



BATATAS, BATERIAS E BITS: UMA SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA DE ELETROQUÍMICA COM PILHA DE BATATA E SIMULAÇÃO EM SCRATCH NO ENSINO FUNDAMENTAL

Sophia F. Souza¹; João C. de Souza Neto¹; Felipe T. F. Almeida¹; Nancy B. G. de Negreiros¹; Suelen C. S. Sousa¹; Jean S. M. Batista¹

*1 Centro de Educação Integral Christ Master – Manaus, AM.
002991@christmaster.com.br.*

Palavras-Chave: aprendizagem baseada em projetos, interdisciplinaridade, modelagem algorítmica.

Introdução

O ensino de eletroquímica costuma desafiar estudantes do ensino básico por envolver fenômenos não observáveis diretamente e múltiplos níveis de representação, o que favorece concepções alternativas persistentes sobre fluxo de elétrons, papéis de ânodo e cátodo e a função do eletrólito [1–3]. Atividades de baixo custo, como as chamadas “pilhas de frutas e vegetais”, oferecem um contexto autêntico e seguro para explorar diferenças de potencial, limitações reais de potência e a necessidade de associação em série, evitando uma visão “mágica” desses sistemas [4–7]. Ao mesmo tempo, a aprendizagem em Química se beneficia quando estratégias didáticas articulam os três domínios de Johnstone (macroscópico, submicroscópico e simbólico), permitindo transitar entre evidências observáveis, modelos de partículas e representações simbólicas [8].

No campo da educação em computação, o Pensamento Computacional (PC) e a programação por blocos tornaram-se vias viáveis para apoiar a modelagem de fenômenos nas séries iniciais e finais do ensino fundamental, com evidências de ganhos em análise algorítmica, depuração e raciocínio lógico, desde que acompanhados por estratégias de desenvolvimento docente e instrumentos de avaliação adequados [9–12]. Em paralelo, recomenda-se que o ensino de Ciências incorpore práticas de alfabetização de dados (coleta, organização, visualização e uso de dados para decidir), pois tais competências ampliam o engajamento, favorecem argumentação baseada em evidências e conectam sala de aula a problemas do mundo real [17–18].

Com base nesse referencial, este trabalho descreve e analisa uma sequência investigativa desenvolvida com estudantes dos 8º e 9º anos em um Clube de Ciências: (i) construção e teste de pilhas de batata com diferentes pares metálicos; (ii) desenvolvimento, no Scratch, de um simulador preditivo da voltagem em função dos metais; e (iii) aplicação das pilhas em série para promover eletrólise de solução de CuSO_4 , comunicando os achados à comunidade escolar. Nosso objetivo é discutir a integração entre práticas experimentais, modelagem algorítmica e alfabetização de dados, bem como refletir sobre as aprendizagens observadas à luz da literatura em IBSE (Inquiry-Based Science Education) e em PC [13].

Material e Métodos

A sequência foi realizada em um Clube de Ciências com 20 estudantes do 8º e 9º anos, em seis encontros de 120 min, conduzidos por docentes de Química e de Pensamento Computacional.

Foram utilizados os materiais: Batatas (*Solanum tuberosum*), faixas metálicas de Zn, Cu, Al e Fe; multímetro digital; fios e garras; LEDs; copos plásticos; solução de $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ para a etapa de eletrólise; computadores com Scratch (offline/online).

Desenho didático. A sequência seguiu uma lógica investigativa, articulando: (1) problematização sobre geração de energia e limitações práticas; (2) teste sistemático de pares metálicos em diferentes configurações, com registro de voltagem e observações; (3) modelagem computacional por blocos no Scratch, com menus para seleção de metais e lógica condicional para estimar a voltagem prevista; (4) validação preditiva com novos ensaios e discussão sobre variabilidade e confiabilidade; (5) uso de pilhas em série para eletrólise de $\text{CuSO}_4(\text{aq})$, observando depósito de Cu(s) no cátodo.

As evidências de aprendizagem foram coletadas por: registros experimentais (tabelas e fotos), rascunhos e códigos dos simuladores, e produções de divulgação (pôster/apresentação). A análise, de caráter descritivo, buscou triangulação entre engajamento, explicações conceituais (redox/pilhas/eletrólise) e qualidade da modelagem computacional. Não foram aplicadas métricas padronizadas de ganho conceitual; resultados quantitativos finos estão fora do escopo deste resumo expandido.

Resultados e Discussão

Observou-se participação sustentada na bancada e no laboratório de informática, com curiosidade sobre por que certos pares (p.ex., Zn–Cu) produziam maior ddp que outros, e porque a potência era insuficiente para alguns dispositivos. Tais questões abriram espaço para discutir a diferença entre tensão de circuito aberto e capacidade de fornecer corrente, além da necessidade de associação em série e de reduzir resistências internas, o que é coerente com estudos que recomendam tratar limitações reais dessas “pilhas de alimentos” para evitar compreensões ingênuas [5–7].

Nas produções escritas e orais, os grupos passaram a identificar ânodo (oxidação) e cátodo (redução) de forma consistente, relacionando material do eletrodo e necessidade de um meio eletrólito. Em discussões, emergiu a hipótese de participação do O_2 na catálise de reações catódicas em certas montagens, aproximando-se de descrições recentes sobre o papel do oxigênio em pilhas do tipo “Volta” [3]. Para consolidar a base teórica, recorreu-se a explicações mecanistas acessíveis sobre armazenamento/liberação de energia em pilhas [15] e a analogias didáticas para lidar com processos de carga/transferência [16].

As versões finais dos simuladores incluíram menus suspensos para seleção dos metais e estruturas condicionais (se–então–senão) que retornavam uma previsão qualitativa de voltagem relativa, acompanhada de mensagens de aviso sobre variabilidade experimental. Esse tipo de atividade alinha-se a evidências de que integração de Scratch ao currículo de Ciências pode favorecer habilidades de PC e autoeficácia em programação, sobretudo quando ancorada em ciclos investigativos e em materiais concretos [12]. Revisões de escopo e sistemáticas indicam, ainda, a necessidade de instrumentos válidos e confiáveis para avaliar PC em idades escolares, e de suporte docente específico para integrar PC a contextos STEM [9–10].

O registro padronizado de ensaios (pares metálicos, número de células em série, ddp registrada) e a comparação com previsões dos simuladores fomentaram práticas de coleta,



organização e comunicação de dados. Estudos recentes destacam que promover tais competências desde a educação básica, preferencialmente com problemas autênticos, aumenta a relevância percebida e o engajamento dos estudantes [17–18].

A sequência atendeu dimensões centrais de IBSE (problematização, planejamento de testes, análise de evidências, comunicação) e dialoga com experiências que substituem abordagens fragmentadas por práticas interdisciplinares em eletroquímica [13–14]. Ao final, a feira de ciências funcionou como situação de audiência real para argumentar com dados e modelos, estratégia associada a ganhos de compreensão e atitude em atividades de extensão e engajamento público em Química [6].

Não foram realizadas medidas padronizadas de aprendizagem conceitual ou de PC; os indícios reportados são observacionais e baseados em artefatos estudantis. Estudos futuros podem combinar testes conceituais validados, rubricas de modelagem e medidas de PC, ampliando a força inferencial dos resultados [10,19].

Conclusões

A experiência indica que vincular uma situação experimental concreta (pilhas de batata) a atividades de modelagem por blocos (Scratch) e a práticas de alfabetização de dados cria um ecossistema de aprendizagem robusto para introduzir eletroquímica no ensino fundamental. Os estudantes demonstraram maior segurança ao identificar ânodo/cátodo e justificar associações em série; passaram a articular previsões e evidências; e comunicaram resultados com suporte de dados e simulações. Do ponto de vista curricular, a proposta é replicável e de baixo custo, podendo ser adaptada a outros temas eletroquímicos (p. ex., pilhas metal–ar) e a projetos maker. Investigações subsequentes devem incorporar instrumentos validados para PC e para concepções em eletroquímica, além de acompanhar transferências para outras situações-problema e a durabilidade das aprendizagens.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Educação Integral Christ Master, ao Clube de Ciências e aos estudantes participantes pelo apoio à realização desta sequência.

Referências

- [1] Childs, P. E.; Sheehan, M. What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 2009, 10, 204–218.
- [2] Sanger, M. J.; Greenbowe, T. J. Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. *Journal of Chemical Education*, 1997, 74, 819–823.
- [3] Clarke, T. B.; Glasscott, M. W.; Dick, J. E. The Role of Oxygen in the Voltaic Pile. *Journal of Chemical Education*, 2021, 98, 2927–2936. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00016>
- [4] Goodisman, J. Observations on lemon cells. *Journal of Chemical Education*, 2001, 78, 516–518. <https://doi.org/10.1021/ed078p516>
- [5] Parkes, M. A.; Chen, T.; Wu, B.; Yufit, V.; Offer, G. J. 'Can' You Really Make a Battery out of That?. *Journal of Chemical Education*, 2016, 93, 681–686. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00496>



- [6] O'Donoghue, J.; et al. Do You Want to Make a Battery? Insights from the Development and Evaluation of a Chemistry Public Engagement Activity. *Journal of Chemical Education*, 2024, 101, e2024. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01123>
- [7] Arnold, N. A.; Kyasa, S. K. Electronic Half-Cell Module to Demonstrate an Electrochemical Series and a Citrus Fruit Battery for Remote Students. *Journal of Chemical Education*, 2023, 100, 3739–3743. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00239>
- [8] Royal Society of Chemistry (RSC). Improve students' understanding with Johnstone's triangle. RSC Education, 2022.
- [9] Liu, Z.; Gearty, Z.; Richard, E.; Orrill, C. H.; Kayumova, S.; Balasubramanian, R. Bringing computational thinking into classrooms: a systematic review on supporting teachers in integrating CT into K-12 classrooms. *International Journal of STEM Education*, 2024, 11, 51.
- [10] Ocampo, A.; Camacho, J.; Maraza, L.; & Parra, J. Systematic Review of Instruments to Assess Computational Thinking in Early Years of Schooling. *Education Sciences*, 2024, 14(10), 1124.
- [11] Dúo-Terrón, P. Analysis of Scratch Software in Scientific Production for 20 Years: Programming in Education to Develop Computational Thinking and STEAM Disciplines. *Education Sciences*, 2023, 13(4), 404.
- [12] Koray, A.; Bilgin, E. The Effect of Block Coding (Scratch) Activities Integrated into the 5E Learning Model in Science Teaching on Students' Computational Thinking Skills and Programming Self-Efficacy. *Science Insights Education Frontiers*, 2023, 18(1), 2825–2845.
- [13] Jegstad, K. M.; et al. Inquiry-based chemistry education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 2024, 60(2), 251–313.
- [14] Karpudewan, M.; Daman Huri, N. H. Interdisciplinary Electrochemistry STEM-Lab Activities Replacing the Single Disciplinary Electrochemistry Curriculum for Secondary Schools. *Journal of Chemical Education*, 2023, 100, 998–1010.
- [15] Schmidt-Rohr, K. How Batteries Store and Release Energy: Explaining Basic Electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 2018, 95(10), 1801–1810. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00479>
- [16] Driscoll, E. H.; Hayward, E. C.; Patchett, R.; Anderson, P. A.; Slater, P. R. The Building Blocks of Battery Technology. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97(8), 2231–2237.
- [17] Friedrich, A.; Schreiter, S.; Vogel, M.; et al. What shapes statistical and data literacy research in K-12 STEM education? A systematic review of metrics and instructional strategies. *International Journal of STEM Education*, 2024, 11, 57.
- [18] Witte, V. R.; Silva, T. S.; Melo, E. R.; et al. Strengthening Data Literacy in K-12 Education: A Scoping Review. *Education Sciences*, 2024, 15(1), 25.



- [19] Chia, V. Y. Y.; Hölttä-Otto, K.; Anariba, F. Using the Electrochemistry Designette to Visualize Students' Competence and Misconceptions on Electrochemical Principles. *Journal of Chemical Education*, 2022, 99, 1533–1538.
- [20] Olli, P. E.; Romann, T. Educational Metal-Air Battery. *Journal of Chemical Education*, 2023, 100, 259–266.
- [21] Markwick, A.; White, R. Working scientifically with fruit and vegetable batteries. *Primary Science*, 2022, 171, 25–28.