

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA O ESTUDO DE SOLUÇÕES TAMPÃO EM UMA TURMA DE ENSINO TÉCNICO EM QUÍMICA.

*Bianca Motta Batista¹(IC), Ricardo Fagundes da Rocha¹(IC), Tania Denise Miskinis Salgado¹(PQ), Maurícius Selvero Pazinato¹(PQ), Camila Greff Passos¹(PQ).

¹Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, Porto Alegre – RS, Instituto de Química (IQ) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

* biancamottab@gmail.com

Palavras-chave: Estágio de Docência, Resolução de problemas, Soluções tampão.

Área temática: Estágios Curriculares no Ensino de Química

Resumo: A metodologia de resolução de problemas (MRP) é uma abordagem que propicia a construção do conhecimento de forma autônoma a partir da solução de problemas contextualizados. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo relatar uma experiência do uso da MRP para o estudo de soluções tampão. A MRP foi aplicada nas turmas de Química Básica II de um Curso Técnico de uma instituição pública federal de Porto Alegre durante os semestres 2017/2 e 2018/1 por dois diferentes estagiários que cursaram a disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C e II-C, respectivamente. Os problemas apresentados foram construídos a fim de se trabalhar o conteúdo de soluções tampão. Em ambos os semestres percebeu-se que os alunos tinham dificuldades com o equacionamento matemático e com o entendimento das reações de equilíbrio envolvidas nos processos. Porém, através da MRP eles se mostraram motivados e, com autonomia, conseguiram resolver os problemas a partir de discussões de ideias e do estabelecimento de hipóteses.

Introdução e Referencial Teórico

A busca por formação em cursos técnicos há bastante tempo se apresenta como uma opção atrativa para jovens e adultos no Brasil. Além de proporcionar estudos e capacitação direcionados ao mercado de trabalho, representa também uma alternativa aos cursos superiores, que possuem vagas muito concorridas nas universidades públicas, serem de longa duração e, muitas vezes, com uma ênfase mais acadêmica. Especificamente, os cursos técnicos em Química apresentam uma grade curricular com conteúdos que representam grande dificuldade para maioria dos alunos, por apresentarem símbolos próprios e equacionamento matemático de complexa visualização (MATSUMOTO; KUWABARA, 2005). Sendo assim, o

professor desempenha um papel fundamental como um mediador no processo de ensino-aprendizagem, como proposto por Freire (1979).

Nesse sentido, a Metodologia de Resolução de Problemas (MRP) se torna uma alternativa de estratégia pedagógica que pode favorecer o processo de construção do conhecimento. De acordo com Goi e Santos (2009), a MRP propicia um estímulo para que os estudantes debatam e busquem soluções para problemas contextualizados e, dessa forma, desenvolvam de forma autônoma suas habilidades. Gil-Pérez (1994) propõe o uso da MRP para o ensino de ciências, já que a resolução dos problemas requer a utilização de procedimentos muito semelhantes aos métodos científicos. Para Laudan (1977), a ciência em si funciona como uma resolução de problemas a partir dos processos cognitivos envolvidos. Ribeiro *et al* (2017) fizeram uso da MRP para o ensino de agrotóxicos para uma turma de Educação de Jovens e Adultos do Ensino Médio do município de Porto Alegre. Os pesquisadores observaram melhor entendimento da temática de agrotóxicos por parte dos alunos, bem como maior interesse deles nos conteúdos de química relacionados à temática.

Portanto, busca-se através deste trabalho relatar uma experiência do uso da MRP para o estudo de soluções tampão nas turmas de Química Básica II de um Curso Técnico de uma instituição pública federal de Porto Alegre durante os semestres 2017/2 e 2018/1.

Metodologia

O presente trabalho foi aplicado nas turmas de Química Básica II de um Curso Técnico de uma instituição pública federal de Porto Alegre durante os semestres 2017/2 e 2018/1 por dois diferentes estagiários que cursaram a disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C e II-C, respectivamente. Os dois estagiários são estudantes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no presente semestre. A disciplina de Química Básica II é aconselhada para o segundo semestre do curso técnico, que contém um total de quatro semestres.

A metodologia de ensino aplicada foi a de Resolução de Problemas. A sequência didática foi desenvolvida conforme proposto por Ribeiro *et al.* (2017) em seis momentos: 1. Introdução dos alunos ao tema; 2. Organização das equipes de trabalho; 3. Discussão dentro dos grupos; 4. Elaboração das apresentações; 5. Plenária de apresentações; 6. Debate coletivo. Desta forma, a proposta foi desenvolvida em três períodos, de 50 minutos cada, em uma única manhã, para favorecer a manutenção do mesmo grupo de alunos e com o intuito de fechar o trabalho realizado ao longo do estágio. Cada uma das turmas foi dividida em três grupos e cada grupo recebeu um problema diferente, como apresentado no Quadro

1. No semestre 2018/2 cada grupo entregou por escrito a resolução do seu problema. Os problemas apresentados foram construídos a fim de se trabalhar o conteúdo de soluções tampão relacionado à possíveis áreas de atuação profissional dos futuros técnicos em química e são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Problemas apresentados aos grupos.

Problema 1) pH NA PRODUÇÃO DE CERVEJA CASEIRA

1. Leia o texto a seguir e responda aos questionamentos.

Brassagem

... não é apenas temperatura que influencia a atividade enzimática durante a brassagem (mistura do malte com a água sob aquecimento), o pH tem sim um papel fundamental nessa etapa... A boa notícia é que em 90% dos casos a adição dos grãos (especialmente se for uma cerveja puro malte e/ou com maltes especiais) já coloca o mosto (mistura) em um patamar de pH próximo do ideal. Vale lembrar que por conta disso qualquer controle de pH deve ser feito após a adição dos grãos.

Mas qual seria esse pH ideal? O valor tradicionalmente citado seria de 5,2.

Lavagem

... muitos cervejeiros costumam negligenciar essa parte (pH da água da lavagem), o que é alarmante! Ora, enquanto os grãos normalmente já equilibram o pH do mosto no começo da brassagem, o mesmo não ocorre na lavagem do bagaço. Dessa vez tentem sempre utilizar água na faixa de temperatura de 72-80°C e com pH abaixo de 6,0 (entre 6,0 e 7,0 até vai, mas acima de 7,0 jamais!!!)

A água com pH acima de 6,0 tem mais chances de causar extração indesejada de taninos do bagaço o que pode resultar em um sabor adstringente (que é como uma sensação “seca” na boca como quando bebemos suco de caju por exemplo) e um aumento de turbidez posteriormente. Esse problema aumenta bastante se a água utilizada estiver com pH ainda mais alto (acima de 7,0) e/ou se for feito um “oversparge” (utilizar água demais na lavagem).

Fervura...

Nessa etapa a discussão para um PH ideal também é delicada. Enquanto o ideal para aumentar a coagulação de proteínas (e dessa forma a clarificação da cerveja) seria um pH de 4,9, esse valor acabaria prejudicando a isomerização dos alfa ácidos do lúpulo (dificultando o cálculo de IBU).

Além disso, ... a fervura e a adição do lúpulo tende a baixar em 0,1 ou até 0,2 o pH do mosto (de 5,5 para 5,4 – 5,3 por exemplo).

Enfim, a saída para esse problema seria manter o mosto da fervura com um pH em torno de 5,2. Assim estaria bom o bastante para auxiliar a precipitação de proteínas e ao mesmo tempo não atrapalhar a isomerização dos alfa-ácidos responsáveis pelo amargor na cerveja (LARA, 2018).

...

Resumo

Brassagem simples: pH 5,2 – 5,3

Brassagem por decocção ou com um “grist com poucas enzimas”: pH 5,4 ou mais (limite de 5,8, mas eu não passaria de 5,6)

Lavagem: pH desejável: abaixo de 7,0, ideal: abaixo de 6,0

Fervura: pH 5,2

QUESTÕES

Questão 1: Apresentados três pares ácido/base (1. $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$; $K_a = 4,3 \times 10^{-4}$; 2. HClO/ClO^- ; $K_a = 3,8 \times 10^{-8}$; 3. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$; $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$), qual deles poderia ser escolhido para estabilização na etapa de fervura ($\text{pH} = 5,2$)? Escreva as reações de equilíbrio e calcule a composição.

Questão 2: Por que a diminuição de apenas 0,1 unidade no pH não é desprezível?

2. Prepare uma breve apresentação para o restante da turma. A apresentação deve conter tanto o que foi exposto no texto quanto os questionamentos realizados.

Problema 2) ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS: UM RISCO EMINENTE

1. Leia o texto a seguir e responda aos questionamentos.

Estima-se que hoje 7,2 bilhões de toneladas de $\text{CO}_{2(g)}$ são lançados na atmosfera por ano devido às atividades humanas. Com base em numerosos estudos, estima-se que cerca de 50% desse valor permanece na atmosfera e o restante é absorvido pelos oceanos e plantas terrestres.

Existem dois processos responsáveis pela captura de gás carbônico pelos oceanos. Um deles é a bomba biológica que está descrita no texto “Oceanos amenizam efeito estufa do planeta”, realizada pelos organismos vegetais marinhos através da fotossíntese. O outro é o mecanismo da bomba física, que está relacionada à solubilidade do CO_2 na água do mar e será descrito agora.

O CO_2 é um gás que possui a capacidade de se dissolver na água do mar. Essa capacidade de dissolução está diretamente relacionada com sua concentração na atmosfera e com a temperatura da água. Quanto mais gás carbônico houver na atmosfera, maior será a quantidade desse gás dissolvido na superfície dos oceanos. Com relação à temperatura, quanto mais fria estiver a água, maior será sua capacidade de dissolver gases. Este processo pode ser facilmente observado quando se abre uma garrafa de refrigerante. Note que quando o refrigerante está gelado, pouco ou quase nenhum gás escapa da garrafa quando a abrimos, porém quando o refrigerante está quente, muito gás escapa da garrafa quando a abrimos.

...

Após se dissolver na superfície marinha, o $\text{CO}_{2(g)}$ fica disponível para ser absorvido pelo fitoplâncton marinho e também passa a participar de um sistema de equilíbrios químicos importantíssimo chamado sistema CO_2 – carbonato.

Quando uma molécula de $\text{CO}_{2(g)}$ se dissolve, ela reage com uma molécula de água e dá origem a um ácido, chamado ácido carbônico, $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$. A maior parte do ácido carbônico formado acaba ionizando e liberando os íons hidrogênio e os íons bicarbonato, HCO_3^- (aq). Após serem formados, os íons bicarbonato também ionizam, liberando mais íons hidrogênio e íons carbonato, CO_3^- (aq).

Esse sistema de reações é muito importante, uma vez que regula o pH da água do mar e controla a circulação de $\text{CO}_{2(g)}$ entre a biosfera, atmosfera e os oceanos. A estabilização do pH nesse sistema ocorre devido ao equilíbrio entre as reações de formação e ionização do ácido carbônico e do íon bicarbonato.

...

Esse controle do pH caracteriza a água do mar como uma solução tampão. Porém, a capacidade do oceano de absorver gás carbônico sem alterar sua acidez é limitada. Segundo trabalhos científicos apresentados em 2003 nos Estados Unidos, a maior dissolução de $\text{CO}_{2(g)}$ nos oceanos baixou o pH médio dos oceanos em cerca de 0,1 unidade em relação ao nível pré-industrial, o que representa um aumento da acidez da água do mar.

A acidificação dos oceanos pode trazer consequências desastrosas para diversas formas de vida como corais, estrelas do mar, ostras, mexilhões, ouriços do mar, caranguejos, camarões e

lagostas, uma vez que esses organismos possuem estruturas de sustentação formadas de carbonato de cálcio, um composto que em meio ácido sofre dissolução (FUNDESPA, 2018).

QUESTÕES

Questão 1: Sabendo as constantes de acidez do ácido carbônico ($K_{a1} = 4,3 \times 10^{-7}$; $K_{a2} = 5,6 \times 10^{-11}$) e considerando que a razão entre as concentrações de bicarbonato e ácido carbônico seja de 20:1, escreva as reações de equilíbrio do sistema tampão em questão e discuta porque a diminuição de apenas 0,1 unidade no pH não é desprezível.

Questão 2: Por que se deve ferver a água antes do preparo de uma solução de NaOH?

2. Prepare uma breve apresentação para o restante da turma. A apresentação deve conter tanto o que foi exposto no texto quanto os questionamentos realizados.

Problema 3) O QUE ISSO TEM A VER COM... PERMANECER VIVO?

1. Leia o texto a seguir e responda aos questionamentos.

Tampões fisiológicos

Sistemas tamponantes são tão vitais à existência dos organismos vivos que a ameaça mais imediata à sobrevivência de uma pessoa com ferimentos graves ou queimaduras é a mudança no pH do sangue. Um dos primeiros passos de um paramédico é, portanto, administrar fluidos intravenosos.

Processos metabólicos normalmente mantêm o pH do sangue dentro de um pequeno intervalo (7,35 – 7,45). Para controlar o pH do sangue, o corpo usa inicialmente o sistema iônico ácido carbônico/hidrogenocarbonato (bicarbonato). A razão normal de HCO_3^- (aq) e H_2CO_3 (aq) no sangue é 20:1, com a maioria do ácido carbônico na forma de CO_2 (g) dissolvido. Quando a concentração de HCO_3^- (aq) aumenta muito em relação àquela de H_2CO_3 (aq), o pH do sangue sobe. Se o pH sobe acima da faixa normal, a condição é chamada alcalose. Inversamente, o pH do sangue decresce quando a razão decresce; e quando o pH do sangue está abaixo da faixa normal, a condição é chamada acidose. Essas condições são vitais e podem resultar em morte em questão de minutos.

As concentrações de ácido carbônico e de hidrogenocarbonato no sangue são controladas por mecanismos independentes. A concentração de ácido carbônico é controlada pela respiração: à medida que expiramos, esvaziamos o nosso sistema de CO_2 (g), e com isso esvaziamos o de H_2CO_3 (aq) também. Essa diminuição em concentração ácida aumenta o pH do sangue. Respirando mais rápido e mais profundamente, aumentamos a quantidade de CO_2 (g) exalado e assim a concentração de ácido carbônico no sangue decresce e o pH do sangue aumenta. A concentração do íon hidrogenocarbonato é controlada pela taxa de excreção da urina.

...

A alcalose respiratória é o aumento do pH associado com respiração excessiva. A hiperventilação, a qual pode ser proveniente de ansiedade ou de febre alta, é uma causa comum. O corpo pode controlar o pH do sangue em um indivíduo hiperventilado provocando desmaio, resultando em uma respiração mais lenta (ATKINS; JONES, 2001).

QUESTÕES

Questão 1: Sabendo as constantes de acidez do ácido carbônico ($K_{a1} = 4,3 \times 10^{-7}$; $K_{a2} = 5,6 \times 10^{-11}$) e considerando as informações descritas no texto, escreva as reações de equilíbrio do sistema tampão em questão e discuta porque o pH do sangue é igual a 7,4.

Questão 2: Por que respirar dentro de um saco é aconselhado quando uma pessoa está hiperventilando?

2. Prepare uma breve apresentação para o restante da turma. A apresentação deve conter tanto o que foi exposto no texto quanto os questionamentos realizados.

Resultados e Discussão

No semestre de 2017/2 os estudantes apresentaram uma boa compreensão dos problemas apresentados e se sentiram a vontade em chamar o estagiário quando tinham alguma dúvida pontual. O grupo 1 apresentou dificuldade em justificar matematicamente porque uma mudança de apenas 0,1 unidade de pH é relevante, mas a temática de produção de cerveja os deixou muito interessados. O grupo 2 também apresentou dificuldade em relação à questão da mudança de apenas 0,1 unidade de pH. No entanto, os próprios alunos identificaram o motivo de se ferver a água antes da preparação de uma solução de NaOH, tendo, inclusive, ficado bastante animados com isso, pois era uma prática comum para eles, mas que nunca tinham se questionado do porquê. Os estudantes do grupo 2 tinham um maior interesse por questões ambientais e se sensibilizaram muito com a temática do problema. O grupo 3 apresentou uma pequena dificuldade em aplicar a Equação de Henderson-Hasselbalch pelo fato de não terem sido apresentadas as concentrações, mas somente a proporção entre as espécies envolvidas. O fato de haver dois equilíbrios (k_{a1} e k_{a2}) em questão também representou uma dificuldade de entendimento. O próprio grupo concluiu, sem a ajuda do estagiário, porque se aconselha a respirar dentro de um saco quando uma pessoa está hiperventilando e se mostraram surpresos com o fato de haver uma explicação química para isso. O grupo se interessou pela temática do problema, porém os alunos se sentiram visivelmente inseguros por associarem o assunto com Bioquímica, uma área que eles relatam que não possuem domínio. Somente após perceberem a fundamentação química atrelada ao efeito biológico os estudantes se sentiram um pouco mais confortáveis. De uma forma geral, os alunos trabalharam de forma cooperativa nos grupos e se mostraram motivados com a atividade. No entanto, todos os grupos apresentaram dificuldade em como apresentar seus problemas, com as devidas resoluções, para o restante da turma. Muitos acabaram apenas lendo alguns trechos. Eles demonstraram se sentir bastante inibidos de falar em público, mesmo sendo uma turma pequena, 12 alunos em aula, e que todos se conhecem há quase um ano.

Em 2018/1, a atividade proposta também teve boa repercussão e instigou a curiosidade dos alunos. Dispondo apenas do texto proposto, de conhecimentos prévios, da troca entre os colegas e do auxílio da estagiária, as respostas dos alunos mostraram certa superficialidade quando comparadas às respostas do semestre anterior, em 2017/2. A turma também era ligeiramente menor, contando com oito

alunos no total. Os grupos tiveram um tempo para ler e conversar internamente sobre os textos, e então a estagiária passou pelos grupos a fim de dar a assistência necessária, conforme a necessidade. O grupo 1 demonstrou domínio sobre a relação entre pKa e pH de interesse do exercício, escrevendo corretamente os equilíbrios envolvidos. Foi preciso alguma contribuição por parte da estagiária no que diz respeito à relevância de 0,1 na escala de pH. Vale ressaltar que o raciocínio matemático de modo geral foi um ponto recorrente de dificuldade dos alunos: tópicos como logaritmos e aplicação de funções inversas tomaram algum tempo. Assim como o grupo 1, o grupo 2 também demandou atenção especial na parte matemática referente ao 0,1 na escala de pH. Os equilíbrios envolvidos no tampão bicarbonato/ácido carbônico mostrados pelo grupo 2 pediram algum ajuste, visto que o ácido em questão era poliprótico. A temática do texto pareceu ser do interesse do grupo, e os alunos chegaram sozinhos a uma explicação do motivo de se ferver a água antes do preparo de uma solução de NaOH. Chegando ao grupo 3, a estagiária conversou brevemente com o grupo sobre suas conclusões, que revelaram um entendimento satisfatório do tema do texto e suas implicações do ponto de vista químico. Os alunos manifestaram entusiasmo ao aplicar seus conhecimentos sobre tampão de uma perspectiva contextualizada, e forneceram corretamente a explicação com relação à respiração dentro de um saco no caso de hiperventilação. Analogamente à turma de 2017/2, foi necessária assistência na aplicação da equação de Henderson-Hasselbalch, dispondo apenas da relação entre as duas espécies. Tal qual ocorrido em 2017/2, os alunos demonstraram resistência em fazer apresentações orais para os colegas, mesmo sendo de modo simplificado em uma turma pequena com colegas conhecidos. As apresentações em si foram sucintas, e necessitaram de algumas intervenções por parte da estagiária, para enfatizar conceitos químicos, como exemplifica-se com a resposta a seguir: *“Porque respirar o CO₂ que liberamos faz com que a respiração acalme, regularizando o pH”* (ESTUDANTE, 2018).

As dificuldades identificadas pelos estagiários na implementação da sequência didática é recorrente na literatura. Conforme Passos e Santos (2010), as maiores dificuldades na condução das atividades da MRP estão relacionadas, principalmente, ao trabalho teórico de pesquisa, pois os enunciados dos problemas não apresentam todas as informações necessárias para sua resolução. Afinal, esta é a maior diferença entre um problema e um exercício. Além de dúvidas sobre onde obter as informações necessárias e na construção do modelo de resolução dos problemas.

Considerações finais

38° EDEQ

Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

As duas experiências com o uso da metodologia de resolução de problemas em turmas do Ensino Técnico em 2017/2 e 2018/1 foram consideradas satisfatórias de maneira geral, e favoreceram uma boa interação entre professores e alunos e também entre os próprios alunos. As resoluções apresentadas pelos estudantes revelaram uma boa compreensão dos conceitos vistos ao longo do semestre, visto que o material produzido como resposta contemplou, na maioria dos casos, tópicos discutidos em aula anteriormente, de forma organizada e adequadamente expressada. Os grupos que participaram da atividade em 2017/2 apresentaram mais referências e embasamento para suas apresentações, visto que tiveram à disposição computadores com internet. Em 2018/1, a atividade transcorreu em um período menor de tempo e com menos recursos, e, como consequência, as apresentações se mostraram menos robustas, mas ainda assim obteve-se bom retorno por parte dos alunos. A atividade despertou o interesse dos alunos e observou-se uma interação entre os membros do grupo de maneira a fomentar a discussão sobre os aspectos químicos do mundo à sua volta. Observou-se também que as apresentações orais de alguma maneira inibiram a expressão de cada um dos alunos. Em ambos os semestres os estudantes pareceram acanhados em ter que apresentar suas conclusões aos seus colegas. Considera-se que a falta de hábito dos alunos com vivências de atividades investigativas pode ter dificultado a postura autônoma e confiança na apresentação de seus resultados.

Os resultados apontam que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais quanto à Resolução de Problemas e aos conhecimentos científicos trabalhados. Os estudantes foram motivados pela abordagem dos problemas, e esta atividade contribuiu para sua formação técnica e consciência cidadã. Os estagiários perceberam que a metodologia da Resolução de Problemas é uma prática diferenciada em que há maior interação do aluno com o conteúdo, assim como entre alunos e professores, do que em metodologias tradicionais, favorecendo a construção do conhecimento científico contextualizado.

No âmbito da formação dos dois professores estagiários, a atividade contribuiu de forma significativa. Em 2017/2 o estagiário pôde perceber a forma pela qual cada estudante estabelece uma linha de raciocínio para solucionar os problemas, o que propiciou o estabelecimento de estratégias mais direcionadas para auxiliá-los. Já em 2018/1 a proposta de resolução dos problemas proporcionou para a estagiária uma nova maneira de auxiliar seus alunos, de forma a orientá-los, subsidiando, quando necessário, cada grupo com alguma ferramenta.

Como projeção futura, os estagiários pensam ser adequado aumentar o tempo para o trabalho dos alunos, realizando uma prática mais ampla e com mais encontros, conforme descrito na literatura por Passos e Santos (2010). Também seria interessante aplicar exercícios do tipo semiabertos (POZZO; CRESPO, 1998), a fim de estimular a postura autônoma dos estudantes, fornecendo apenas os princípios gerais para resolver os exercícios e permitindo experimentação e

diferentes formas de pensamento e levantamento de hipóteses. Na visão dos estagiários, há uma distância grande entre o perfil de aluno com pensamento crítico e capaz de tomar decisões que se deseja formar e o tipo de formação vigente no Ensino Técnico, que ainda está fortemente marcado com uma abordagem tradicional de ensino. A aplicação da metodologia de resolução de problemas proporciona uma estratégia de transição para uma formação mais consciente do papel dos profissionais da química na sociedade. Enfim, entende-se que problemas do tipo fechado (POZZO; CRESPO, 1998), como os utilizados neste trabalho, representam um primeiro passo em direção a este objetivo.

Referências bibliográficas

- ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 965 p. 556-557
- FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. São Paulo: Paz e Terra, 1979.
- GIL-PÉREZ, D. **Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas**. Enseñanza de las Ciencias, v.12, n. 2, p. 154-164, 1994.
- FUNDESPA. **Acidificação dos oceanos: um risco iminente**. Disponível em <<https://descobriindoomar.wordpress.com/2010/05/15/acidificacao-dos-oceano-um-risco-eminente/>> Acesso em 10 set. 2018.
- GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T. **Reações de combustão e impacto ambiental por meio e resolução de problemas e atividades experimentais**. Química Nova na Escola, v. 31, p. 203-209, 2009.
- LARA. **pH na produção de cerveja caseira: como controlar**. Disponível em <<http://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/ph-na-producao-de-cerveja-caseira-por-daniel-bode/>> Acesso em 10 set. 2018.
- LAUDAN, L. **Progress and its problems. Towards a theory of scientific growth**. London: Routledge & Kegan Paul, 1977. 257p.
- MATSUMOTO, L.T.J.; KUWABARA, I. H. **A Formação profissional do técnico em química: caracterização das origens e necessidades atuais**. Química Nova, v. 28, n.2, p. 350-359, 2005.
- PASSOS, C.G.; SANTOS, F.M.T. **A Resolução de Problemas na Formação de Professores de Química Brasileiros: análise da produção**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010.
- POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J.I.; A solução de problemas. Porto Alegre: Artmed, p. 67-102, 1998.
- RIBEIRO, D.C.A; ET AL. **A temática ambiental agrotóxicos: a metodologia de resolução de problemas na educação de jovens e adultos**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 2017.