases, utilizando um indicador de pH (fenolftaleína), um ácido (ácido nítrico) e uma base (hidróxido de amônio) (Figura 3), para destacar de forma mais palpável suas distinções.

Figura 3: Materiais utilizados na atividade prática sobre pH. Da esquerda para a direita: ácido nítrico (HNO_3), indicador de pH fenolftaleína e hidróxido de amônio.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A seguir, foi mostrado um vídeo dublado em inglês (e legendado para o português por uma das licenciandas), produzido pela Aliança para a Emergência Climática (*Action for the Climate Emergency*, 2023), chamado “O que é acidificação dos oceanos”⁵, no qual o processo de acidificação dos oceanos era elucidado de forma animada e didática, facilitando o entendimento sobre suas consequências para o planeta e a vida humana.

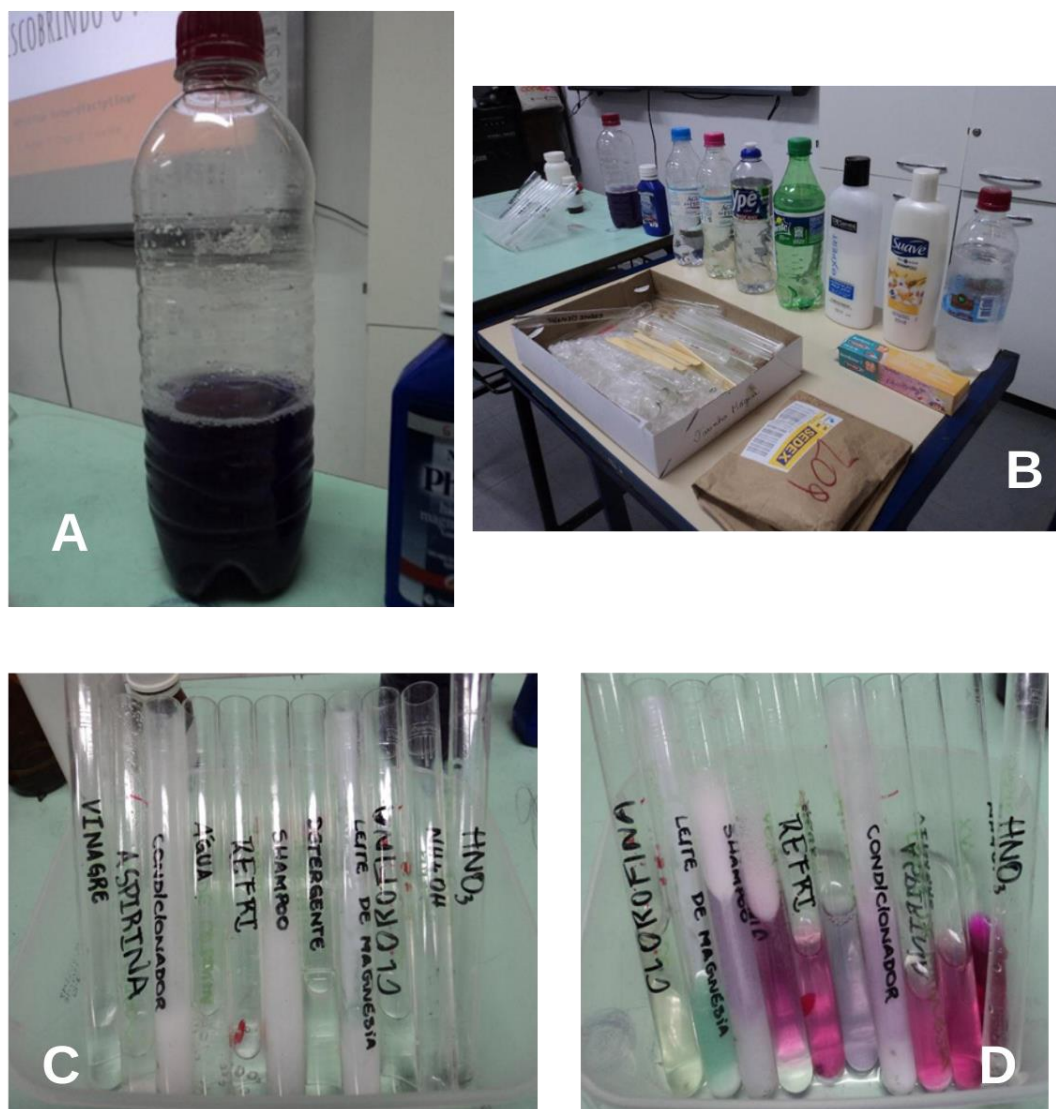
Passou-se para o tema pH e saúde humana, em que foram explicadas as influências das alterações de pH em diferentes tecidos, órgãos e sistemas do corpo humano. Explicou-se sobre o pH do sangue (Hall, 2017), a relevância de uma dieta variada para a sua manutenção e o equilíbrio das funções vitais (Boavida, 2016), e a influência do pH nas dores musculares. Também foi abordada a

⁵ Vídeo em versão legendada disponível no YouTube através do link: https://youtu.be/8FAGzmeNx_w

diabetes, que tem como consequência, entre outras, a acidificação do sangue em função da queima de gordura, provocada pelo mau aproveitamento dos açúcares (Hall, 2017), e a influência do pH no câncer, visto que as células tumorais apresentam pH inferior às células saudáveis (Gonçalves, 2020).

No terceiro momento, realizamos a parte mais prática da oficina, com a participação voluntária de alguns estudantes, na qual foram feitos alguns experimentos para o estabelecimento de uma escala de pH utilizando água de cozimento de repolho roxo, indicador natural de pH bastante conhecido (GPEQ, 1995).

Figura 4: Substâncias químicas e etapas da atividade prática sobre Ph:



A - Suco de repolho roxo utilizado como indicador de pH. **B** - Algumas das substâncias utilizadas no experimento são: vinagre, água sanitária, detergente, refrigerante, condicionador, xampu e água com gás. **C** - Tubos de ensaio com as substâncias utilizadas no experimento antes de acrescentar o suco de repolho roxo. **D** - Tubos de ensaio com os resultados do experimento após o acréscimo do suco de repolho roxo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir de comparação com essa escala de pH, foi determinado o pH de diversas substâncias presentes no dia a dia dos estudantes, tais como xampu, condicionador, vinagre, detergente, água mineral com gás, refrigerante, leite de magnésia, água sanitária (clorofina) e aspirina (Figuras 4A e 4B). As substâncias foram despejadas, cada uma, em um tubo de ensaio devidamente identificado (Figura 4C), e realizou-se um momento de investigação científica juntamente com a turma. Solicitou-se que os estudantes criassem hipóteses sobre a natureza de cada uma das substâncias, se eram ácidas, básicas ou neutras, e perguntou-se de que cor eles acreditavam que cada solução ficaria. Após, foi acrescentada a cada tubo sempre a mesma quantidade do extrato de repolho roxo e discutiu-se brevemente sobre os resultados observados, a natureza da substância em questão e o pH detectado. Ao final, os tubos foram dispostos por ordem de coloração, do verde-azulado ao rosado-lilás: clorofina, leite de magnésia, xampu, detergente, refrigerante, água com gás, condicionador, aspirina, vinagre, ilustrando, assim, a posição de cada substância na escala de pH (Figura 4D).

Como momento final da oficina, os estudantes foram convidados a responder a um questionário de sondagem final de conhecimentos e avaliação das atividades realizadas. O objetivo desse questionário era identificar se haviam compreendido, de forma geral, o conceito de pH, suas aplicações no dia a dia e sua importância para o meio ambiente e a saúde humana, bem como obter um retorno sobre as opiniões a respeito da oficina realizada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condução da oficina interdisciplinar foi muito influenciada pelas respostas e reações dos estudantes observadas durante o seu andamento. A parte inicial, apesar de ter sido realizada promovendo a interação com a turma por meio de perguntas e comentários do condutor, das condutoras e dos próprios estudantes, caracterizou-se por ser mais expositiva do que a parte final, com os experimentos para o estabelecimento da escala de pH. Como já era esperado, a turma se mostrou muito mais interessada e participativa na parte experimental do que na parte expositiva, uma vez que estavam diante de uma nova experiência, sobre cujos resultados estavam curiosos.

Muitos estudantes apresentaram conhecimentos prévios satisfatórios sobre o conteúdo de escala de pH, sua função e relação com os conceitos de ácido e base, os quais são comumente abordados nas aulas de Química. Já na sondagem das etapas seguintes (relação do pH com a saúde humana e o meio ambiente), foi possível perceber que, apesar de se utilizar abordagens cotidianas da aplicação do pH, muitas relações feitas durante a oficina foram novidades; a maior parte das informações trazidas caracterizou-se como temáticas com as quais eles não tiveram contato anterior.

Analisando as respostas dos questionários de avaliação da oficina, notou-se que a maior parte dos estudantes não tinha consciência da importância do pH no cotidiano antes da oficina. O assunto mais citado como exemplo de contextualização do pH no cotidiano foi a acidez do refrigerante, demonstrando que a proximidade das informações científicas com a realidade dos estudantes afeta diretamente o processo de aprendizagem, fomentando as conexões entre os saberes prévios e novos conhecimentos. A parte da aula preferida pelos estudantes foram os experimentos demonstrativos, o que corrobora a ideia de enriquecer mais a aula com momentos práticos e diminuir o tempo de conteúdo expositivo nas próximas aplicações da oficina.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar o trabalho interdisciplinar realizado ao longo do planejamento e da aplicação desta oficina como desafiador em diversos aspectos. Tanto para os licenciandos, como futuros educadores e educadoras, ao buscarem sair do confortável lugar de conhecedores disciplinares, quanto para os estudantes, em especial no ensino médio, que já estão habituados a receber um conhecimento compartimentado dentro de uma determinada disciplina.

Buscar uma interface para trabalhar uma temática com a qual se está tão acostumado a vê-la limitada por fronteiras rígidas é um método muito enriquecedor para o processo de ensino e de aprendizagem interdisciplinar. A oficina “Descobrimo o pH” proporcionou aos licenciandos uma aprendizagem muito significativa nesse sentido. Foi possível observar que as turmas que tiveram a oportunidade de participar da oficina passaram a perceber o pH sob outra perspectiva, mais abrangente e significativa.

REFERÊNCIAS

ACTION FOR THE CLIMATE EMERGENCY. **What is Ocean Acidification?** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gZGj0BbDT38&t=0s>. Acesso em: 9 jul. 2023.

AUGUSTO, Thaís Gimenez da Silva; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 139-154, 2016.

BOAVIDA, Rita. **O fator pH**. Lisboa: Manuscrito, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio**. Resolução CNE/CEB nº 2/2012. Brasília: MEC; CNE; CEB, 2012.

CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P. H.; RIBEIRO, G.; PINHO, L. G. da R. Utilização de cinza de madeira como corretivo de solo. In: FERTBIO: DESAFIOS PARA O USO DO SOLO COM EFICIÊNCIA E QUALIDADE AMBIENTAL, 2008, Londrina/PR. **Anais...** Londrina/PR: EMBRAPA, 2008. Disponível

em: http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B0111F796-D227-4C3C-B984-9746DC3135C7%7D_61_1.pdf. Acesso em: 28 dez. 2023.

FEELY, Richard; DONEY, Scott; COOLEY, Sarah. Ocean acidification: present conditions and future changes in a high-CO₂ world. **Oceanography**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 36–47, 2009. Disponível em: <https://tos.org/oceanography/article/ocean-acidification-present-conditions-and-future-changes-in-a-high-co2-wor>. Acesso em: 28 dez. 2023.

GONÇALVES, Douglas Rodrigues. **O pH extracelular ácido estimula o aumento de metástases experimentais de células de carcinoma espinocelular oral humano em camundongos nude atímicos**. 2020. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia). Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/225171>. Acesso em: 22 abr. 2023.

GPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química da USP. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 32-33, 1995. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/exper1.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2023.

HALL, John Edward. **Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica**. 13. ed. Rio de Janeiro, 2017.

HOEGH-GULDBERG, O. *et al.* Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. **Science**, [s. l.], v. 318, n. 5857, p. 1737–1742, 2007. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1152509>. Acesso em: 28 dez. 2023.

NOLLA, Antonio; ANGHINONI, Ibanor. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 97–111, 2004.

POMBO, Olga. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008.

SAMPAIO, Patrícia Gisela; ROSSI, Adriana Vitorino. Aspectos analíticos de antocianinas extraídas de hortênsias: caracterização e aplicações. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 12., 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2004. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xiicongresso/cdrom/pdfN/745.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2023.

SANTOS, Djail; BAHIA, Victor Gonçalves; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes. Queimadas e erosão do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 62–68, 1992. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Wenceslau_Teixeira/publication/313209909_Queimadas_e_Erosao_do_Solo/links/5b085577aca2725783e5d84e/Queimadas-e-Erosao-do-Solo.pdf. Acesso em: 28 dez. 2023.