

## **APRENDIZAGEM COMPARATIVA UTILIZANDO O SIMULADOR (SOFTWARE) PHET “REAÇÕES REVERSÍVEIS”, E A AULA EXPOSITIVA PARA O ESTUDO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Claudenor de Souza Piedade<sup>1</sup>; Aline dos Santos Pedraça<sup>2</sup>; Mauro da Silveira Pio<sup>3</sup>

*Secretaria de Educação do Estado do Amazonas- SEDUC-AM/Instituto de Educação do Amazonas – IEA.*

*[claudenor.piedade@seducam.pro.br](mailto:claudenor.piedade@seducam.pro.br)*<sup>1</sup>

*Universidade Federal do Amazonas-UFAM – [alinepedraca7@gmail.com](mailto:alinepedraca7@gmail.com)*<sup>2</sup>

*Instituto Federal do Amazonas – IFAM- [mcpio@ig.com.br](mailto:mcpio@ig.com.br)*<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho propõe a utilização de um software didático (simulador virtual) em sala de aula com o objetivo de auxiliar o entendimento dos conceitos de equilíbrio químico, numa aprendizagem significativa, fornecendo ao aluno uma visão mais simples da ocorrência deste fenômeno. A aplicação desta atividade ocorreu em uma escola de Ensino Médio em tempo integral na cidade de Manaus em duas turmas do 2º ano, do Ensino Médio, tendo uma turma recebido o ensino tradicional do conteúdo equilíbrio químico e a outra com uso do software didático. Os resultados mostraram melhor aprendizado na turma que utilizou o software, pois proporcionou aos estudantes experimentarem uma forma de apresentação do assunto Equilíbrio Químico, de uma forma dinâmica no formato de jogo, as avaliações que permitiram diagnosticar mudanças no aprendizado dos alunos foram feitas de forma dinâmica, pois primeiro se sondou a aceitação do uso do aplicativo, medindo o índice de satisfação e juntamente com a turma que não recebeu a instrução ao uso do software, feita a aplicação de avaliação diagnóstica para verificar o efeito. Fatores como desinteresse pelo assunto dificultam o aprendizado dos estudantes em assuntos que requer um interesse muito maior. Mas, quando esse mesmo aluno experimentou o uso do aplicativo seu comportamento mudou, visto que foi motivado a interagir com o jogo. Mesmo não tendo uma adesão total dos alunos, estima-se que o aprendizado construído pelo uso do aplicativo ajudou a reordenar métodos de estudos e motivar os estudantes a buscar novas formas de lidar com dificuldades de aprendizado e resolver situações de forma dinâmica e coordenada.

**Palavras-chaves:** Estratégia, reagentes, produtos, constante.

## Introdução

Fatores como o desinteresse dos estudantes em ler, praticar e tentar compreender os conteúdos escolares, a carência na estrutura familiar, as dificuldades financeiras, ausência física e psicológica dos pais entre outros, vincula um desequilíbrio dentro do meio escolar. Pois, as escolas públicas são gerenciadas pelo sistema sociopolítico educacional brasileiro, que adotam métodos de ensino aprendizagem tradicional, utilizados desde o surgimento das primeiras escolas de ensino básico em nosso país, ocasionando poucas mudanças no processo no decorrer dos anos.

O reflexo oriundo dessa prática indica que o ensino básico brasileiro está em nível muito abaixo dos países com as mesmas condições socioeconômicas. Daí a discussão sobre o fator que provoca essa má condição educacional e das razões, pelas quais os componentes curriculares da área de exatas são os de menores índices e, alvo de rejeição por parte da maioria dos estudantes.

Como as escolas não têm ou não possuem estrutura adequada para a aplicação das aulas laboratoriais e das aulas práticas, compete ao professor buscar novas metodologias de ensino das quais tenham como essência a prática voltada ao dia a dia dos educandos, para que eles consigam relacionar o conteúdo lecionado com o cotidiano vivido e assim despertem interesse pelo processo de ensino – aprendizagem.

A literatura apresenta diversos métodos de ministrar aula utilizando conceitos práticos, jogos dinâmicos, programas informatizados e laboratórios feitos na própria sala de aula que se atribuem de materiais caseiros como alimentos e objetos que temos em casa ou que usamos em nosso dia a dia. Mas muitos professores são contrários a esses métodos alegando trazer muito trabalho e gasto financeiro do mesmo, já a administração das escolas e o sistema educacional em si não incentivam, nem proporcionam aos professores formações sobre esse método e condições para a elaboração de aulas mais envolventes que promovam a inserção de métodos mais dinamizados.

Na contramão desses fatos, a experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. É um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo (GUIMARÃES, 2009).

O simulador (software) PhET “Reações reversíveis”, pode ser uma alternativa viável para dinamizar as aulas sobre equilíbrio químico, associado a outras ferramentas de uso

cotidiano como: aula expositiva, vídeo aula, experimentação entre outras disponíveis. O que torna útil o uso do dispositivo é a possibilidade do aluno simular situações de deslocamento do equilíbrio, verificar a ação da temperatura no sistema, agitação de partículas, comportamento gráfico do andamento da reação, relacionar a quantidade de partículas no reagente e produto entre outros. Na aula tradicional o aluno tem a percepção da teoria, acesso aos conceitos, mas falta uma conexão para a construção do conhecimento mais significativo. Assim, fica evidente o uso de tecnologias do cotidiano, aquelas que o mesmo faz uso para diversão, como analogias, jogos e outros. Os simuladores são uma espécie de jogos digitais que ilustram as situações envolvendo os conceitos, dando ao aluno nova perspectiva de alavancar os conceitos teóricos com a situação problema em questão. Com o auxílio do professor para direcioná-lo às propriedades do equilíbrio químico o simulador torna-se uma ferramenta muito útil para aumentar a percepção do aluno para o conteúdo estudado.

O uso do simulador virtual proposto no ensino de equilíbrio químico destaca sua eficiência ao despertar interesse nos alunos. Tal interesse advém da diversão proporcionada pelos jogos e tem efeito positivo no aspecto disciplinar. O destaque é que os jogos são elementos facilitadores do processo de ensino e ressaltam suas vantagens e aplicações em analogias com os conceitos envolvidos.

Diante do exposto, acredita-se justificável a realização desta pesquisa, como forma de comparar antigos e novos métodos de ensino, ou até, fazer uma fusão entre eles, para aplicar métodos diferenciados como jogos lúdicos, dinâmicas, software educacional, experiências e uso das práticas laboratoriais. Para este caso, o sistema de software educacional foi o aplicativo diferenciado para mediar o grau de aprendizado dinâmico com as práticas tradicionais.

## **Metodologia**

No desenvolvimento do trabalho a pesquisa de campo forneceu os dados para as reflexões, cujo *locus* de pesquisa foi o Instituto de Educação do Amazonas \_ IEA, localizada no Centro da cidade de Manaus, com duas turmas de 2º ano do Ensino Médio, 2º ano 04 (42 alunos) e 2º ano 05(42 alunos), totalizando 84 alunos. O Presente estudo consistiu em pesquisa bibliográfica e de campo, de natureza fenomenológica qualitativa, cujo material utilizado no desenvolvimento do trabalho foi Datashow, vídeos, computador, quadro branco e pincel para aulas expositivas e simulador virtual, na forma de jogo didático.

O instrumento de coleta foi à observação direta mediante o uso de avaliação diagnóstico entre as duas situações metodológicas, uma de forma tradicional e outra utilizando o instrumento tecnológico.

Os procedimentos metodológicos para o trabalho, então, foram apresentada de modo a delimitar o tema e a relação aula expositiva tradicional x aula expositiva, com recurso tecnológicos (software reações reversíveis), sendo: a turma A somente ministrada aula expositiva ou teórica e a turma B será ministrada aula expositiva e a utilização do software.

O simulador virtual (software) PhET<sup>1</sup>“Reações Reversíveis” foi aplicado a alunos da turma do 2º ano 05. O simulador utilizado pode ser instalado em qualquer plataforma que estiver disponível no computador: Windows, Linux ou IOS. Sendo indispensável que esteja instalado o Java na plataforma. Inicialmente, foi realizada uma pequena exposição conceitual com auxílio de Datashow.

Os alunos realizaram a prática e responderam a um questionário (Anexo 1, figura 4) de cinco perguntas para avaliação do aprendizado. Nas simulações, os alunos procuraram relacionar fenômenos diários com o seu cotidiano.

A segunda estratégia constou da realização de uma aula expositiva tradicional, com alunos da turma do 2º ano 04 do ensino Médio do Instituto de Educação do Amazonas - IEA. Após a aula foi aplicado o mesmo questionário aplicado na turma anterior.

## **Resultados e Discussão**

Durante a realização da aula tradicional expositiva e posterior avaliação, notou-se que as concepções formadas pelos alunos sobre o equilíbrio químico, não ficou totalmente clara. Os alunos foram capazes de associar suas ideias de natureza macroscópica, como andar de bicicleta ou skate, com o fenômeno de equilíbrio químico, mas que fica uma margem ofuscada para determinar o princípio analisado. Essa observação permitiu afirmar que os alunos apresentaram dificuldades de construir modelos microscópicos, principalmente aqueles envolvendo reagentes e produtos. É importante salientar que as simulações são sistemas fechados, com colisões constantes para transformações químicas. Além disso, fatores como a temperatura e pressão influenciam na transformação química. Todas essas variáveis fazem parte de um mundo microscópico que ficam pendentes numa associação segura para que o estudante responda uma avaliação com critérios bem definidos.

---

<sup>1</sup>O PhET é um programa de computador desenvolvido pela Universidade do Colorado (<http://phet.colorado.edu>).

De acordo com Ribeiro (2003), é no processo de auto apreciação e autocontrole cognitivo que o indivíduo assume um papel ativo e construtivo no seu próprio conhecimento. A capacidade de manipular mentalmente modelos explicativos propostos pela ciência para aquilo que não pode ser visto e o domínio destes como ferramentas na previsão de fenômenos e estados de sistemas foram habilidades aparentemente desenvolvidas por alguns estudantes.

A identificação de estudantes que aparentaram estar num estado de “transição” entre essa simples constatação do fenômeno e sua explicação em termos de modelos microscópicos sugere a possibilidade de desenvolver neles o raciocínio teórico-abstrato, ou seja, a possibilidade de encorajá-los no pensamento científico. Pertence ao professor de ciências esse importante papel de direcionar seus alunos à conquista da capacidade de abstração (SOUZA e CARDOSO, 2008).

Na realização da aula utilizando o simulador, notou-se que no primeiro momento os alunos procuravam descobrir todos os recursos disponíveis, necessitando a mediação do professor para fazer a relação de cada recurso com seu respectivo conceito teórico, assim possibilitando a formular sua ideia diante da relação em simulação e os princípios do jogo em questão.

A Figura 1, a seguir, mostra que o aprendizado foi construído de forma significativa e eficaz na utilização do software. A análise dos dados aponta um interesse devido a percepção gráfica e visual. Haja vista, os conceitos são apresentados de modo análogo à simulação observada, permitindo o exercício do pensamento e expandindo o universo de observação do aluno.

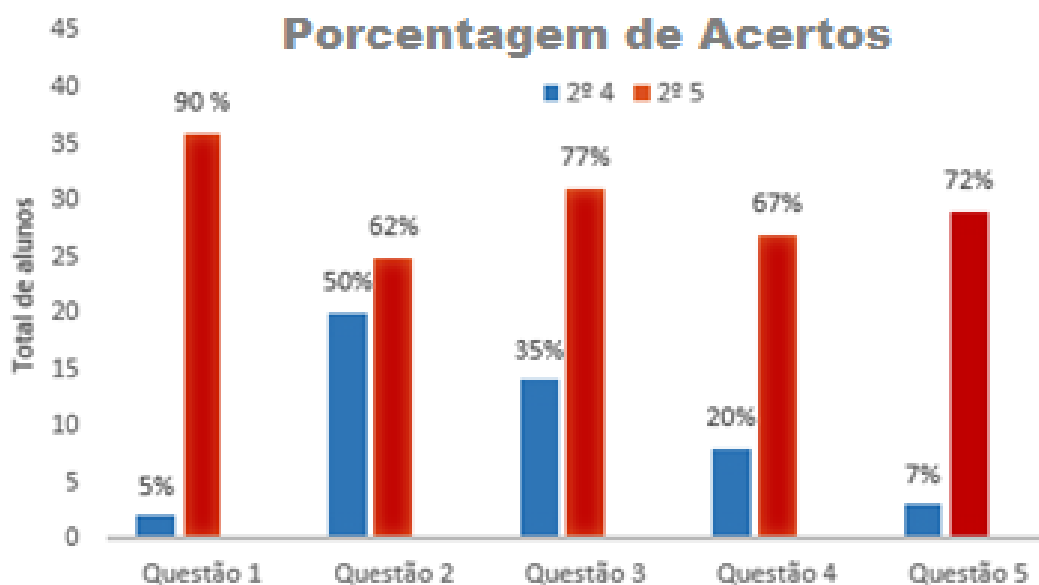


Figura 1—Resultado da avaliação da aprendizagem dos alunos nas duas situações.

A demonstração reflete no desempenho da maioria de acertos, cerca de 51% melhor, para os alunos que utilizaram a ferramenta virtual. À medida que as questões exploram um conjunto de saberes mais concretos, os alunos são auxiliados com o modelo associado ao simulador, notando-se um melhor desempenho dos mesmos.

Na descrição detalhada dos dados para questão 1, que explora uma relação de equivalência molar na reação, verifica-se uma diferença considerável na margem de acertos para alunos que utilizaram o simulador, pois com o uso da ferramenta virtual consegue quantificar os fatores com melhor clareza, refletindo numa diferença em torno de 85% com relação a alunos que participaram da aula expositiva.

Na questão 2, que trata da dissociação em quantidade de matéria, que requer cálculo direto das medidas associadas, apresenta um resultado aproximado com uma diferença de 12% para os alunos que utilizaram o simulador, demonstrando que para esse caso a relação do uso da ferramenta virtual pouco acrescentou na relação de análise dos alunos.

Para a questão 3, que trata de equilíbrio dinâmico e requer, uma associação mais complexa dos reagentes e seu estado na reação. Os dados mostram que os alunos que utilizaram o software os dados demonstraram uma melhora significativa, em torno de 42%, refletindo uma utilidade ampla na construção dos conceitos, dando ao estudante uma condição mais clara para elucidar o problema.

Na questão 4, que trata de percentuais das espécies após atingir o equilíbrio em nível de dissociação, os dados mostram uma diferença em torno de 47% para acertos dos alunos que utilizaram o simulador, demonstrando a interferência da simulação para o entendimento da relação do equilíbrio.

Para a questão 5, que trata de uma relação da composição do material, em razão da composição e características inorgânicas. Devido ao grau de dificuldade para associar os conceitos à condição solicitada, segundo os dados demonstrados no gráfico, o nível de acertos para alunos que utilizaram o simulador foi bastante expressivo, em torno de 65% de diferença em relação aos alunos da aula expositiva tradicional.

A diferença considerável evidente, relacionada aos alunos que responderam questões com maior grau de dificuldades, mostra que o software auxiliou em grande parte o desenvolvimento das habilidades dos alunos e que as associações dos modelos virtuais ajudam a formular o conhecimento mais significativo do aluno diante dos conteúdos de química, com maiores dificuldades de assimilação, como é o caso de equilíbrio Químico.

Durante a realização de aula expositiva tradicional, notou-se grande desmotivação dos alunos devido ao fato de ser mais uma aula comum, como pode ser visto na figura 2, os mesmos consideram a mesmice que já estão acostumados.



**Figura 2** - Aula expositiva tradicional com o 2º Ano do Ensino Médio - Turma 04 do Instituto de Educação do Amazonas IEA. Aula realizada em 23/06/2018.

Para os alunos que participaram das aulas mediadas com o software a reciprocidade foi mais consistente, pois os estudantes se ligaram na lógica do logo e exploraram vários níveis de dificuldades, como pode ser visto na figura 3.



**Figura 3** - Aula utilizando o simulador virtual com o 2º Ano do Ensino Médio - Turma 05 do Instituto de Educação do Amazonas IEA. Aula realizada em 23/06/2018.

Portanto, o contexto numa perspectiva de relação dos conteúdos estudados mais próximo do cotidiano do aluno é importante na construção de conceitos químicos. Isso

significa que o contexto se torna menos abstrato, facilitando o entendimento dos significados e das linguagens próprias da química. É preciso estimular a prática do “pensar quimicamente”, estabelecendo uma contraposição ao uso de regras memorísticas e livrescas, que pouco contribuem ao desenvolvimento intelectual de nossos estudantes (SOUZA e CARDOSO, 2008).

A inclusão de ferramentas do cotidiano do estudante, focada a sua reflexão na construção dos modelos, fazendo uma ligação entre a sua habilidade e seu saber de interesse, no caso, os jogos, dando-lhes ideias de construção do abstrato para a observação dos fenômenos que explicam os acontecimentos da ciência.

## **Conclusões**

Os resultados obtidos sugerem que as aulas expositivas não despertam o interesse a aprendizagem de equilíbrio químico. Isto nos remete a uma maior reflexão por parte dos professores e demais profissionais envolvidos com o ensino da Química acerca da importância do desenvolvimento do raciocínio teórico como complementação importante ao conhecimento de caráter empírico. Nesse sentido o uso do software foi importante para alcançar a motivação e o maior despertar para a disciplina uma vez que a prática tradicional e conteudista não alcança este objetivo.

A proficiência alcançada pelos alunos com o uso da tecnologia associada aos conceitos da química se mostrou significativa. Contudo, a motivação ocasionada com o uso do software mostrou uma nova tendência de ensinar química. Logo, é útil o uso do software, pois diversifica o acesso ao conteúdo. Entretanto, essa prática confronta uma realidade do dia a dia da sala de aula, os objetivos traçados pelo sistema educacional brasileiro e o real conhecimento significativo dos alunos. É notório a falta de interesse dos dirigentes para auxiliar na implementação das práticas inovadoras, visto que, na execução deste trabalho, muitas foram às dificuldades administrativas e de material para conclusão de tal experimentação, o que se faz evidente que, o sistema de ensino requer o estudante aprovado, mas pouco se importando com o grau de conhecimento obtido na modalidade de ensino estudada.

A perspectiva é que professores com ideias inovadoras e preocupados com o conhecimento dos estudantes, esse conhecimento embasado numa maturidade dos conceitos, que realmente, fundamentem a identidade do indivíduo, embasadas numa inclusão de conceitos fundamentos em saberes sólidos, construídos pela somatória de fatores disponíveis



para sua elaboração. Há de sugerir a inclusão de uso de tecnologias do cotidiano dos alunos para ensinar os conceitos da química, em vários níveis de conhecimento, dando uma outra oportunidade de aprendizado, contrapondo os princípios formulados do sistema educacional, otimizando uma alternativa inclusiva do estudante no mundo da ciência com maior maturidade.

## Referências

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. **Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET**. Física na Escola, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>>. Acesso em: 19/08/2018.

BRINCHER, S.; SILVA, F. **Jogos digitais como ferramenta de ensino: reflexões iniciais. Outra travessia** - Periodicos.ufsc.br, Florianópolis, Santa Catarina, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/Outra/article/view/26330>>. Acesso em: 18/08/2018.

BUENO L.; MOREIA K.C.; SOARES M.; DANTAS D. J., WIEZZEL A. C. S.; TEIXEIRA M. F. S. **O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas São Paulo**.2007. Disponível em:< <http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf>>. Acesso em 19/08/2018.

ESTRADA, J. G. C. **Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de los cálculos químicos en la educación media desde la función formativa de la evaluación**. Medellín, Colômbia. 2014. Disponível em: <http://www.bdigital.unal.edu.co/45341/1/78714999.2014.pdf>. Acesso em: 18/08/2018.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**. Química Nova na Escola, São Paulo, v.35, n.3, ago. 2009.

MENDES, M.P.L. **O conceito de Reação Química no Ensino Médio: História, transposição didática e ensino**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <[http://twiki.ufba.br/twiki/pub/PPGEFHC/DissertacoesPpgefhc/Maricleide\\_Pereira\\_de\\_Lima\\_Mendes\\_2011.pdf](http://twiki.ufba.br/twiki/pub/PPGEFHC/DissertacoesPpgefhc/Maricleide_Pereira_de_Lima_Mendes_2011.pdf)>. Acesso em: 19/08/2018.

RIBEIRO, C. **Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.

SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. A. **Ensino do conceito de equilíbrio químico: Uma breve reflexão**. Química Nova na Escola, São Paulo, n.25, mai. 2007.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 22a ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. **Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico**. Química Nova na Escola, São Paulo, n.27, fev. 2008.

### Anexo - 1

Figura 4 - Questionário utilizado na avaliação do conhecimento dos alunos a respeito do tema exposto, tanto na situação da aula expositiva tradicional como na aula mediada com uso do software educacional.

<b>Avaliação de Equilíbrio Químico</b>	
Nome do aluno: _____	Nº _____ Turma: _____
<p>1) Suponha uma reação química genérica do tipo <math>A + B \rightleftharpoons AB</math> que é iniciada com 2 mols de A e com 2 mols de B. Se, após atingido o equilíbrio químico, a quantidade de A existente no sistema for de 0,5 mols, a constante de equilíbrio será:</p> <p>a) 6,0    b) 1,5    c) 3,0    d) 4,0    e) 0,5</p>	
<p>2) Em uma experiência que envolve a dissociação de <math>N_2O_4(g)</math> em <math>NO_2(g)</math> coletaram-se os seguintes dados: Amostra inicial: 92g de <math>N_2O_4(g)</math>; No equilíbrio: 1,20 mols de mistura gasosa de <math>N_2O_4</math> e <math>NO_2</math>. Dado: N = 14u e O = 16u</p> <p>Com esses dados, calcula-se que a quantidade em mols de <math>N_2O_4</math> que dissociou é:</p> <p>a) 0,40    b) 0,20    c) 0,60    d) 0,80    e) 1,00</p>	
<p>3) Para que uma transformação química esteja em estado de equilíbrio dinâmico, é necessário, entre outros fatores, que:</p> <p>a) os reagentes e produtos sejam incolores.  b) os reagentes e produtos estejam em estados físicos diferentes.  c) haja liberação de calor do sistema para o ambiente.  d) haja coexistência de reagentes e produtos no sistema. e) as concentrações dos produtos aumentem com o tempo.</p>	
<p>4) Um equilíbrio químico, gasoso, é identificado pela equação de decomposição de AB: <math>AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)</math>. Verificou-se, em dada temperatura, que iniciando o processo com pressão do sistema a 5 atm, o equilíbrio foi alcançado quando a pressão estabilizou em 6 atm. Diante das informações, conclui-se que o grau de dissociação do processo é:</p> <p>a) 10%    b) 40%    c) 50%    d) 80%    e) 20%</p>	
<p>Ler o texto para responder a questão 5:</p>	
<div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 5px;"> <p>O hidróxido de sódio, NaOH (soda cáustica), é bastante solúvel em água e utilizado para a remoção de resíduos de matéria orgânica na limpeza dos equipamentos usados na fabricação de alimentos.</p> <p><small>(anvisa.gov.br/alimentos/informar/33_251007.htm Acesso em: 03.05.2013.)</small></p> </div>	<p>Uma empresa alimentícia usou uma solução de hidróxido de sódio (soda cáustica) a 2,5% (m/v) para a limpeza de seus equipamentos.</p> <p>Essa solução apresenta pH elevado, aproximadamente 13, a 25°C, e que pode representar risco de queimadura ou sensação de forte ardência na boca, caso venha a ser ingerida.</p>
<div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Dado: Produto iônico da água, <math>K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}</math>, a 25°C.</p> </div>	
<p>5) Considerando o pH, a 25°C, da solução mencionada no texto, temos meio</p> <p>a) básico, onde a <math>[OH^-] = 10^{-1}</math> mol/L.  b) básico, onde a <math>[OH^-] = 10^{-13}</math> mol/L.  c) neutro, onde a <math>[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}</math> mol/L.  d) ácido, onde a <math>[H^+] = 10^{-13}</math> mol/L. e) ácido, onde a <math>[H^+] = 10^{-1}</math> mol/L.</p>	