

## Possibilidades das TIC na eletroquímica, exploração dos níveis representacionais do conhecimento químico

Possibilities of ICT in electrochemistry, exploration of representational levels of chemical knowledge

Renan Cesco de Jesus, Msc.  

Secretaria de Estado da Educação e do Esporte (Seed/PR)

[ojesusrenan@gmail.com](mailto:ojesusrenan@gmail.com)

Flavio Massao Matsumoto, Dr.  

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

[fmatsumo@ufpr.br](mailto:fmatsumo@ufpr.br)

**RESUMO:** Apesar da utilização da tecnologia e dispositivos móveis na vida pessoal para operações básicas diversas, a incorporação desses dispositivos a prática profissional docente, para muitos, é uma opção menos frequente. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo oferecer reflexões sobre a utilização das tecnologias no ensino de química e verificar a viabilidade das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) aplicadas no processo de ensino e aprendizagem no conteúdo específico de eletroquímica numa escola pública de Curitiba/PR. A partir do Século XXI muita expectativa foi depositada sobre os avanços e benefícios que a tecnologia poderia trazer para educação de modo geral. No entanto, apesar dos esforços, a adoção efetiva das TIC nas práticas pedagógicas e na sala de aula não figuram como realidade predominante. Nesse viés, este trabalho buscou relacionar os níveis de aprendizagem do conhecimento químico proposto por Johnstone (1982) com uma abordagem integrada às TIC e avaliações multimodais. O desenvolvimento da pesquisa ocorreu durante oito aulas de 50 minutos, tendo uma natureza qualitativa do tipo grupo focal com dados sendo coletados a partir dos trabalhos dos alunos, diário de bordo do professor e um questionário final. Os resultados permitem pensar que é possível explorar ainda mais as potencialidades da tecnologia em sala, tanto no aperfeiçoamento de recursos on-line como offline.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletroquímica. TIC. Ensino de química. BNCC.

**ABSTRACT:** Despite the use of technology and mobile devices in personal life for various basic operations, the incorporation of these devices into professional teaching practice, for many, is a less frequent option. In this sense, the present study aimed to offer reflections on the use of technologies in the teaching of chemistry and to verify the feasibility of ICT (Information and Communication Technologies) applied in the teaching and learning process in the specific content of electrochemistry in a public school in Curitiba/PR. From the 21st century onwards, many expectations were placed on the advances and benefits that technology could bring to education in general. However, despite the efforts, the effective adoption of ICT in pedagogical practices and in the classroom does not appear as a predominant reality. In this vein, this work sought to relate the learning levels of chemical knowledge proposed by Johnstone (1982) with an integrated approach to ICT and multimodal assessments. The development of the research took place during eight 50-minute classes, having a qualitative nature of the focus group type with data being collected from the students' work, the teacher's logbook and a final questionnaire. The results allow us to think that it is possible to further explore the potential of technology in the classroom, both in improving online and offline resources.

**KEY WORDS:** Electrochemistry. ICT. Chemical Education. BNCC.



### Introdução

O uso de tecnologias tem favorecido, nos últimos anos, as mais relevantes transformações na sociedade, seja nas relações pessoais ou profissionais, no contexto político ou econômico. Na educação, a ligação de tecnologia com ensino moderno de qualidade perpassa pelo docente habilitado, conforme UNESCO (2009, p. 1) “os professores na ativa precisam adquirir a competência que lhes permitirá proporcionar a seus alunos oportunidades de aprendizagem com apoio da tecnologia”.

Nesse sentido, Pierre Lévy, reconhecido pesquisador em ciência da informação e da comunicação em seu livro *Cibercultura* (1999), já fazia uma constatação que hoje nos parece bastante realista “Pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa no início de seu percurso profissional estarão obsoletas no fim de sua carreira” (LÉVY, 1999, p. 156).

Ainda que a afirmação de Lévy nos remeta a uma preocupação imediata, ela impulsiona e instiga a reflexão sobre como devemos pensar nossa prática laboral, especialmente a importância de um contexto de aprendizagem. Desse modo, adaptar-se aos avanços das tecnologias, se apropriar e dominar novos meios é um desafio constante na educação. Mesmo com grande potencial tecnológico disponível nos mais diversos recursos para aplicação em sala de aula, muitas vezes existem dificuldades técnicas específicas que justificam sua pouca utilização.

Para Silva e Leão (2009), as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são cada vez mais incorporadas como instrumentos ao processo pedagógico. No entanto, Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017) ao analisarem o uso didático das TIC em sala de aula, relatam-nos uma realidade dura, concluindo que apesar de terem possíveis contribuições, são raras as incursões feitas por professores. Ao considerar a condição de um ambiente escolar atraente, moderno, que estimule e desafie a aprendizagem dos estudantes é inevitável pensar na presença da tecnologia em sala de aula.

Parte considerável dos estudos publicados por autores como Kenski (2012), Moran (2015), Bacich (2018) entre outros, mostra que não há fórmulas mágicas, mas admite o potencial da tecnologia e dos dispositivos móveis no auxílio e no desenvolvimento de uma prática pedagógica mais ativa e interessante para os estudantes atuais. Naturalmente, entende-se a dificuldade ao tentar acompanhar os últimos lançamentos em relação às ferramentas ou dispositivos digitais tecnológicos que poderiam ser utilizados em sala de aula.

A velocidade na realização e divulgação de pesquisas sobre tecnologia em sala de aula parecem não conseguir acompanhar a rápida evolução da própria tecnologia. É possível observar, por exemplo, a variação de nomenclatura relacionada ao tema tecnologias da informação e comunicação, com a inclusão, relativamente recente, da letra “D” as TIC, na tentativa de evidenciar e melhor descrever trabalhos com tecnologias “Digitais” (TDIC), bem como as Tecnologias da Informação e comunicação Móveis e Sem fio (TIMS) que sustentam práticas vinculadas ao *mobile learning* (*m-learning*) e ao *ubiquitous learning* (*u-learning*).



Mesmo considerando que as siglas sejam sinônimas, parece não haver muita discordância que estas variantes indicam certa efervescência digital. Para Ledesma (2013), o conceito *mobile learning* pode ser traduzido para português por aprendizagem móvel ou entendido como integração das tecnologias móveis em contexto educativo. Assim, a aprendizagem móvel nos remete a uma aprendizagem que aproveita ao mesmo tempo a mobilidade do sujeito e dos inúmeros dispositivos móveis, podendo ocorrer em qualquer ambiente, não se restringindo a utilização em espaços formais de ensino.

Como destaca Kenski (2012), as TIC evoluem rapidamente e novos produtos, mais sofisticados, surgem em todo momento. Desse modo, conseqüentemente, pode-se conjecturar a necessidade ainda maior de rápidos e novos aprendizados para alcançar o pleno domínio dessas tecnologias que emergem. Este cenário é ainda mais complexo quando se trata do ambiente escolar na rede pública de ensino, onde as adversidades encontradas extrapolam problemas técnicos e materiais. Desse modo, concorda-se com Morais et al. (2018, p. 5665) “estamos no auge da era da informação, mas não vivemos na era do conhecimento. O estudante tem acesso a muita informação, mas o conhecimento tem que ser construído”.

Com esse cenário onde estão cada vez mais presentes as conexões em rede e entre pessoas, investigar como a incorporação de dispositivos móveis pode potencializar o processo de ensino e aprendizagem, nota-se pertinente, ainda mais quando “está em curso um novo paradigma dominante na área das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que oportuniza o emprego emergente da aprendizagem com mobilidade (*m-learning*)” (JACON; MELLO; OLIVEIRA, 2014, p. 237).

Nesse âmbito do ensino, espera-se muito que a profusão tecnológica da sociedade atual possa gerar pequenas revoluções quando aplicada em sala de aula, muito em razão de favorecer uma aprendizagem mais dinâmica, personalizada e atraente para os estudantes

É neste contexto, que este artigo pretende explorar potencialidades do uso de ferramentas digitais aplicadas em uma unidade didática sobre Eletroquímica, em uma turma de segundo ano do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino do Paraná. De modo especial, verificando como a inserção dessas ferramentas em partes das etapas do processo avaliativo pode privilegiar a construção do conhecimento químico dos estudantes e o desenvolvimento de habilidades relacionadas a cultura digital.

### O cenário das TIC no ensino de Química

O tema tecnologia, em ambiente escolar, tem mobilizado a comunidade acadêmica no Brasil nas últimas décadas, de modo especial a partir de 1990, quando se viu uma expansão de políticas públicas para promover o acesso a computadores nas escolas. A citar, o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (Proinfo) de 1997, que tinha como objetivo promover o uso pedagógico da informática na rede pública de educação básica (BRASIL, 2019).

Vista muito mais como gasto do que investimento, a educação - na maior parte a pública - tem sua infraestrutura limitada ao capricho político. Projetos alvissareiros descontínuos consideram quase exclusivamente a tecnologia como ferramenta de apoio didático. Enquanto isso, diversas possibilidades e avanços no processo de ensino parecem não ser exploradas e,



principalmente, não se espalham nos ambientes escolares. Pensar em que medida as ações públicas com programas relacionados a TIC e educação têm suas metas ou objetivos alcançados, parece uma questão relevante a ser considerada.

Uma maneira de ilustrar a dificuldade de avanços substanciais no ensino é analisando os resultados da prova do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) 2018. O documento publicado a cada três anos<sup>1</sup> pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) mostra que o desempenho do Brasil em Ciências foi de 404 pontos, praticamente o mesmo de 2009, estando abaixo da média dos países da OCDE, que apresentaram média de 489 pontos. Conforme a avaliação, apenas cerca de 1% dos estudantes brasileiros estão no Nível 5 de proficiência em Ciências, isto é, conseguem usar ideias ou conceitos científicos abstratos para explicar fenômenos incomuns e mais complexos, além de poder avaliar formas de explorar determinado problema cientificamente identificando limitações na interpretação de dados. Sem entrar no mérito da relevância e influência de índices internacionais, sem dúvida os dados são ao menos de causar preocupação.

De modo espontâneo pode-se questionar, como deveria ser uma escola reformulada, preocupada em atender aos novos desafios? A resposta pode começar por admitir que tratar da educação no século XXI mostra-se tarefa hercúlea. A questão é complexa, sem resposta exata. Para agregar ainda maior robustez, cita-se alguns problemas na relação entre as mídias e o processo educacional apontados por Kenski (2012) como a falta de conhecimento dos professores para melhor uso pedagógico da tecnologia seja nova ou velha; não adequação da tecnologia ao conteúdo que vai ser ensinado e aos propósitos do ensino; superdimensionamento do papel dos computadores na ação educativa.

Cabe lembrar outros aspectos que dificultam a inserção de recursos tecnológicos no ambiente escolar propostos por Rosa (2016, p. 62), “como as condições estruturais das escolas, a formação e área de atuação dos professores, a imaturidade dos estudantes, a burocracia interna juntamente com as pressões políticas e sociais”. No entanto, quando se trata de tecnologia na escola não se deve tê-la como um fim em si mesma, isto é, priorizá-la de sobremaneira em detrimento do uso de outros recursos tidos como obsoletos. Assim, importa destacar a tecnologia como um meio para auxiliar o estudante na construção do seu aprendizado e ao mesmo tempo um suporte para a prática docente.

Entende-se que as iniciativas relacionadas ao uso da tecnologia devem ser característica do professor que busca melhorar sua ação pedagógica, sujeito a errar, aprender e evoluir nesse processo. Nesse sentido, vale lembrar o destaque feito por Bedin e Del Pino (2016, p. 34) sobre o uso de TIC no ensino de química ao mencionar ser importante que “o professor considere que não adianta utilizar as tecnologias para auxiliar os processos de ensino e aprendizagem se não mudar suas metodologias de ensino e continuar "abraçado" ao ensino tradicional”.

Ademais, dentro do espectro das TIC, vários trabalhos publicados propõem o *m-learning*, por exemplo, como estratégia didática para o ensino, principalmente devido a facilidade de acesso

---

<sup>1</sup> Como reflexo das dificuldades enfrentadas em virtude da pandemia de COVID-19, os países-membros e associados da OCDE decidiram adiar a avaliação do Pisa 2021 para 2022.



aos dispositivos móveis (LEDESMA, 2013; LEITE, 2014; NICHELLE 2014; CLEOPHAS et al., 2015). Entretanto, apesar do grande potencial para promover a aprendizagem, além do contexto escolar ao qual se deseja utilizar esse recurso, a metodologia e o planejamento necessitam de atenção. Adaptações contínuas referentes as estratégias empregadas são fundamentais, para que se avalie pouco a pouco as práticas adotadas e as limitações que podem ser superadas.

Nesse sentido, ao buscar a aprendizagem com mobilidade e a presença de novas tecnologias, podem surgir situações desconfortáveis em relação as mudanças ou a autonomia dos sujeitos no processo. Contudo esse tipo de desconforto pode ser positivo, se provocar reflexões que permitam uma melhor assimilação da ideia de como aprendemos, como aconselha Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011):

Aprender em processos de mobilidade e ubiquidade implica abrir-se às potencialidades que essas tecnologias oferecem. Envolve aguçar o senso de observação do entorno para perceber tais possibilidades, ser autônomo e autor do seu processo de aprender. Abrange ainda explorar, experimentar, relacionar, deixar-se provocar pelo meio, agindo e interagindo com ele, realizando aproximações e distanciamentos necessários para a significação. (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA, 2011, p. 6).

Mais uma vez lembramos aqui, que a utilização de recursos tecnológicos como forma ilustrativa para melhorar aulas enfadonhas nos interessa menos do que novas dinâmicas pedagógicas proporcionadas pelas TIC. Nesse sentido, os relatos (EICHLER; DEL PINO, 2000; SANTOS, WARTHA; FILHO, 2010; LEITE, 2011; CUNHA, 2012; CLEOPHAS; CAVALCANTI; LEÃO, 2016) mostram como softwares, jogos, aplicativos, simuladores entre outros disponíveis podem apresentar potencial para utilização em aulas de química. Em trabalho citado anteriormente, Rosa (2016) aponta a tecnologia como aliada da Química, ao favorecer o entendimento de conceitos e teorias mesmo com o caráter abstrato da área.

No entanto, quando se trata de eletroquímica, as investidas de abordagem com TIC são ainda modestas, como demonstrou Medeiros (2018) ao traçar um panorama geral dos trabalhos publicados no período de 2007 a 2017, nos encontros/revistas: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) e Revista Química Nova na Escola (QNEsc). Após identificar 96 produções acadêmicas no período e classificar de acordo com a estratégia utilizada para abordar o tema eletroquímica, identificou apenas seis trabalhos que utilizavam TIC como ferramenta facilitadora para compreensão de algum conceito.

Estes resultados, parecem reforçar impressões de Sabel e Lacerda (2016) após pesquisa sobre softwares educacionais. Foram identificados, classificados e analisados o cunho pedagógico de 16 diferentes softwares disponíveis no Portal do Professor e apontadas algumas razões para sua pouca utilização:

A utilização de softwares no ensino de Química é um advento contemporâneo e na maioria das vezes ignorada pelos professores, seja por carência de informação do material, dificuldade em trabalhar com as TIC, ausência de recursos de qualidade, desinteresse para o uso ou ainda uma opção teórica para o não uso (SABEL; LACERDA, 2016, p.9)



Nesta altura, mixando ideias e apontamentos, surge ao natural a questão: quais os motivos poderiam ser detectados para o uso inadequado ou a não utilização das TIC no ensino de Química? Apesar do interesse extremo em responder, a pressa em achar uma solução não parece a melhor alternativa, pois na ânsia de uma resposta rápida a formação do professor poderia ressoar como fator exclusivo. Mesmo sendo difícil admitir, para a complexidade da questão, mostra-se que a maior lucidez se encontra no caminho construído para ela e não num veredicto final.

### Formação de professores

A questão sobre como as tecnologias podem impactar a Educação, sobretudo a prática pedagógica, invocam a reflexão relativa à formação dos professores, tanto inicial como continuada. Em publicação recente, Bacich (2018, p.132) questiona: “para os estudantes de hoje, qual é o sentido da escola ou da universidade diante da facilidade de acesso à informação?” O questionamento provoca a reflexão que inevitavelmente leva-nos a uma desconfortável constatação – o professor na figura representativa da Escola – não é mais (ou nunca foi) o único detentor das informações. Essa incômoda indagação para os professores, certamente estimula o aperfeiçoamento.

No livro *Uma escola sem/com futuro: educação e multimídia*, Pretto (2013, p.127) afirma que “hoje, as mudanças que estão ocorrendo exigem uma nova postura da escola, preocupada em formar um profissional não profissionalizado, capaz de viver plenamente essa civilização da imagem e da informação”. Nesse sentido, Kenski (2012) também salienta para a importância de uma nova escola, disposta a aceitar o desafio da mudança e que atenda às necessidades de formação e treinamento em novas bases. Mesmo existindo previsões mais extremistas sobre o papel do professor, suas atribuições devem continuar sendo estratégicas, pois “quanto maior for a capacitação do professor para lidar com a inovação educativa, mais ele estará aberto às mudanças na sociedade” (BELLONI, 2003, p. 300)

Neste contexto, vem à tona a dificuldade dos professores em utilizarem a tecnologia a seu favor durante as aulas, conforme Leite (2015, p. 481), “a falta de conhecimento dos professores para o melhor uso pedagógico da tecnologia, seja ela nova ou velha, é um dos problemas recorrentes do uso dessas tecnologias”. Assim, essas dificuldades aparecem como ponto nevrálgico de formação, na medida em que fragilidades já diagnosticadas são regularmente mantidas por sólidos currículos que há algum tempo estão engessados. Inevitavelmente, o desejo de atingir a excelência no ensino, passa pelo debate e superação dessas deficiências profissionais mantidas na etapa de formação, tanto inicial como continuada.

Nesse ponto, ao tratar do processo de formação, cabe citar a importância da transição que ocorre durante a graduação. É nesse período que o estudante de química aumenta seu repertório, enriquece seus conhecimentos, aprende e reaprende ao mesmo tempo em que começa a forjar o professor dentro de si. Essa etapa é tão marcante que as experiências vividas e observadas podem definir uma ‘formatação profissional’ rígida ou maleável e adaptável a mudanças. Nesse sentido, cabe mencionar a necessidade de aperfeiçoar a aplicação das TIC



no Ensino Superior, uma vez que a viabilidade prática não deve ficar restrita a Educação Básica, conforme o apontamento cirúrgico:

é imprescindível que as TIC se efetivem nos currículos das licenciaturas, nos cursos de formação e nos grupos de pesquisa existentes nas universidades brasileiras, possibilitando aos pares pensar em diferentes metodologias que auxiliem os professores da Educação Básica e até mesmo do Ensino Superior a inserir as TIC no processo de ensino e aprendizagem (NUNES; GUERINO; STANZANI, 2014, p.115).

Considerando o uso frequente de tecnologias no dia-a-dia, tanto por estudantes como professores, parece não haver muitas dúvidas sobre a importância das TIC no processo de incorporação a realidade escolar. No entanto, “isso não significa que os professores estejam suficientemente convencidos de sua relevância para aprendizagem” (COSTA, 2013, p. 53). Por esse ângulo, é interessante citar o termo *tecnofobia*, apresentado por Leite (2015) como forma de descrever o medo da tecnologia moderna. O autor explica que a maioria dos tecnóforos até gostariam de desfrutar dos benefícios gerados pela tecnologia, mas simplesmente tem medo de abraçar a novidade.

Destacando assim, os desdobramentos do uso das TIC, de modo específico os recursos de *mobile learning* (aprendizagem móvel), são relativamente recentes. Estudos realizados (MORAN, 2001; SACCOL, 2011; CLEOPHAS, 2015; LEITE, 2015) evidenciam a preocupação desde como inseri-las no currículo de formação inicial e continuada de professores, bem como a forma de utilização dentro das salas de aula. Uma boa referência para os docentes sobre competências relacionadas as TIC é o Quadro Europeu para a Competência Digital de Educadores (DigComEdu) que expõe as 22 competências divididas em seis áreas: 1) envolvimento profissional; 2) recursos digitais; 3) ensino e aprendizagem; 4) avaliação; 5) capacitação dos aprendentes e 6) promoção da competência digital dos aprendentes.

O quadro proeminente, propicia aos professores a reflexão sobre práticas realizadas vinculadas as competências digitais e a autoavaliação referente ao nível de proficiência apresentada. Enquanto as competências apresentadas parecem fortalecer a hipótese levantada por Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017, p. 575) de que a “formação inicial é um dos mecanismos produtores de obstáculos no uso das TIC do licenciado, ou ainda, ela não oferece as condições necessárias para a superação de obstáculos já instalados”.

Outra iniciativa disponível para facilitar o trabalho de professores que ainda parece não ter alcançado a popularidade desejada, é a Plataforma<sup>2</sup> MEC de Recursos Educacionais Digitais (MECRED). Criada em 2015 com a proposta de reunir e disponibilizar em um único lugar os recursos educacionais digitais dos principais portais do Brasil, tem por objetivo melhorar a experiência de professoras e professores na busca por esse tipo de material. Conforme descrição da própria página na internet, a plataforma pretende se tornar uma referência pelo seu ambiente de busca, interação e colaboração em recursos educacionais digitais para docentes.

---

2 Disponível em: <<https://plataformaintegrada.mec.gov.br/home>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

RITECiMa, Foz do Iguaçu, v. 2, p. 15-44, jan./dez. 2022



Nesse mesmo caminho, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) merece também ampla divulgação, uma organização da sociedade civil, sem fins lucrativos que disponibiliza em seu endereço eletrônico<sup>3</sup> entre outros recursos, uma autoavaliação de competências digitais de professores. Dividida nas áreas: pedagógica; cidadania digital e desenvolvimento profissional, após responder uma série de perguntas o resultado mostra um perfil do docente em níveis de apropriação para cada área. Além disso, pode ser respondida a cada 6 meses permitindo ao professor acompanhar sua evolução profissional na apropriação de conhecimentos e no uso de tecnologias digitais.

Diante do exposto, parece não existir clareza quanto aos objetivos de longo prazo na implantação e desenvolvimento de programas ou projetos governamentais. Essencialmente os que buscam conectar tecnologias com a capacidade de professores compreender e avaliar suas potencialidades relativas à aprendizagem dos estudantes. Para Gómez (2002) a questão chave não é mais se são ou não desejáveis as novas tecnologias no campo educativo e comunicativo, mas sobre os modos específicos de incorporação da tecnologia nessa e em outras esferas. Esse destaque, traz o crédito de se debater com celeridade e replicar propostas aplicadas com êxito, bem como buscar validar tentativas aperfeiçoando as possibilidades reais dessa interação. Nesse sentido, cabe sublinhar a justificativa de trabalhos como este que aspiram contribuir como veículo de auxílio na formação e qualificação de professores à luz das TIC aplicadas a prática docente.

### **Eletroquímica, avaliação escolar e possibilidades com as TIC**

A eletroquímica como conteúdo curricular, em geral, é apresentada aos estudantes no segundo ano do ensino médio. De maneira bastante sucinta, poderia ser resumida como sendo o ramo da Química que “estuda reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e o uso da eletricidade para forçar reações químicas não-espontâneas acontecerem” (ATKINS, 2001, p. 603).

No entanto, não é incomum verificar dificuldades por parte dos discentes na sua compreensão e dos docentes no modo de ensinar, para De Jong e Treagust (2002) outro fator relevante é a pesquisa sobre o tema

O número de estudos empíricos das concepções dos alunos e das dificuldades de aprendizagem em eletroquímica é bastante limitado quando comparado com estudos sobre muitos outros tópicos de química. Estudos empíricos das concepções dos professores e das dificuldades de ensino em eletroquímica são ainda menos evidentes (DE JONG; TREAGUST, 2002, p.317, tradução nossa).

Sabe-se que apesar da temática estar presente no planejamento docente, em boa parte do ensino público ela não é utilizada. Justifica-se muito pelo tempo, ao priorizar outros tópicos, além da necessidade de se utilizar de conceitos abstratos, o que caracteriza muitas vezes como um conteúdo complexo de ser ensinado pelo professor e mais ainda de ser aprendido

---

3 Disponível em: < <https://cieb.net.br> > Acesso em: 03 nov. 2022.



pelo aluno. Conforme Niaz (2002), conceitos de eletroquímica foram estudados e considerados difíceis para os estudantes. Logo, é razoável admitir que antes do estudo do tema, alguns conteúdos introdutórios ou uma abordagem metodológica diferenciada facilitariam a compreensão. Usualmente os livros didáticos dividem o tema em reações de oxidação e redução para depois se abordar o tópico de células galvânicas e eletroquímicas (DE JONG; TREAGUST, 2002).

O registro de Lima (2004), chama a atenção ao verificar que os professores ensinam eletroquímica, mas apresentam dúvidas sobre conceitos fundamentais como de óxido-redução. Como estratégia para minimizar as dificuldades e contemplar o tema em sala de aula, acredita-se que a utilização de aparatos tecnológicos pode ser uma alternativa viável, em especial se considerar sua presença entre os estudantes.

De modo notável, os dispositivos móveis com alto poder tecnológico estão presentes em grande número na vida dos jovens. Conforme Pesquisa<sup>4</sup> Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras 2019, na região sul do Brasil, para escolas urbanas, 99% dos estudantes afirma ter acesso à internet e desses 97% utilizam como equipamentos para o acesso um telefone celular.

Dados mais recentes de 2021, sobre a presença de equipamentos TIC em domicílios brasileiros revelam, conforme figura 1, que a proporção dos telefones celulares (96%) já ocupa o primeiro lugar dos itens relatados juntamente com a televisão. Outro indicador interessante mostra que 99% das famílias com renda familiar maior que dois salários mínimos possuem aparelho celular, para a região Sul do Brasil a pesquisa ainda revela que 92% dos domicílios possuem acesso à internet por presença de rede *wifi*.

Percentual (%)		Televisão	Telefone celular
REGIÃO	Sudeste	97	96
	Nordeste	93	92
	Sul	96	96
	Norte	91	94
	Centro-Oeste	94	95

**Figura 1** – Tabela com dados de domicílios que possuem equipamento TIC

**Fonte:** CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2021.

4 NIC.BR. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2019.



Aparentemente soa como desatino evitar a todo custo propor atividades que explorem esse recurso (celular), seja por inépcia ou por um viés que não admite sua presença como meio facilitador no desenvolvimento do conhecimento científico, ancorado ainda em ideias restritivas e limitantes sobre a prática de ensino.

Como mencionado anteriormente, fatores como a carência na infraestrutura e acesso a tecnologias das escolas, a falta de capacitação no uso de TIC aplicados ao ensino e ainda o nível de conectividade dos alunos surgem com relevância quando o tema é discutido, nesse sentido documento do CETIC.br destaca:

Ainda que a cultura digital esteja praticamente disseminada em nossa sociedade, muitas escolas ainda não fazem uso das TIC ou não desenvolvem práticas consideradas mais inovadoras ou abertas, uma vez que o acesso não está disponível ou as condições das instituições não permitem, especialmente no que se refere à infraestrutura e à formação de professores (CETIC.br, 2016).

Vale ressaltar que ao promover o uso de objetos educacionais tecnológicos nas aulas não se trata de usá-los exclusiva e exaustivamente, pois a tecnologia pode não ser apropriada dependendo da realidade em que se está inserido, conforme alerta Leite (2015, p. 424) “nem tudo que é tecnologicamente viável e pertinente em termos educacionais é realizável em todos os contextos educacionais”. Em vista disso, o quadro 1 a seguir, adaptado de Nogueira, Goes e Fernandez (2017) complementa a visão proposta, na medida em que traça as principais dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem do conteúdo das reações redox em trabalhos publicados nos eventos RASBQ, ENPEC, EPPEQ e ENEQ entre os anos de 2000 a 2016.

**Quadro 1** – Dificuldades relacionadas ao ensino/aprendizagem de reações redox

Compreender a simultaneidade das reações redox	Aferir os produtos das reações redox.
Assimilar a transformação de energia química em energia elétrica	Calcular o número de oxidação das espécies envolvidas
Diferenciar pilha de eletrólise	Balancear as reações redox
Prever a reação química por meio da comparação dos potenciais de redução das espécies químicas	Reconhecer que no cátodo ocorre a redução e no ânodo a oxidação
Conceituar reações redox, eletrólise, radicais livres, Pilha de Daniell e antioxidantes	Detalhar os conceitos de atomística, em detrimento das reações redox
Compreender a ação antioxidante de alimentos	Estabelecer relações entre os conceitos redox
Assimilar as nomenclaturas, representações e simbologias químicas	Representação errônea da pilha de Daniell nos livros didáticos
Explicar a oxidação de um metal sem a presença de oxigênio, e como o processo de galvanização protege os metais	A concepção que os elétrons fluem através da ponte salina independentemente da espécie química correspondente

Assimilavam erroneamente que quanto maior o valor do potencial de redução, maior seria a tendência de o átomo perder elétrons, e que a espécie oxidante sofre oxidação	Natureza dos compostos iônicos e covalentes, eletronegatividade e polaridade, energia elétrica e térmica associada às transformações químicas
Falta de conexão entre os aspectos qualitativo e quantitativo	Inapropriação de conceito de íons e condutibilidade elétrica
Compreender a relação que existe entre os aspectos macroscópicos, microscópicos e simbólicos	Não compreendem o sinal positivo atribuído a quem perde e negativo a quem ganha elétrons
Reconhecer a influência da concentração das soluções no funcionamento das pilhas	Diferenciar o tamanho do cátion do átomo e empregar em seus argumentos a palavra elétron
Identificar os agentes oxidante e redutor	Transpor os conceitos redox para outros temas

Fonte: Adaptado de Nogueira, Goes, Fernandez (2017).

É nesse sentido que práticas pedagógicas que exploram demonstrações de fenômenos químicos com o uso de TIC apresentam grande potencial, especialmente quando atreladas a tentativa de entender as representações do conhecimento químico independente do seu nível. Ao definir um objetivo claro para uma atividade com os alunos, o professor pode dentro do tema eletroquímica, por exemplo, fazer o uso de simuladores on-line, pode trabalhar conceitos. Uma imagem que ilustra onde esse tipo de recurso é experimentado, mostrando o comportamento de íons e elétrons no dispositivo conhecido como Pilha de Daniell, é visto a seguir na figura 2.

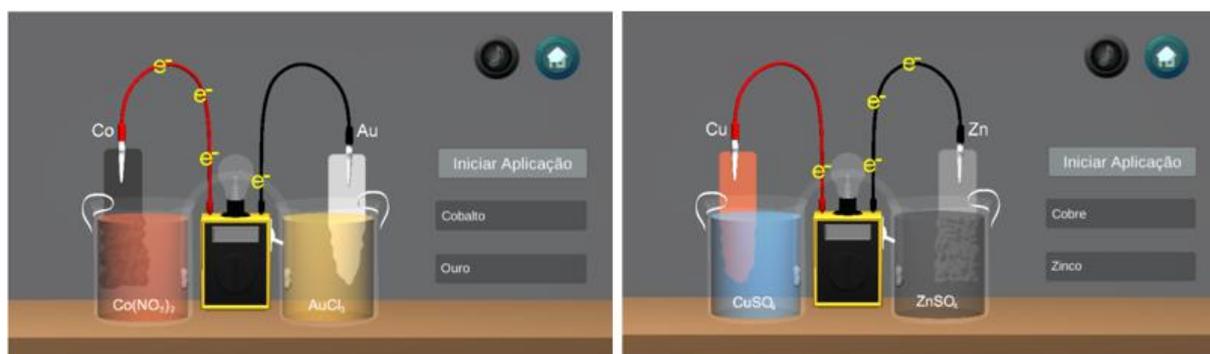


Figura 2 – Tela de um simulador on-line para a pilha de Daniell.

Fonte: Extraído de: <https://www.noas.com.br/ensino-medio/quimica/fisico-quimica/eletroquimica/pilha-de-daniell/>. Acesso em: 07 nov. de 2022.

Porém, cabe mais uma vez reforçar que o objetivo dessa prática não pode ser restrito a disponibilizar um jogo ou uma animação para os alunos que passarão minutos frente a uma tela, clicando em botões aleatórios sem qualquer instrução prévia. Nota-se assim a atenção especial que a linguagem e a apresentação utilizada merecem. Como exemplo, vê-se o

exposto por Lima (2004) que durante aplicação de curso sobre o tema eletroquímica e atividades experimentais observou que a maioria dos professores desenvolvem o conteúdo de forma tradicional seguindo uma sequência padrão dos livros didáticos, não sendo percebido nenhuma abordagem que pudesse gerar um conhecimento significativo.

Constata-se de maneira preponderante, que a realidade escolar ao tratar das avaliações, é massivamente rígida e condicionada a atribuição de notas, mediante a demonstração de algum esforço do aluno que represente seu domínio sobre um conteúdo. Desse modo, nem sempre é possível considerar uma evolução processual contínua, capaz de identificar progresso na aprendizagem dos estudantes. Entre os alunos, inclusive, não é incomum diagnosticar como uma das principais preocupações a obtenção de boas notas relegando o conhecimento ou ainda o domínio pleno de conteúdos.

Mudanças no ensino com a presença de tecnologias, são possíveis, conforme Moran (2001) existe a expectativa que integremos as tecnologias novas e as já conhecidas com metodologias de trabalho oral, escrito e audiovisual. Em relação ao equilíbrio entre ensino presencial e virtual, a definição de hipertexto, considerada como “uma ferramenta de narrativa e linguagem digital que interliga em uma mesma rede diferentes blocos de conteúdo (texto, imagens, vídeos, áudios e infográficos), denominada de narrativa hipertextual (NH)” (MONTEIRO; LOPES; RODRIGUES, 2017, p.3) parece propicia aqui. Nesse sentido, é possível também aliar a percepção de multimodalidade proposta por Sgarbosa,

Na multimodalidade, sob uma perspectiva sociocultural, a interação entre agentes e ferramentas culturais culmina na comunicação usando diferentes modos, portanto, consideramos que essa perspectiva é coerente com a interpretação multimodal da linguagem (SGARBOSA, 2018, p. 19).

Matias e Soares (2014) ao analisar avaliações com itens multimodais, fomentam a discussão sobre a elaboração de algumas questões, quando competências e habilidades que poderiam ser desenvolvidas por alunos na resolução de questão não são tão aproveitadas, pois os professores tem muitas vezes o propósito avaliativo falho, que não induz o discente a hipotetizar, questionar ou posicionar-se em relação ao assunto tratado, sendo perceptível uma única intenção: “a de atribuir uma nota ao aluno” (MATIAS; SOARES, 2014, p. 8). Em outra passagem, Sgarbosa (2018) traz:

No cenário da multimodalidade e com o papel dos meios digitais nas interações que têm ocorrido em sala de aula, uma maneira de investigar a incorporação dos múltiplos modos na produção de significados que ocorre na interação entre alunos e professores é, além de analisar a própria interação no momento em que ela ocorre, debruçar-se sobre o processo de planejamento (SGARBOSA, 2018, p. 19).

Em trabalho recente sobre avaliações digitais multimodais Fjørtoft (2020, p. 11 tradução nossa)<sup>5</sup> ressalta sua importância como complemento “para fornecer uma imagem ampla e

---

5 “... complement conventional assessment practices to provide a broad and meaningful picture of student learning, and how this picture relates to the ways in which young people collaborate and represent themselves and their learning through digital means”.



significativa da aprendizagem do aluno e como essa imagem se relaciona com as maneiras pelas quais os jovens colaboram e representam a si mesmos e sua aprendizagem por meio digital”. Assim desenha-se um horizonte de possibilidades ao relacionar essa abordagem avaliativa às competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) para o Ensino Médio, de modo estreito com a terceira:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017, p. 539)

Vale lembrar que ao total, contabilizam-se 26 habilidades a serem mobilizadas para o desenvolvimento das três competências da área CNT. Cabe destacar, que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC<sup>6</sup>) - último documento normativo nacional - teve sua implantação no Ensino Médio iniciada neste ano de 2022 na maioria dos estados brasileiros, trazendo além da proposta do desenvolvimento das competências específicas das áreas, outras dez competências gerais para toda a Educação Básica.

### Níveis de compreensão do conhecimento químico

Por definição, a Química é ciência que estuda a estrutura das substâncias, correlacionando-a com as propriedades macroscópicas, e investiga as transformações destas substâncias (FERREIRA, 2001). Assim, supõe-se inúmeras possibilidades de estudos englobadas, e consequentemente pode-se admitir que aprender química não é tarefa das mais fáceis, ainda mais se considerarmos a imprescindível imaginação para ‘visualizar’ esquemas, representações e acontecimentos em escala diminuta. De modo equivalente, ensinar Química também não é incumbência simples, o professor essencialmente necessita mediar o conhecimento químico explorando fenômenos ou desenvolvendo explicações que favoreçam os alunos a ampliar suas interpretações sobre o mundo. Nesse sentido, Roseli Schnetzler destaca a importância da atividade do professor de Química, considerando que em nossa prática

Invocamos átomos, íons, moléculas, partículas que interagem e que estão em movimento, contrariando o modo estático e contínuo dos alunos conceberem os materiais e suas transformações. Este modo de “ver” contra-intuitivo que caracteriza o pensamento químico torna-se, então, uma tarefa crucial do professor de Química (SCHNETZLER, 2010, p. 152).

Johnstone (1982) é reconhecido como um dos primeiros a propor um modelo para explicar o conhecimento químico, no trabalho “*Macro and micro-chemistry*” o entendimento da química poderia ser dividido em três diferentes níveis representacionais: macroscópico (fenomenológico), submicroscópico (modelos explicativos) e simbólico (representacional).

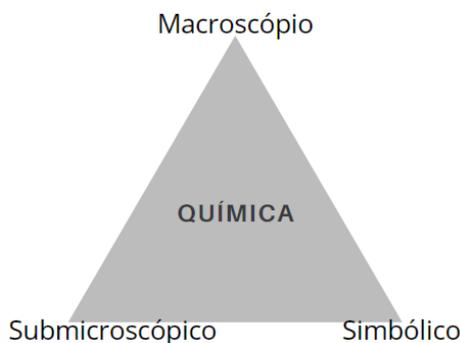
---

6 Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em: 09 abr. 2020.

RITECiMa, Foz do Iguaçu, v. 2, p. 15-44, jan./dez. 2022



Aperfeiçoando seu trabalho Johnstone (2000), propõe um segundo modelo relacionado a natureza da Química, representada num triângulo (Figura 3) onde um vértice é complementar ao outro. As divisões propostas são (a) macro e tangíveis: o que pode ser visto, tocado e cheirado; (b) o submicroscópico: átomos, moléculas, íons e estruturas; e (c) o representacional: símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulação matemática e gráficos.



**Figura 3** – Componentes da nova química  
**Fonte:** Adaptado de Johnstone (1993, 2000)

Entendida em três níveis de pensamento, teríamos a química do que podemos cheirar, tocar e ver. A representativa, com símbolos e equações, que tentamos atribuir ao que acontece e a tentativa de entender o que observamos desenvolvendo ideias sobre coisas que não conseguimos enxergar como os átomos e moléculas.

Assim, uma transformação química poderia ser explicada por qualquer nível presente em um dos vértices, tornando-se mais completa ao conseguir englobar os três níveis. O autor menciona que para a melhor compreensão da química é necessário passar pelo nível submicroscópico, no qual interpretamos o comportamento molecular e usamos alguma forma de representação para registrar isso. Na mesma publicação, Johnstone (2000) apresenta o desafio de tentar ensinar a parte fundamental para o entendimento do assunto (nível submicroscópico) e a dificuldade dos alunos em aprender justamente neste nível.

Dessa maneira, o trabalho publicado nos leva a considerar que é possível um professor experiente percorrer os três níveis ao abordar um assunto, mas o aluno, talvez, não conseguiria manipular da mesma forma enquanto aprende. Além disso, “quando o aluno tenta armazenar esse sanduíche de três camadas de informações, é improvável que ele encontre pontos de ligação úteis ou utilizáveis na memória de longo prazo” (JOHNSTONE, 2000, p. 11, tradução nossa). Nesse sentido, é possível ver afinidade também com o texto de Schnetzler (2010), quando relata a responsabilidade do professor durante sua atividade de organização e seleção dos temas de estudo buscar aproximá-los de assuntos do cotidiano humano, pois “o conhecimento químico mantém estreitas relações com a vida cotidiana, cujas aplicações e implicações sociais, tecnológicas, econômicas e ambientais precisam ser discutidas em sala de aula” (SCHNETZLER, 2010, p. 153).

Assim, embora construir o conhecimento químico não seja repentino, o uso de recursos tecnológicos aliado a boas práticas pode contribuir para diminuir a dificuldade de aprendizagem dos alunos relacionada a linguagem utilizada pelo professor. Particularmente se considerarmos o conteúdo de eletroquímica, onde professores priorizam o nível representacional muitas vezes por influência da apresentação disposta no livro didático. Entretanto sem o contínuo questionamento e adaptação das práticas, parece não haver razão em enaltecer bons recursos materiais.

Acerca da influência dos níveis representacionais do conhecimento químico apoiados no triângulo de Johnstone, durante os anos, vê-se outros trabalhos que corroboraram sua relevância no que se refere a formas de abordagens de ensino de química. Cabe trazer à tona uma pequena seleção (Quadro 2) com um resumo de visões sobressalentes que foram inspiradas ou derivam, em certa medida, de sua proposta e possibilitam ampliar a discussão sobre o tema.

**Quadro 2** – Síntese de modelos com a representação do conhecimento químico

Autor	Ano	Modelo Proposto	Principais Características
Johnstone	1982	Níveis representacionais do conhecimento químico dividido em vértices de um triângulo.	Conhecimento químico dividido em níveis representacionais: macroscópico, microscópico e representacional.
Mortimer, Machado e Romaneli	2000	Triângulo com interrelações entre objetos e focos de interesse da química.	Considera aspectos do conhecimento químico como fenomenológico, teórico e representacional. Em relação a seleção de conteúdos trabalhados no currículo do Ensino Médio, definem grandes temas como: propriedades, constituição e transformações. Estes temas formam vértices de um triângulo que tem em seu centro o foco de interesse da química como substâncias e materiais.
Mahaffy	2004	Tetraedro formado a partir do triângulo de Johnstone com adoção da dimensão do elemento humano.	Enfatiza a importância de fatores econômicos, históricos, políticos, sociais, ambientais na compreensão de conceitos químicos.
Kermen e Méheut	2009	Tetraedro formado a partir do vértice macroscópico do triângulo de Johnstone com adoção da dimensão de um nível empírico.	Considera que experimentos de fenômenos químicos podem ser explicados com linguagem técnica com conceitos e simbologia adequada mas também podem ser descritos a partir de aspectos visuais como mudança de cor, formação de cristais sólidos, entre outros.

Fonte: acervo da pesquisa (2020).

## Metodologia

A pesquisa de natureza qualitativa do tipo participante teve os dados constituídos por meio de questionários respondidos, atividades avaliativas multimodais realizadas pelos alunos, diário de bordo e observação do professor. Para Yin (2016), a pesquisa qualitativa não deve ser definida de maneira muito sucinta, o que pode excluir alguma disciplina, tampouco ser muito abrangente o que a tornaria inútil por ser demasiadamente



global. Com efeito, acredita-se na importância de uma interpretação pessoal durante o desenvolvimento do estudo, pois “as interpretações da pesquisa qualitativa destacam os valores e as experiências humanas” (STAKE, 2011, p. 47).

Assim, a observação - o olhar do pesquisador - apresenta uma série de vantagens sendo utilizada como principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Um dos benefícios da observação é a interpretação de dados que não constam em questionários, como por exemplo, visualização de explicações associadas a comportamentos. Visto que “o observador acompanha *in loco* as experiências diárias dos sujeitos, pode apreender a sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 26).

Em relação aos questionários, justifica-se sua utilização como evidência para o estudo, de modo especial, por suas vantagens apontadas por Gil (2008), como atingir grande número de pessoas, anonimato das respostas e a possibilidade de responder no momento mais conveniente. Para análise de como a proposta contribuiu para a compreensão dos conceitos de Eletroquímica pelos estudantes, foram usados os níveis representacionais propostos por Johnstone (2000), identificados a partir da amálgama criada com a utilização de TIC nos trabalhos avaliativos multimodais realizados pelos estudantes, bem como a reflexão sobre a viabilidade da presença de recursos tecnológicos.

Ao utilizar essa técnica para composição dos dados, busca-se também evitar a abordagem, muitas vezes típica, mencionada por Schnetzler (2002) ao escrever sobre a importância de o professor atuar como pesquisador de sua prática docente, onde “muitas dessas pesquisas, o professor é considerado apenas como objeto de investigação por parte de professores universitários” (SCHNETZLER, 2002, p. 15).

### Delimitações da pesquisa

O trabalho contou com a participação de 26 estudantes (09 do sexo feminino e 17 do sexo masculino) com faixa etária entre 15 e 18 anos tendo como conteúdo principal o estudo do tema Eletroquímica e desenvolvido em uma turma de segundo ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Senador Manoel Alencar Guimarães, localizado na cidade de Curitiba-PR, durante o 3º trimestre escolar, nos meses de outubro e novembro de 2019. Em vista disso, vale destacar as características dos grupos exploratórios, uma das modalidades do grupo focal, que seguem na direção de geração de hipóteses, na identificação de aspectos comuns do grupo e que “tem como alvo a produção de novas idéias, [sic] a identificação das necessidades e expectativas e a descoberta de outros usos para um produto específico” (GONDIM, 2002, p. 152).

Desse modo, a unidade didática aplicada foi composta por oito etapas sendo elas: i) leitura de artigo científico; ii) apresentação oral e síntese do artigo; iii) pesquisa nos meios didáticos; iv) criação de nuvem de palavras; v) aula expositiva; vi) registro fotográfico; vii) mapa mental e infográfico; e viii) avaliações com questões. O quadro 3 a seguir, mostra algumas informações de modo sintetizado sobre cada etapa.



Em relação aos códigos das habilidades da BNCC que se repetem na tabela, lembra-se que estas devem ser desenvolvidas pelos três componentes curriculares da área de CNT durante o Ensino Médio. Em outras palavras, significa dizer que o desenvolvimento de uma habilidade mobiliza vários conhecimentos e dificilmente em uma única aula a habilidade será alcançada completamente.

**Quadro 3 – Etapas do trabalho**

Etapa	Habilidade BNCC explorada	Nível representacional do conhecimento químico	Recurso TIC	Dados
01 – Leitura de artigo científico	EM13CNT301 EM13CNT303	Submicroscópico e simbólico.	Smartphone ou computador para navegação na internet.	Questionário inicial.
02 – Apresentação oral e síntese do artigo	EM13CNT203 EM13CNT302 EM13CNT303	Macroscópico e submicroscópico	Smartphone para leitura do artigo e gravação de vídeo.	Observação.
03 – Pesquisa nos meios didáticos	EM13CNT101 EM13CNT308	Simbólico.	Smartphone para pesquisa na internet.	Observação.
04 – Criação de nuvem de palavras	EM13CNT301 EM13CNT302 EM13CNT303	Submicroscópico e simbólico.	Smartphone com aplicativo Word Art Generator e Instagram.	Análise das imagens produzidas.
05 – Aula expositiva	EM13CNT106	Submicroscópico e simbólico.	Não utilizado.	Observação.
06 – Registro fotográfico	EM13CNT207	Macroscópico.	Smartphone para fotografar e Google Sala de Aula	Análise de fotografias.
07 – Mapa mental e infográfico	EM13CNT302	Combinação dos três níveis (macroscópico, submicroscópico e simbólico).	Aplicativos: Canva, Coggle ou similares para elaboração da atividade.	Análise dos trabalhos produzidos.
08 – Avaliações com questões	EM13CNT107	Simbólico.	Formulários Google e folha impressa.	Respostas do questionário.

Fonte: acervo da pesquisa (2020).

## Resultados e discussão

A seguir serão apresentadas as atividades e objetivos propostos para cada aula, bem como os destaques da análise do pesquisador. Para o desenvolvimento do trabalho foi planejado a realização da maioria das atividades em pares, sendo a aula inicial usada para a definição da dupla de trabalho entre os alunos.

### *Etapa 1 - Leitura de artigo científico*

Ancorada na competência da BNCC para Ciências da Natureza que contempla investigar situações-problema avaliando aplicações e implicações no mundo do conhecimento científico e tecnológico. Esta atividade, explorava a habilidade relacionada a interpretação de textos de



divulgação científica que tratam de temáticas das Ciências da Natureza, a partir de dados disponíveis em diferentes mídias, sendo apresentados em tabelas, equações ou gráficos.

Após a seleção, realizada pelo professor, de 20 artigos científicos relacionados ao tema eletroquímica da Revista Química Nova na Escola (QNEsc), foi disponibilizado aos alunos uma lista com as palavras-chave que deveriam ser inseridas no campo de busca do *site*. Realizada a busca, caberia a dupla fazer o *download* do arquivo em formato pdf para a leitura e posterior apresentação oral. No quadro 4 são exibidas as palavras para a pesquisa e o link do artigo correspondente.

**Quadro 4**– Seleção dos artigos científicos

Palavras para busca no <i>site</i> QNEsc e link do arquivo em formato pdf
A eletricidade e a Química - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc12/v12a08.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc12/v12a08.pdf</a>
Bicentenário da Pilha - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a08.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a08.pdf</a>
Células a combustível - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc15/v15a06.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc15/v15a06.pdf</a>
Conceito de oxidação - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc20/v20a08.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc20/v20a08.pdf</a>
Oxidação enzimática - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc22/a10.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc22/a10.pdf</a>
Escurecimento e limpeza de objetos - <a href="http://bit.ly/objetos9">http://bit.ly/objetos9</a>
Corrosão: exemplo de fenômeno Químico - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc19/a04.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc19/a04.pdf</a>
Jeans aspectos científicos - <a href="http://bit.ly/Jeans07">http://bit.ly/Jeans07</a>
Construção de célula eletrolítica - <a href="http://bit.ly/Constretq">http://bit.ly/Constretq</a>
Hálito culpado - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc05/quimsoc.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc05/quimsoc.pdf</a>
Pilhas e bateria funcionamento - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf</a>
Limpando moedas - <a href="http://bit.ly/moedasL">http://bit.ly/moedasL</a>
Oxidação de metais - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc18/A12.PDF">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc18/A12.PDF</a>
Potencial de eletrodo - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc17/a12.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc17/a12.pdf</a>
Pilhas de Cu/Mg - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a09.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a09.pdf</a>
Experimento envolvendo oxido redução - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc23/a12.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc23/a12.pdf</a>
Corrosão e cinética - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc22/a06.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc22/a06.pdf</a>
Corrosão de metais - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc26/v26a12.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc26/v26a12.pdf</a>
Constante de Avogadro - <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc03/exper.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc03/exper.pdf</a>
Ciclos globais e a atmosfera - <a href="http://bit.ly/ciclosDP">http://bit.ly/ciclosDP</a>

**Fonte:** acervo da pesquisa (2020).

Ao final, os alunos foram orientados sobre a elaboração de uma síntese para ser entregue na aula seguinte. Para auxiliar nesta elaboração, foi disponibilizado uma folha impressa com algumas orientações, sendo uma lauda com informações sobre os principais passos para elaborar uma síntese enquanto a outra apontava alguns elementos importantes que ajudariam na construção da síntese. Desse modo, os estudantes tiveram como atividade assíncrona, para auxiliar no trabalho agendado para a próxima aula, a leitura integral do artigo, preenchimento da ficha com a identificação de algumas informações pontuais sobre o texto e elaboração da síntese do artigo científico escolhido.

### *Etapa 2 – Apresentação oral e síntese do artigo*



Passado o prazo de uma semana, esta aula foi organizada para receber a síntese, que poderia ser entregue como arquivo digital ou de modo físico na aula presencial. Este também foi o momento reservado para as apresentações em dupla do artigo lido, a proposta da aula pretendia estimular o trabalho colaborativo e auxiliar no desenvolvimento da habilidade em comunicar para diferentes públicos resultados de pesquisas/experimentos, promovendo ou participando de debates em torno de temas científicos/tecnológicos com relevância sociocultural e ambiental, listada dentro da competência três para Ciências da Natureza na BNCC.

Sabendo do incômodo por maior parte dos alunos no que se refere a atividades de exposição oral, as carteiras e cadeiras da sala foram organizadas em formato circular facilitando a dinâmica da apresentação, pois com esta configuração havia a possibilidade de diminuir o desconforto, comum ao falar numa posição centralizada de destaque diante de toda a turma. Assim, todos sentados no mesmo nível, permitiria também consultar a ficha com as informações registradas sobre a síntese.

Entretanto, poucos alunos entregaram a síntese no prazo estipulado. Ao alterar o prazo e aceitar a entrega até a semana da etapa final, viu-se, que a prorrogação do prazo não se converteu na materialização do trabalho. Destaca-se como ponto desfavorável, portanto, a etapa envolvendo a síntese, tendo vista que não atingiu seu objetivo. Contudo, o trabalho proposto se encaixa numa metodologia ativa de ensino híbrida como sala de aula invertida, onde se promove a autonomia dos estudantes pela busca de informações e conhecimento ampliando o espaço de aprendizagem. Assim novas oportunidades de aplicação e adequações merecem ser consideradas.

Diante do exposto, o insucesso pode ser atribuído a dificuldade da produção escrita, característica de um déficit educacional nessa área e/ou ainda a pouca prática nesse tipo de atividade. Acredita-se que um bom modo para melhorar esta realidade é incentivando cada vez mais a escrita em vários formatos, e neste caso em específico, a etapa de leitura e produção da síntese talvez fosse melhor aproveitada nas aulas seguintes.

### *Etapa 3 – Pesquisa nos meios didáticos*

A orientação aos alunos nesta etapa foi no sentido de realizar uma pesquisa registrando as informações no caderno com conceitos e definições a respeito das palavras chaves e termos identificados no artigo lido. Cabe mencionar que se tratava de uma atividade colaborativa, visto que a pesquisa sendo realizada em dupla permitiu a troca de ideias e a validação de informações durante o trabalho. Mesmo dessa forma, a organização do conteúdo pesquisado foi feita por cada estudante de modo mais conveniente para seu posterior estudo e consulta ao caderno. Mesmo com os livros didáticos disponíveis, destaca-se que a maioria dos alunos optou por realizar a pesquisa por meio do aparelho celular, sabendo que o colégio não disponibiliza acesso de internet por rede wifi.

Foi recomendado com caráter de complementação da pesquisa conceitual a busca pelos termos: reação de oxidação e redução, pilha comum e recarregável, pilha de Daniell e ponte salina. Assim independente da temática do artigo selecionado no momento inicial, o tópico



pilhas, considerado um dos principais dentro da eletroquímica, seria visto por todos da turma. É relevante frisar que se tratou de uma proposta para abordagem do conteúdo eletroquímica em apenas oito aulas, assim não foi exigido dos estudantes neste momento a busca por conhecimentos relativos a células eletrolíticas.

### Etapa 4 – Criação de nuvem de palavras

Concluída a pesquisa dos termos no caderno, foi proposto aos alunos utilizar o aplicativo “Word Art Generator”, baixado previamente, para construir um gráfico/figura no estilo nuvem de palavras. Vale ressaltar, que o foco não era a utilização do aplicativo especificamente, mas seu uso para construir uma imagem que represente, organize e acomode as palavras importantes do tópico em estudo. Procura-se, assim, evoluir no processo de integração da tecnologia com as atividades curriculares proposta pelo professor. Valente (2013) menciona as tecnologias como ferramentas cognitivas para expandir o horizonte intelectual. Em outras palavras, não se busca focar o trabalho num ou outro aplicativo e sim na resolução de um problema capaz de ser solucionado por ele. Dessa forma, os estudantes elencaram os termos mais relevantes para seu grupo de trabalho, como pode ser visto no compilado de alguns exemplos mostrado na figura 4, nota-se também a inclusão de elementos não textuais na representação de algumas nuvens de palavras.



Figura 4 – Exemplos de nuvens de palavra.

Fonte: acervo da pesquisa (2020).



## Etapa 5 – Aula expositiva

Buscou-se nesta aula discutir os conceitos de oxidação e redução, apresentar a todos a representação de semi-reações, reação global, potencial padrão de redução e cálculo de diferença de potencial de uma pilha. Com o objetivo de minimizar dúvidas conceituais e facilitar a compreensão de aspectos simbólicos do conhecimento químico, optou-se por trabalhar com uma aula expositiva, forma a qual os estudantes estão habituados, apesar de suas limitações. Na tentativa de uma aproximação com a realidade de objetos macroscópicos a aula foi iniciada abordando a origem do conceito pilha ao citar o experimento proposto por Alessandro Volta, disponível para visitação no *Tempio Voltiano* na cidade italiana de Como (Figura 5).



**Figura 5** – Pilha desenvolvida em 1799 por Alessandro Volta.

**Fonte:** Wikipedia: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VoltaBattery.JPG>.

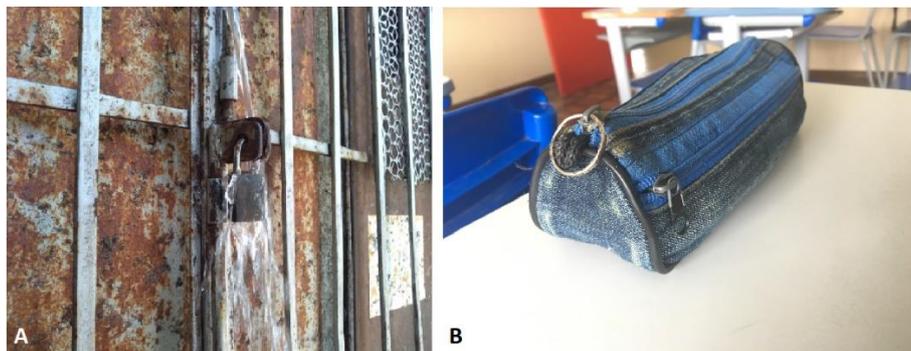
Considera-se a leitura dos símbolos das semi-reações e a interpretação dos valores como o conhecimento próprio da linguagem química. Deste modo, nesta aula, priorizou-se o conhecimento representacional, envolvendo espontaneidade de reações químicas, exemplos com cálculos de diferenç  de potencial, estimativa teórica de valores possíveis de potencial para uma pilha, além de exercício de análise de semi-reações e reação global.

## Etapa 6 – Registro fotográfico.

Passada as etapas de leitura, síntese, registro de palavras chaves, pesquisa de conceitos, antes de finalizar o trabalho restava o registro fotográfico com o olhar dos alunos sobre o tema de

estudo do artigo. Com esta atividade esperava-se identificar como seria a representação macroscópica de conceitos químicos adquiridos, especialmente, após os estudos realizados nas últimas aulas. Vincula-se aqui também a habilidade da BNCC de comunicar por diferentes linguagens, mídias e TIC análises e pesquisas.

Cabe aqui mencionar a afinidade dessa proposta com estudo publicado por Cleophas e Cunha (2020) que propõe o uso da Fotografia Científica Observatória (FoCO) como ferramenta auxiliar no desenvolvimento de atividades de ensino por investigação que contribuem para ampliar a forma de ler o mundo cientificamente. Conforme as autoras, essa ferramenta didática “tem o intuito de registrar, amadoramente, situações do cotidiano, investigativa ou de uma atividade experimental, atrelados às ciências naturais” (CLEOPHAS; BORIN, 2020, p. 355), sendo a imagem registrada capaz de expressar entendimentos científicos sobre o fenômeno de estudo. A seguir, são apresentadas duas imagens registradas pelos alunos nas dependências do colégio foto (A) representando o artigo sobre corrosão de metais e foto (B) o artigo sobre aspectos científicos do jeans (Figura 6).



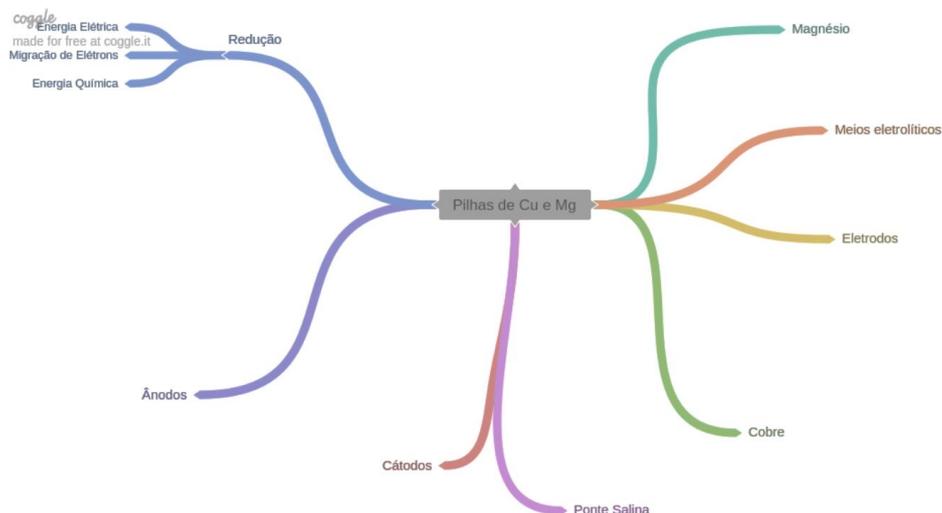
**Figura 6**– Foto autoral representando o artigo lido.

**Fonte:** acervo da pesquisa (2020).

Percebe-se que enquanto a dupla de estudantes criadores da imagem A, procurou agregar elementos (jogando água sobre o cadeado do portão), para fazer o registro fotográfico fortalecendo um conceito ou ideia, a dupla da imagem B encontrou um objeto jeans na sala para remeter ao tema do seu artigo. Admitir de modo simplista, que a dupla B não compreendeu conceitos importantes sobre o artigo devido a sua imagem apresentada, não seria razoável. Tampouco, que a dupla A tenha compreendido em sua totalidade as informações do trabalho científico estudado. Não podemos considerar que não ocorreu aprendizagem, mas sim, ainda que os estudantes tenham assimilado em níveis diferentes, no momento de criarem suas representações macroscópicas, (fotografia) possam ter mostrado dificuldades em expressar artisticamente seu real entendimento.

*Etapa 7 - Mapa mental e infográfico.*

Nesta etapa, se encerrava o prazo para entrega de um mapa conceitual ou infográfico que englobasse os principais tópicos estudados durante todas as etapas. Para criação do mapa mental foi sugerido a utilização do aplicativo *Coggle*, sendo possível acessar também pelo computador através do endereço eletrônico<sup>7</sup>. A exigência de conexão com a internet, no entanto, limita as possibilidades deste instrumento em sala de aula, por este motivo a atividade deveria ser realizada preferencialmente em casa de modo assíncrono. Como alternativa para o trabalho em formato de infográfico, foi sugerido o Canva<sup>8</sup>. Neste *site*, existem muitos modelos prontos com *layout* diferentes a serem escolhidos que permitem sua edição com bastante facilidade pelo computador. A possibilidade de edição também existe, com alguma limitação, pelo celular ao instalar o aplicativo de mesmo nome. Na figura 7 temos um exemplo de mapa mental realizado por meio do *Coggle*.



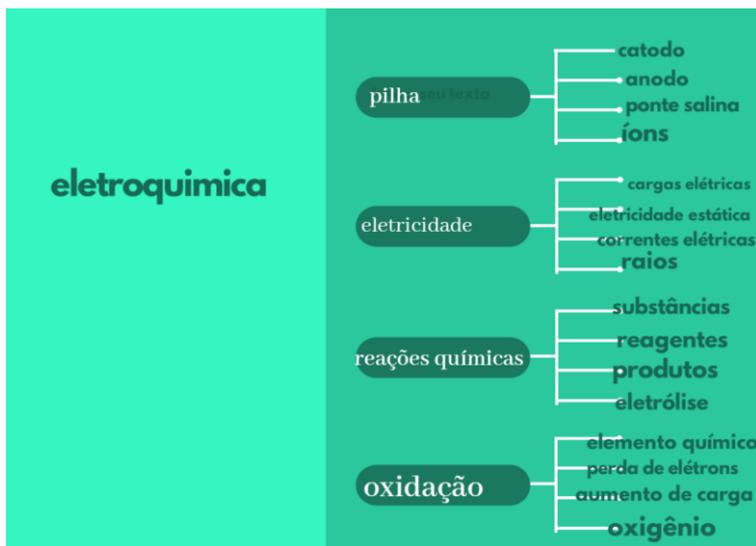
**Figura 7** – Mapa mental, uso do recurso *Coggle*.  
**Fonte:** acervo da pesquisa (2020).

Contudo, alguns problemas foram identificados em relação a construção do mapa mental e o entendimento do que um infográfico representa. Talvez por não ser o tipo de atividade com as quais estão habituados, o professor, certamente, deveria dedicar maior atenção inicial para esclarecer como usar a ferramenta digital e qual o sentido da elaboração de um infográfico ou mapa conceitual. Outro fator aparente foi o cansaço para a conclusão do trabalho encadeado em tantas etapas, mesmo prorrogando o tempo para a conclusão do mesmo não foram todos os alunos que entregaram a atividade. A seguir na figura 8 vemos um trabalho construído a partir de modelos já existentes na plataforma do Canva.

7 Disponível em: <<https://coggle.it/>> Acesso em: 30 out. 2022.

8 Disponível em: <[https://www.canva.com/pt\\_br](https://www.canva.com/pt_br)> Acesso em: 30 out. 2022.





**Figura 8** – Infográfico construído no Canva.

**Fonte:** acervo da pesquisa (2020).

### Etapa 8 - Avaliações com questões.

O objetivo desta aula era avaliar como seria o aproveitamento dos alunos na resolução de uma avaliação com questões descritivas e objetivas. a aplicação do instrumento formal de avaliação com questões descritivas e objetivas no valor de 3,5 pontos, atendendo ao regimento interno do colégio, sobre eletroquímica (pilha, reação de oxidação e redução, diferença de potencial). Após todas as etapas do trabalho, a avaliação aplicada seguiu a estrutura tradicional com questões diversificadas, estilo de instrumento avaliativo que os alunos já estão habituados. Nesta etapa se esperava verificar se a proposta adotada para o tema eletroquímica traria resultados (em termos quantitativos) diferentes ou similares dos obtidos com aulas tradicionais.

Após correção das avaliações a maioria dos alunos cerca de 72% (n = 22) conseguiu diferenciar o tipo de reação que ocorre no cátodo e no ânodo de uma pilha. Aproximadamente 60% (n = 18) dos alunos mostraram conseguir interpretar semi-reações de redução e seu potencial padrão de redução para efetuar cálculo de diferença de potencial para uma pilha. Para a questão sobre a função da ponte salina numa pilha algumas respostas, apesar de diferentes em suas palavras, indicam ideias similares em termos de conceito e entendimento, conforme transcritas no Quadro 5 abaixo.

**Quadro 5**– Respostas sobre ponte salina

Algumas respostas obtidas
<i>“Transferir os elétrons de um lado para outro”</i>
<i>“Equilíbrio entre os dois”</i>
<i>“Equilibrar as reações”</i>
<i>“migrar os íons de uma solução para outra fazendo com que os íons permaneçam em equilíbrio”</i>

**Fonte:** acervo da pesquisa (2020).



Mesmo com a falta de disponibilidade de internet sem fio para uso em atividades pedagógicas, a realização de trabalhos com os alunos que incorporam algum tipo de aparato tecnológico no desenvolvimento da aprendizagem foi notável. Em relação ao empenho dos estudantes na realização das atividades, a proximidade com o final do ano letivo, pode ser um fator a considerar, pois, a possibilidade de o estudante já ter atingido a média mínima necessária para aprovação na disciplina pode ter configurado um relaxamento natural ao desenvolver as últimas tarefas.

Notou-se, que a viabilidade da utilização de tecnologias num ambiente escolar perpassa por obstáculos nem sempre percebidos num olhar inicial. Dellors (2010) em relatório para Unesco da Comissão Internacional sobre Educação no século XXI, destaca que os pilares que sustentam a educação ao longo da vida são: *aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser*. Creditando a estes pilares a orientação para as mudanças educacionais e novas políticas pedagógicas. A incorporação real a prática laboral, no entanto, não apenas como recurso para aulas tradicionais, parece ser possível mesmo com condições de infraestrutura e capacitação adversas. A máxima de que 'não existe receita' sempre retorna, ainda mais quando se nota que a atividade do professor engloba muitas competências que vão além de conhecimento técnico.

### Considerações finais

Considerando um cenário de ensino público onde as TIC são subaproveitadas, a repetição na utilização de trabalhos pedagógicos diferentes dos tradicionais com os estudantes, podem influenciar a aderência definitiva de novas práticas que impulsionam a aprendizagem efetiva e o letramento digital. Entende-se que o desconforto associado a uma abordagem diferente do habitual reserva dificuldades, entretanto com algum empenho e habilidade adversidades podem ser minimizadas e mescladas a alegria da realização.

Diante dos resultados obtidos é possível considerar que a proposta de integração das TIC ao ensino de eletroquímica oportunizou os alunos o desenvolvimento de conhecimentos básicos sobre o tema. Entende-se que a execução de trabalhos similares a este por um período maior, com mais aulas disponíveis, a familiarização de aplicativos e recursos tecnológicos tende a aumentar, bem como a confiança para ensinar e aprender com esses aparatos, tanto por parte do docente como dos estudantes.

Assim, de modo semelhante a outras atividades cotidianas, a tecnologia pode ser integrada definitivamente ao contexto escolar. Exemplifica-se com a situação de compras num supermercado de grandes cidades. Em geral, as pessoas não chegam ao estabelecimento com o objetivo de colocar seu cartão de pagamento em uma máquina e interagir com ela, tampouco se deslocam da sua casa exclusivamente para passar o código de barras dos produtos em um leitor e escutar o seu 'bip' repetidas vezes. O uso desse tipo de ferramenta tecnológica já foi incorporado e fazem parte do contexto, sendo um meio para concluir a compra de mercadorias.



Acredita-se que a viabilidade da integração das TIC ao ensino de química passa fundamentalmente pela ação do professor, que em ato contínuo busca superar todas as dificuldades inerentes a disciplina e a realidade escolar. Essa integração não ocorre por determinações externa, não é repentina, ela se concretiza pouco a pouco na medida em que se configura o processo de tentativa, erro, adaptação e aprimoramento constante de novas práticas. Parece clara a aproximação de quanto maior o sentimento de segurança em relação ao domínio de funcionalidades dos recursos tecnológicos, maior a possibilidade de o profissional de ensino implementar dinâmicas diferentes das tradicionais.

Em nossa proposta, originada da temática eletroquímica, estabeleceu-se uma amálgama com o uso de TIC visando observar os níveis representacionais de compreensão do conhecimento químico macroscópico, submicroscópico e simbólico idealizado por Johnstone (1982) a partir dos trabalhos realizados pelos alunos em atividades avaliativas multimodais. Dessa maneira, considera-se a unidade didática praticável, por diferir da quase incontornável abordagem tradicional de aulas exclusivamente expositivas, que costumam privilegiar de sobremaneira representações e símbolos. Pode sobretudo, ser aplicada em sua plenitude ou de modo adaptado a outros contextos escolares, recriando e reformulando etapas.

Os instrumentos avaliativos escolhidos buscaram não limitar a criatividade dos estudantes, assim não existiu um gabarito único para as respostas apresentadas. As atividades envolveram as modalidades de leitura, escrita, apresentação oral, trabalho colaborativo em dupla, além de estimular o desenvolvimento das competências estabelecidas na BNCC, tais como a autonomia na pesquisa por informações em diferentes meios, a criatividade e comunicação para o registro fotográfico, a cultura digital no envolvimento com recursos digitais na elaboração do infográfico e mapa mental.

Os resultados dos trabalhos executados, permitiram a partir da unidade didática sobre eletroquímica, analisar em maior ou menor grau de complexidade a produção dos estudantes sob à luz dos níveis do representacionais do conhecimento químico de Johnstone na compreensão de alguns tópicos estudados no conteúdo de eletroquímica. O que leva a acreditar que a adoção das TIC não prejudicou a aprendizagem dos alunos, ao invés disso, promoveu uma postura mais ativa dos estudantes durante as aulas. No entanto, é necessário a ponderação para não acreditar que as TIC possam ser a solução mágica para os problemas da educação.

As dificuldades encontradas na aplicação das TIC no processo de ensino e aprendizagem nos remetem a questionamentos que servem de estímulo para aprender e reaprender a trabalhar desta forma. Entre as adversidades identificadas lista-se a aceitação do uso do aparelho celular em sala, a dinâmica de aula diferente da tradicional com a qual os estudantes já estão habituados, a elaboração e formatação de atividade avaliativa que atenda aos requisitos determinados pelo regimento do colégio, além da renúncia de alguns alunos por motivos idiossincráticos.

Com efeito, acredita-se que os resultados apresentados podem contribuir com a elaboração de mais práticas vinculadas ao uso de TIC, avalia-se ainda que com maior disseminação desse tipo de abordagem será possível corroborar sua importância no desenvolvimento e aperfeiçoamento profissional do professor. Considerando que a mediação desse processo



exigiu uma postura diferente da predominante, gerando certa ruptura com vínculos e padrões bem estabelecidos.

### Referências bibliográficas

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química, questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Trad. Ignez Caracelli et AL. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Penso. Edição do Kindle, 2018.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Tecnologias no Ensino de Química: Uma Avaliação Neurocientífica para os Processos de Ensino e Aprendizagem. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2016.

BELLONI, M. L. A televisão como ferramenta pedagógica na formação de professores. **Educação e pesquisa**, v. 29, n. 2, p. 287-301, 2003.

BRASIL, Ministério da Educação. **ProInfo - Apresentação**. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília (DF): Ministério da Educação, 2017.

CETIC. BR Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação. **Marco Referencial Metodológico para a Medição do Acesso e Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Educação**. São Paulo, 2016.

CLEOPHAS, M. G. et al. M-learning e suas Múltiplas Facetas no contexto educacional: Uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, 2015.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; LEÃO, M. B. C. As TICs e o seu Potencial Lúdico. **Revista Tecnologias na Educação, Ano**, v. 7, 2015.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; LEÃO, M. B. C. As Tecnologias Móveis no Processo de Ensino e Aprendizagem da Química. **Revista Tecnologias na Educação – Ano 8 - Número 14 – Julho 2016**.

CLEOPHAS, M. G. CUNHA, M. B. Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2020.

COSTA, F. A. O potencial transformador das TIC e a formação de professores e educadores. In: **Cenários de inovação para a educação na sociedade digital** / Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida, Paulo Dias, Bento Duarte da Silva, (organizadores). São Paulo: Edições Loyola, 2013.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.



DE JONG, O.; TREAGUST, D. The teaching and learning of electrochemistry. In: **Chemical education: Towards research-based practice**. Springer, Dordrecht, 2002. p. 317-337.

DELLORS, J. et al. Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI (destaques). 2010.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Carbópolis, um software para educação química. **Química Nova na Escola**. Educação em Química e Multimídia, nº11 (2000).

FERREIRA, A. B. de H. **O minidicionário da língua portuguesa ESCOLAR**. Mini Aurélio. Século XXI, 5ª ed., Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FJØRTOFT, H. Multimodal digital classroom assessments. **Computers & Education**, p. 103892, 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÓMEZ, G. O. Comunicação, educação e novas tecnologias: tríade do século XXI. **Comunicação & Educação**, n. 23, p. 57-70, 2002.

GONDIM, S. M. G. **Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos**. Paidéia (Ribeirão Preto), v. 12, n. 24, p. 149-161, 2002.

JACON, L. S. C.; MELLO, I. C.; OLIVEIRA, A. C. G. Aprendizagem com Mobilidade no ensino de conhecimentos químicos: Reflexões de uma pesquisa realizada com professores em formação inicial. **Revista Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais EDaPECI**, v.14, n.1, p.235-248, 2014.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**, p. 64-377, 1982.

JOHNSTONE, A. H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education** n. 70, p. 701-704. 1993.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

KENSKI, V. M. Educação e tecnologias. **São Paulo: Papirus**, 2012.

KERMEN, I.; MÉHEUT, M. Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, n. 1, p. 24-34, 2009.

LEDESMA, F. Mobile learning: Proibir ou integrar. **PROFFORMA**, nº 09, 2013.

LEITE, B. S. **Uso das tecnologias para o ensino das ciências: a Web 2.0 como ferramenta de aprendizagem**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação-Mestrado em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.



LEITE, B. S. M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 03, p. 55, 2014.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: Teoria e Prática na Formação Docente**. Editora Appris. Edição do Kindle, 2015.

LÉVY, P. Cibercultura. trad. Carlos Irineu da Costa. **São Paulo: Editora 34**, 1999.

LIMA, V. A. **Atividades experimentais no ensino médio-Reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, v. 5, n. 31, 1986.

MAHAFFY, P. The future shape of chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 229-245, 2004.

MATIAS, A. F.; SOARES, C. P. G. **Aspectos didáticos em avaliações com itens multimodais**. XVII Encontro Nacional de Prática de Ensino – ENDIPE, 2014.

MEDEIROS, J. S. S. **Proposta de UEPS abordando conceitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da eletroquímica**. 2018. Dissertação de Mestrado. Brasil.

MONTEIRO, J. C. da S.; LOPES, A. P. de S.; RODRIGUES, S. F. N. Mapeamento histórico do hipertexto: da origem à utilização no processo ensino-aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação** – Ano 9 – Número/Vol.22 – Edição Temática VI–II Simpósio Nacional de Tecnologias Digitais na Educação (II-SNTDE). UFMA. 2017.

MORAIS, S. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: elaboração de roteiros de estudos em “salas sem paredes”. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora. Porto Alegre, 2018.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A.; **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 3ª ed. Campinas/SP: Editora Papirus (coleção Papirus Educação), 2001.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova** 23, no. 2 (2000): 273-283.

NIAZ, M. Facilitating conceptual change in students' understanding of electrochemistry. In: **International Journal Science Educaticon**. v. 24, n. 4, p. 425-39, 2002.

NOGUEIRA, K. S. C.; GOES, L. F. de; FERNANDEZ, C. As limitações de ensino-aprendizagem associadas ao conteúdo redox nos eventos brasileiros. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 4197-4202, 2017.



NUNES, M. O.; GUERINO, M. de F.; STANZANI, E. de L. O uso das TICs na formação continuada: iniciativas e experiências presentes na produção acadêmica brasileira. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 65, n. 1, p. 111-126, 2014.

PRETTO, N. de L. **Uma escola sem/com futuro**: educação e multimídia. Edufba, 2013.

ROSA, M. P. A. **As tecnologias digitais e o ensino de química: o caso do Programa de Desenvolvimento Profissional para Professores**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

SABEL, M. F. de S.; LACERDA, N. O. S. **Softwares educacionais disponíveis no Portal do Professor – Análise técnica e pedagógica a luz da educação CTS**. XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, jul. 2016.

SACCOL, A. et al. **M-learning e u-learning**: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. São Paulo: Perarson, v. 30, 2011.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; SILVA FILHO, J. C. **Softwares educativos livres para o Ensino de Química**: Análise e Categorização. ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, v. 15, 2010.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de química. **Química Nova na escola**, v. 16, p. 15-20, 2002.

SCHNETZLER, R. P. Em **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente**; Cunha, A. M. de O. Autêntica: Belo Horizonte, 2010, cap. 6.

SCHUHMACHER, V. R. N.; ALVES FILHO, J. P.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017.

SGARBOSA, É. C. **A comunicação multimodal e o planejamento de ensino na formação inicial de professores de química**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa**: estudando como as coisas funcionam. (Karla Reis Trad.). Porto Alegre: Penso Editora, 2011.

UNESCO. Padrões de competência em TIC para professores. **Diretrizes de implementação**, 2009.

VALENTE, J. A. As tecnologias e as verdadeiras inovações na educação. In: **Cenários de inovação para a educação na sociedade digital** / Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida, Paulo Dias, Bento Duarte da Silva, (organizadores). São Paulo: Edições Loyola, 2013.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

