

A informática no ensino de Química: desenvolvimento de um dispositivo virtual para o estudo de pilhas

Natanael de S. Sousa, Tayla T. B. Costa e Maria Célia P. Costa

A dificuldade no estudo da Química é um problema que persiste em nossas escolas por anos. Assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento e aplicação do dispositivo virtual *Flash Cell* para o estudo de pilhas no Ensino Médio. O aplicativo foi criado em linguagem flash, sendo executável em qualquer computador com sistema Windows. O *Flash Cell* usa animações e interações computacionais para melhor ilustrar os conceitos de Pilhas, auxiliando os alunos na transição entre os três níveis do conhecimento químico: macroscópico (mostrando os fenômenos visíveis), simbólico (com as semirreações) e submicroscópico (com ilustração dos fenômenos moleculares). O *Flash Cell* foi aplicado em aulas de Química e a análise de aplicação deu-se por audição dos alunos e uso de questionário avaliativo, os quais sugeriram que o dispositivo contribuiu para a aprendizagem, promovendo melhor compreensão dos conceitos envolvidos e despertando o interesse dos alunos pelas tecnologias digitais e pela disciplina.

► ensino de Química, pilhas, software ◀

Recebido em 25/02/2024; aceito em 07/04/2025

1

Introdução

A escola é um espaço fundamental para a construção do conhecimento e o professor desempenha um papel central na articulação do processo de ensino, mediando a interação entre o aluno e o saber (Romanelli, 1996). No entanto, o ensino enfrenta desafios como baixos índices de rendimento e altas taxas de retenção e evasão. Muitos estudantes ainda percebem as aulas como monótonas e excessivamente baseadas na memorização de conceitos e fórmulas. Diante desse cenário, a escola e, em especial, o professor, devem buscar metodologias inovadoras para despertar o interesse dos alunos, facilitando a aprendizagem e evidenciando a relevância dos conteúdos para sua formação (Silva *et al.*, 2012). Para alcançar esse objetivo e evitar a obsolescência, a educação deve assimilar novas tecnologias e traduzi-las para um nível de compreensão acessível, promovendo um ensino mais atrativo e de qualidade (Marques, 1996).

As Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) são ferramentas essenciais para a construção do

A experiência em sala de aula demonstra que o estudo das pilhas exige dos alunos conhecimentos prévios em Física, Química e Matemática, que, por vezes, são deficientes. Para superar essa dificuldade, é fundamental despertar o interesse pelo conhecimento científico, tornando o ensino mais dinâmico e conectado ao cotidiano do estudante.

conhecimento científico (Schuartz e Sarmiento, 2020), pois permitem a utilização de diferentes formas de transmissão da informação - escrita, visual e sonora, tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível (Neves e dos Santos, 2021). O avanço das tecnologias da informação e a popularização dos dispositivos digitais, aliados ao acesso à internet, resultaram na

crescente incorporação das TDIC no ambiente educacional (Moran *et al.*, 2000). No entanto, Soares (2008) enfatiza que softwares educativos eficazes devem ser personalizados e desenvolvidos considerando as especificidades dos conteúdos abordados. A integração do conteúdo científico aos softwares educacionais pode ocorrer por meio de atividades interativas, simulações e cenários que reproduzam desafios científicos reais, favorecendo uma compreensão mais ampla das implicações sociais e ambientais das descobertas científicas e tecnológicas (NRC, 2012).

A experiência em sala de aula demonstra que o estudo das pilhas exige dos alunos conhecimentos prévios em Física, Química e Matemática, que, por vezes, são deficientes. Para superar essa dificuldade, é fundamental despertar o



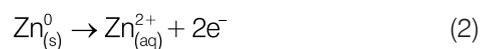
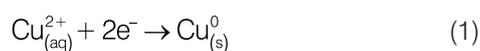
interesse pelo conhecimento científico, tornando o ensino mais dinâmico e conectado ao cotidiano do estudante. Isso possibilita a construção de uma ponte entre a abstração e a realidade, facilitando a compreensão da relação entre o mundo microscópico e os sistemas macroscópicos e aprimorando o desenvolvimento cognitivo (Turner, 1990).

Segundo Chassot (1996), muitos alunos não compreendem as aulas de Química porque nunca aprenderam a visualizar sistemas químicos ou a utilizar representações gráficas para solucionar problemas. Para abordar conceitos que estão além do campo de visão humano, as TDIC se mostram ferramentas valiosas na construção do conhecimento (Treruya *et al.*, 2013). Seu uso na educação tem se mostrado uma estratégia didática eficaz, proporcionando contribuições significativas para o ensino de Química (Pauletti e Catelli, 2013). Além disso, o computador desempenha um papel importante na simulação de fenômenos químicos, na interpretação de dados e na modelagem de conceitos, auxiliando na construção do aprendizado significativo (Souza *et al.*, 2005).

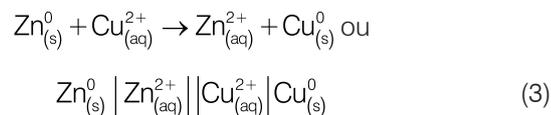
As pilhas

Entre os conteúdos abordados no ensino de Química, a eletroquímica estuda a relação entre reações químicas e a geração de eletricidade. As pilhas, por sua vez, são sistemas nos quais processos espontâneos produzem corrente elétrica. No Ensino Médio, o estudo das pilhas está previsto no *Documento Curricular do Território Maranhense* (Maranhão, 2022) e alinhado à *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC), que estabelece o domínio sobre geradores e pilhas como uma das habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos (Brasil, 2018).

O primeiro registro histórico da criação de uma pilha remonta a 1799, quando Alessandro Volta desenvolveu um experimento utilizando discos de zinco e prata intercalados por um tecido embebido em uma solução ácida. Nesse sistema, os elétrons migravam do zinco para a prata, gerando uma corrente elétrica (Chagas, 2000). Em 1836, John Frederick Daniell aprimorou esse conceito ao construir uma pilha composta por eletrodos de cobre e zinco, imersos em soluções separadas (Porto e Costa, 2021). A inovação de Daniell consistiu na introdução da *ponte salina*, um componente que permitia a migração de íons entre as soluções, estabelecendo um circuito interno que mantinha o equilíbrio eletroquímico da pilha (Gentil, 1996). A pilha proposta por Daniell é formada por duas semirreações:



Neste processo, os elétrons que se desprendem na oxidação do zinco, e migram através do condutor até o eletrodo de cobre são os responsáveis pela geração da corrente elétrica no sistema (Corrente Contínua). A pilha de Daniell pode ser globalmente representada por:



De modo geral, a capacidade da pilha gerar eletricidade depende de sua diferença de potencial (ddp), que pode ser expressa como variação de potencial eletroquímico (ΔE), o qual é determinado a partir dos potenciais de redução dos eletrodos (E) que a compõem. O ΔE da pilha permite determinar a tensão em volts (V) produzida por esta. A variação de potencial da pilha pode ser calculada pelos potenciais de redução dos eletrodos (Paula, 2017), por:

$$\Delta E = E_{\text{maior}} - E_{\text{menor}} \quad (4)$$

onde ΔE é a variação do potencial da pilha e $E_{\text{maior}} - E_{\text{menor}}$ são o maior e o menor potencial de redução dos eletrodos, respectivamente. Os potenciais dos eletrodos são medidos em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio (EPH) (Caramel e Pacca, 2011), o qual por convenção, possui valor (EPH = 0 V). Assim, o valor de ΔE relaciona-se com a espontaneidade da pilha. Quando o ΔE é maior que zero a reação é espontânea, porém, quando negativo ou nulo, a reação não ocorre espontaneamente. E quanto maior o potencial, maior será a eficiência da pilha (Guizzo *et al.*, 2019).

Para entender as pilhas é essencial dominar os conceitos de oxidação e redução, representados nas equações 1 e 2, e ter compreensão da movimentação de elétrons no sistema. Habilidades fundamentais para que os alunos consigam transitar eficientemente entre os aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais do tema. No entanto, segundo Moreno e Heidelmann (2017), os alunos têm dificuldade em visualizar esses fenômenos. O desenvolvimento de recursos didáticos virtuais vem para ajudá-los a fazer essa transição entre os diferentes níveis de abstração, ilustrando correlações entre fórmulas, equações e eventos moleculares.

Softwares educacionais para o ensino de pilhas

O uso de softwares e simulações no ensino de Química tem crescido, com diversas ferramentas disponibilizadas por instituições acadêmicas, como a *Iowa State University* e *McGraw-Hill* (Giordan, 2015). No entanto, muitos desses recursos são voltados para aplicações específicas em sala de aula e podem apresentar limitações, como a falta de aprofundamento conceitual ou interatividade (Machado, 2016).

Moreno e Heidelmann (2017) exploraram o uso de softwares como *BKChem*, *ChemSketch*, *Avogadro*, *Prezi*, *Edmodo* e *Audacity* no ensino de Química, mesmo não sendo desenvolvidos exclusivamente para esse fim. Os resultados indicaram que essas ferramentas tornaram as aulas mais dinâmicas, aumentaram o engajamento dos estudantes e reduziram a necessidade de exposições longas, favorecendo discussões mais interativas. Batista *et al.* (2018) também investigaram o uso do software de visualização molecular *Avogadro* com o mesmo propósito.

Silva *et al.* (2019) analisaram o impacto do uso de mídias digitais no ensino de Química em ambientes virtuais, com foco no tema radioatividade. Os docentes relataram que essas ferramentas incentivaram a autonomia dos alunos, promovendo discussões, reflexões e produções audiovisuais. Guizzo *et al.* (2019) aplicaram o software *Rasmol* no ensino de geometria molecular em um curso a distância, desenvolvido com base na metodologia de Construção de Materiais Educacionais Digitais (*ConstruMED*). Os estudantes avaliaram a experiência como positiva e sugeriram a ampliação do conteúdo abordado.

Rodrigues e Gibin (2022) utilizaram a técnica de *Stop Motion* para que alunos do ensino médio produzissem animações sobre experimentos de eletrólise aquosa. O método mostrou-se eficaz no ensino de Química e Ciências, estimulando a criatividade, o pensamento lógico e a reflexão crítica sobre a dinâmica das espécies químicas.

Uma revisão de Barbosa Júnior e Viana (2021) analisou simulações computacionais sobre eletroquímica disponíveis na internet, com critérios como usabilidade, recursos motivacionais e adequação pedagógica. Apesar das contribuições para o ensino do tema, algumas limitações foram apontadas, como a falta de suporte para cálculos de ddp e a necessidade de acesso à internet para utilização.

Diante desse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo didático para auxiliar professores e alunos no ensino de pilhas no Ensino Médio. O recurso utiliza ilustrações e animações interativas para facilitar a compreensão dos conceitos eletroquímicos e será testado em sala de aula para avaliar sua eficácia no processo de ensino e o envolvimento dos estudantes nas aulas de Química.

Procedimento metodológico

Desenvolvimento e funcionalidades do aplicativo

O aplicativo criado chama-se *Flash Cell* e foi construído na íntegra no *Software Macromedia Flash Professional 8*, que é uma plataforma destinada à criação de imagens,

materiais para web e animações. O *Flash Cell* foi compilado no formato executável para Windows (.exe). Deste modo, pode ser executado em qualquer computador, não dependendo da instalação prévia ou plug-ins. No *Flash Cell* o aluno tem acesso às simulações interativas e à fundamentação teórica básica do tema eletroquímica (1a), ao histórico de desenvolvimento das pilhas (1b), ao conceito de ponte salina (1c) e estrutura das pilhas comerciais (1d). Além de uma página de ajuda com instruções de manuseio, informações do software e autores.

O *Flash Cell* disponibiliza na tela a composição de 100 pilhas diferentes com celas separadas, a partir da combinação de 10 eletrodos distintos (9 eletrodos metálicos e o eletrodo de Hidrogênio), para formar o ânodo e o cátodo da pilha, a partir da escolha do aluno (Figura 2a). Os elementos disponíveis no software, possuem potencial padrão de redução (E_{red}) maior e menor que do Hidrogênio ($E_{\text{red}} = 0,00 \text{ V}$) com mecanismos de redução de 1, 2 ou 3 elétrons. Após escolha dos eletrodos, uma pilha é montada segundo o modelo didático de Frederick Daniell (Walanda *et al.*, 2017), sendo possível visualizar duas celas (Eletrodo metálico/solução do metal) interligadas por uma ponte salina, por um condutor metálico com um interruptor interativo e uma lâmpada (Figura 2b), a qual acende quando o interruptor é acionado. Trazendo, inicialmente, a visão macroscópica do funcionamento da pilha, para que o aluno evolua dos conceitos operacionais (concretos) para os conceitos formais (abstratos) sobre as pilhas.

A observação de fenômenos perceptíveis em processos químicos, como o desprendimento de gás, a mudança de coloração das soluções, a variação da massa dos eletrodos em uma pilha e o acendimento de uma lâmpada como indicativo da passagem de corrente elétrica (nível macroscópico), é uma experiência essencial para a aprendizagem (Wartha *et al.*, 2012). Nesse contexto, o *Flash Cell* atua como uma ferramenta didática que representa essas transformações visuais nas pilhas, expressa-as por meio de equações químicas (nível simbólico) e as associa a modelos teóricos que descrevem



Figura 1: Imagens das telas de fundamentação teórica (a), histórico de desenvolvimento das pilhas (b), conceito de ponte salina (c) e estudo das pilhas comerciais (d) do *Flash Cell*.



Figura 2: Imagem da tela inicial da *Flash Cell*, onde apresenta os eletrodos a ser escolhido para compor o ânodo da pilha (a) e pilha montada com os eletrodos escolhidos (b).

os processos submicroscópicos envolvidos. Esses modelos ajudam a compreender conceitos como a dinâmica das reações de oxidação e redução dos metais, o fluxo de elétrons pelo circuito externo e os fenômenos de corrosão no ânodo e deposição de metal no cátodo, os quais não são diretamente observáveis, mas inferidos a partir de experimentos e teorias científicas.

Aplicação do recurso e tratamento dos dados

Após construção, o software foi testado individualmente pelos autores de forma independente e após discussões, as correções e alterações sugeridas foram implementadas. Em um segundo momento, o *Flash Cell* foi avaliado por um professor da área de Metodologia do Ensino de Ciências do ensino superior. O qual, após análises e algumas sugestões, recomendou sua utilização no ensino médio. Então, utilizou-se do *Flash Cell* nas aulas de Química em duas turmas compostas de 40 alunos cada, da 2ª série do ensino médio de uma escola pública do município de São Luís - MA. Aplicou-se um questionário qualitativo para avaliar a concepção dos alunos sobre a efetiva contribuição do software para facilitação do entendimento de pilhas, assim como para gerar um diagnóstico preliminar da afinidade dos alunos com o aplicativo. Também avaliado pelo professor de Metodologia do Ensino de Química, o questionário era formado de quatro quesitos: 1. O software é de fácil manuseio e compreensão? 2. O software facilita o estudo das Pilhas? 3. O software pode auxiliar nas aulas de Química? e 4. Você recomendaria a utilização do software? com as opções: SIM, NÃO ou PARCIALMENTE.

Resultados e discussão

Cientes dos desafios enfrentados na implantação de um novo recurso didático, buscou-se na literatura critérios para avaliar recursos semelhantes, como apresentado por Barbosa Júnior e Viana (2021) e assim, nortear a produção do *Flash Cell*. O uso da linguagem Flash justifica-se pela versatilidade de recursos e possibilidade de geração de produtos diversos como: imagens, jogos e animações e ainda, aplicação em softwares, dispositivos móveis e web. O Flash foi explorado por pesquisadores na criação de aplicações educacionais

(Bill e Fogler, 2004; Pádua e Germano, 2006; Werlang *et al.*, 2008; Sousa *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2024).

A avaliação independente dos autores identificou inconsistências no aplicativo, como a organização da lista de metais, a sequência de escolha dos eletrodos e a ausência da representação molecular dos eletrodos, que foram corrigidas antes da aplicação. O professor de Metodologia do Ensino de Ciências que avaliou o software e o questionário, considerou que o *Flash Cell* aborda adequadamente a eletroquímica no nível médio e atende aos objetivos propostos. Além disso, destacou seu potencial para estimular o raciocínio dos estudantes na transição entre os níveis macroscópico, simbólico e submicroscópico do conhecimento químico. Ele também sugeriu a inclusão do tópico “História da Pilha” e apontou referências científicas sobre o tema.

Softwares semelhantes ao *Flash Cell*, como A Pilha de Daniell, Simulador da Pilha de Daniell, PhET e Concentration Cells Electrochemical Cell Experiment, limitam-se à montagem das pilhas. Em contraste, o *Flash Cell* oferece uma base teórica abrangente, abordando tópicos como semirreações, processos redox, cálculo da ddp, espontaneidade, histórico e ponte salina, permitindo sua exploração pelo professor em aula. Além disso, o aplicativo possibilita a análise das propriedades da pilha formada por meio de interações visuais e elementos do menu. Essas propriedades são apresentadas nos três níveis de representação química (Wartha e Rezende, 2017): macroscópico, com a ilustração da lâmpada acesa, corrosão e deposição nos eletrodos; simbólico, com cálculos do potencial eletroquímico, identificação dos polos, semirreações e características da ponte salina; e submicroscópico, com a representação do fluxo de elétrons no condutor e a migração de íons na ponte salina.

Os alunos utilizaram o aplicativo nos computadores da sala de informática da escola durante quatro aulas de Química. Observou-se inicialmente maior entusiasmo e curiosidade dos alunos nas aulas. O manuseio constante, os repetidos testes com o aplicativo e o aumento das perguntas sobre o conteúdo, foi um indicativo positivo do poder do software em despertar o interesse pelo tema. Dentre as perguntas feitas pelos alunos ouviu-se “Qual a tensão de uma pilha comum?”, “Por que não podemos jogar pilhas no lixo?”, “Uma pilha grande tem tensão maior que uma pilha



Figura 3: Telas que ilustram o fluxo de elétrons e íons (a), cálculo do potencial da pilha (b), semirreações e reação global (c) animação das reações nos eletrodos (d) do *Flash Cell*.

pequena?”, “Como pode ter pilha com eletrodo de hidrogênio se ele é um gás?”, “Como faz pilha de limão?” e “Podemos fazer pilha com qualquer metal?”

O questionário foi aplicado nas duas turmas, a um total de 80 alunos, que anonimamente responderam aos quesitos. Os dados foram tabelados e plotados na Figura 4. Eles mostraram que 87% dos alunos acreditam que o software é de fácil manuseio e compreensão, 11% dos mesmos assinaram que o manuseio é parcialmente fácil e 2% indicaram que não é simples utilizá-lo. De acordo com a Figura 4(b), na perspectiva de 95% dos alunos, o aplicativo ajuda na compreensão dos conceitos de pilhas, o que sugere que o estudo do tema lhes parece de difícil compreensão, mas os recursos que o software oferece, facilitam o conteúdo. Vale ressaltar que 5% dos alunos, responderam que o software só facilita “parcialmente” o estudo do tema, não sendo imprescindível para tanto. O que mostra que a utilização de novos recursos não atende a totalidade dos estudantes pois, como seres diferentes, aprendem de maneiras distintas.

Ao serem questionados sobre o uso do software para auxiliar nas aulas de Química, 61% dos estudantes

indicaram como sendo este um importante instrumento para auxílio nas aulas, já 35%, ou seja, 28 dos alunos, opinaram “Parcialmente”. Segundo eles o software é restrito ao estudo de pilhas, não atendendo aos muitos outros temas da Química. E 4% dos alunos consideraram que Não, conforme a Figura 4(c). Por fim, a boa aceitação da ferramenta didática e a habilidade que os jovens mostraram com o computador, refletiu-se em 97% deles respondendo que recomendariam a utilização do software para outros estudantes. Vale notar que alguns alunos preferem o método padrão de ensino, com uso do quadro e textos em aulas expositivas. E esses se manifestaram em 3% do total, como ilustra a Figura 4(d).

A aplicação e avaliação do *Flash Cell* mostrou que diferentes estratégias pedagógicas podem melhorar a aprendizagem e a inclusão de recursos didáticos eficazes pode contribuir na desconstrução da ideia de que a Química é “difícil de aprender”. Não obstante, o contato com recursos computacionais no Ensino Médio pode se tornar um precursor de estudos avançados de modelagem molecular no âmbito da Química (Lira *et al.*, 2024; Sousa *et al.*, 2025).

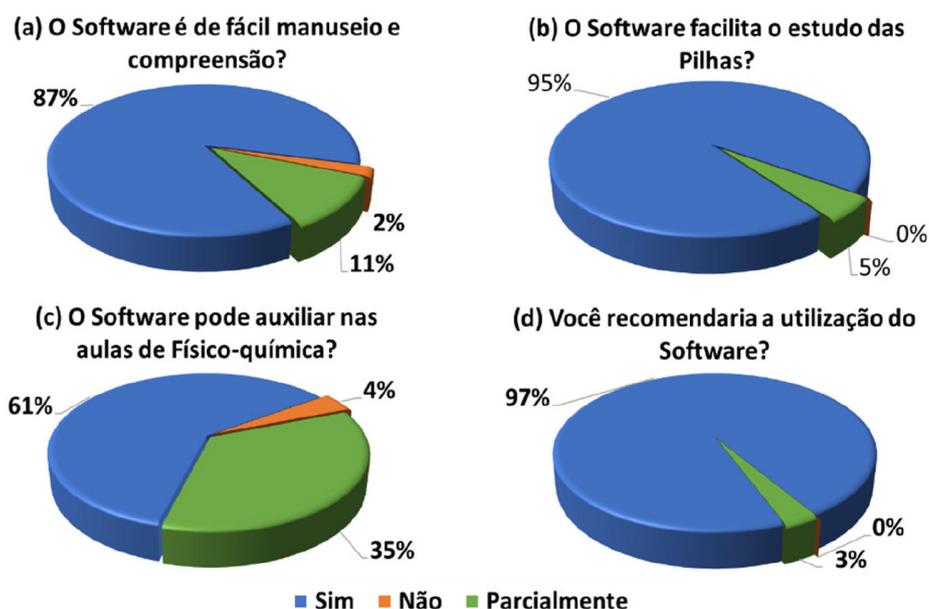


Figura 4: Demonstração dos dados de opinião dos estudantes sobre a recomendação da utilização do software para o estudo de pilhas.

Conclusão

Neste trabalho um dispositivo virtual foi produzido com ilustrações e animações interativas para explorar o estudo de pilhas no Ensino Médio e aprimorar as opções didáticas disponíveis. O aplicativo *Flash Cell* foi desenvolvido com cores e formas para se tornar mais agradável aos jovens, destacando-se dos softwares tradicionais com tons cinza e formas retangulares. Ele oferece ao aluno a possibilidade de estudar sozinho ou sob orientação de um professor, pois além das simulações, traz uma base teórica intuitiva e ilustrada.

A análise dos dados de aplicação leva a crer que o *Flash Cell* é uma opção em potencial para o ensino de Química, pois apresenta características promissoras, ou seja, é capaz de motivar os alunos a construir o conhecimento, interagindo com as tecnologias digitais. Embora este seja um estudo de caso, com aplicação limitada, a necessidade de novos recursos didáticos para o ensino de Química é uma realidade nas escolas do país. E as impressões da aplicação do *Flash Cell* em sala de aula apontam para a possibilidade de uso na facilitação do processo de aprendizagem de pilhas.

A ampla aceitação do software pelos alunos, sugere que as TDIC devem ser consideradas como ferramentas didáticas válidas nas escolas. Estes recursos surgem como um meio inovador para ajudar os alunos a abstrair, criar, refletir e discutir temas relacionados à Química e questões sociais relevantes, como corrosão, revestimento de metais e descarte adequado de pilhas e baterias.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Dr. Adilson Luís Pereira Silva pela relevante colaboração no desenvolvimento deste trabalho, por meio de críticas, sugestões e revisão técnica.

Natanael de S. Sousa (83.natan@gmail.com) é doutor em Química (Quântica Computacional) pela Universidade Federal do Maranhão e especialista em Docência do Ensino Superior. Atualmente é perito criminal e professor de Química (Ensino Médio) da rede pública estadual. **Tayla T. B. Costa** (tay_miris@hotmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Estadual do Maranhão. **Maria Célia P. Costa** (mariaciapirescosta@gmail.com) é doutora em Química (Físico-Química) pela Unicamp. Atualmente é professora adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão.

Referências

BARBOSA JÚNIOR, A. G. e VIANA, M. M. Simulações envolvendo eletroquímica: contribuições para o ensino médio. *Abakos*, v. 9, n. 1, p. 60-82, 2021.

BATISTA, G. C.; MARINHO, E. M.; MARINHO, M. M. e MARINHO, E. S. Avogadro no ensino de química: um avançado editor molecular de visualização de um grande potencial pedagógico. *Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 7, p. 1-10, 2018.

BELL, J. T. e FOGLER, H. S. *A aplicação da realidade virtual à educação (engenharia química)*. Chicago: IEEE Virtual Reality 2004, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Conselho Nacional de Educação. Base Nacional Comum Curricular, Brasília-DF, 2018.

CARAMEL, N. J. e PACCA, J. L. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 7-26, 2011.

CHAGAS, A. P. Os 200 anos da pilha elétrica. *Química Nova*, v. 23, p. 427-429, 2000.

CHASSOT, A. I. Sobre prováveis modelos atômicos. *Química Nova Escola*, n. 3, p. 3, 1996.

GENTIL, V. *Corrosão*. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

GIORDAN, M. Análise e reflexões sobre os artigos de Educação em Química e Multimídia publicados entre 2005 e 2014. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 154-160, 2015.

GUIZZO, M. A. R.; PEREIRA, E. G.; NICOLETE, P. C.; KUYVEN, N. L. e BEHAR, P. A. construção de Objetos de Aprendizagem para o ensino de química. *Química Nova Escola*, v. 41, n. 2, p. 133-138, 2019.

LIRA JUNIOR, C. A.; NASCIMENTO, W. D. C. L.; LIMA, E. C.; SOEIRO, Y. R. M. S.; SOUSA, N. S.; SANTOS, A. M. e MACIEL, A. P. Química computacional: uma revisão sobre métodos, fundamentos e aplicações científicas. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 17, n. 1, p. e7238-e7238, 2025.

MACHADO, A. S. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Educação. *Documento curricular do território maranhense: ensino médio*. São Luís, 2022.

MARQUES, M. O. *Educação/Interlocução, aprendizagem/Reconstrução de saberes*. Ijuí: Unijuí, 1996.

MORAN, M.; MASETTO, M. T. e BEHRENS, A. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. 10ª ed. São Paulo: Papirus, 2000.

MORENO, E. L. e HEIDELMANN, S. P. Recursos institucionais inovadores para o ensino de química. *Química Nova Escola*, v. 39, p. 12-18, 2017.

NEVES, N. N. e DOS SANTOS, A. R. O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação para a experimentação no ensino de química: uma proposta usando sequências didáticas. *Scientia Naturalis*, v. 3, n. 1, p. 194-206, 2021.

NRC-National Research Council. *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press, 2012.

OLIVEIRA, F. C.; SOUTO, D. L. P. e CARVALHO, J. W. P. Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a hipermídia Equimídi@. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p. 146-168, 2018.

PÁDUA, L. R. D. e GERMANO, J. S. E. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem com o Software Macromedia Flash. In: *Encontro De Iniciação Científica E Pós Graduação, 12, 2006, São Paulo. Anais Eletronicos*. São Paulo: ITA, 2006.

PAULA, P. A. J. *Físico-química*. 10ª ed. LTC, 2017.

PAULETTI, F. e CATELLI, F. Tecnologias digitais: possibilidades renovadas de representação da química abstrata. *Acta Scientiae*, v. 15, n. 2, p. 383-396, 2013.

PORTO, P. A. e COSTA, M. C. S. The Daniell cell: a historical case study. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 38, p. 1650-1673, 2021.

RODRIGUES, A. M. e GIBIN, G. B. O uso do stop motion na investigação de modelos mentais de alunos do ensino médio sobre conceitos relacionados com a eletrólise. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 27, n. 2, p. 222-242, 2022.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. *Química Nova na Escola*, v. 3, p. 27-31, 1996.

SCHUARTZ, A. S. e SARMENTO, H. B. M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. *Rev Katálysis*, v. 23, n. 3, p. 429-38, 2020.

SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; FILHO, E. B. e FIORUCCI, A. R. A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 189-200, 2012.

SILVA, M. S.; ZOTTI, K. S.; REHFELDT, M. J. H. e MARCHI, M. I. O uso de mídias digitais, associados ao ambiente virtual de ensino e de aprendizagem, no ensino de química: explorando a radioatividade por meio da educação a distância. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 2, p. 37-52, 2019.

SOARES, L. *Desenvolvimento de softwares educacionais: Teoria e prática*. Vozes, 2008.

SOUSA, N. S. e VARELA JÚNIOR, J. J. G. Theoretical study of a transition metal-modified $B_{12}N_{12}$ Nanocage for $COCl_2$ detection: advances toward high-sensitivity materials for phosgene sensing. *Langmuir*, v. 41, p. 7396-7409, 2025.

SOUSA, R. P.; MIOTA, F. M. C. S. C. e CARVALHO, A. B. G. *Tecnologias digitais na educação*. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

SOUZA, A. R.; SILVIO, C.; TANIKAWA, K.; UCHIBA, M.; SILVA, P. e GALLEN, J. L. A Pilha de Daniel. Disponível: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=18002>, acesso em fev. de 2024.

SOUZA, M. P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C. N. e AYRES, A. C. S. Titulando 2004: Um software para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 35-37, 2005.

TRERUYA, L. C.; MARSON, G. A.; FERREIRA, C. R. e ARROIO, A. Visualização no ensino de química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. *Química Nova*, v. 36, n. 4, p. 561-569, 2013.

TURNER, K. E. A supplemental course to improve performance in introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n. 11, p. 954-957, 1990.

WALANDA, D. K.; NAPITUPULU, M. e MALLABUM, A. Misconceptions sequencing the chemical processes in Daniell and electrolysis cells amongst first-year science and mathematics education university students. *Journal of Science Education*, v. 18, n. 2, p. 113-116, 2017.

WARTHA, E. J.; GUZZI FILHO, N. J. e JESUS, R. M. O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. *Educación Química*, v. 23, n. 1, p. 55-61, 2012.

WARTHA, E. J. e REZENDE, D. B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 1, n. 1, p. 181-202, 2017.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDE, R. D. S. e SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, p. 1503.1-1503.9, 2008.

Abstract: *Computer science in the teaching of Chemistry: development of a virtual device for the study of electrochemical cells.* The difficulty in studying Chemistry has been a persistent issue in our schools for years. This work presents the development and application of the virtual device “Flash Cell” for the study of Electrochemical Cells in High School. The application was created in Flash language and is executable on any computer with a Windows system. *Flash Cell* employs animations and computational interactions to better illustrate the concepts of Cells, aiding students in transitioning among the three levels of chemical knowledge: macroscopic (showing visible phenomena), symbolic (with half-reactions), and sub-microscopic (illustrating molecular phenomena). *Flash Cell* was applied in Chemistry classes, and its application was analyzed through student feedback and evaluative questionnaires. These suggested that the device contributed to learning, promoting a better understanding of the involved concepts and sparking students’ interest in digital technologies and the discipline.

Keywords: Chemistry teaching, batteries, software