

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENAN CESCO DE JESUS

PROPOSTA DO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
(TIC) NO PROCESSO AVALIATIVO SOBRE A COMPREENSÃO DOS CONCEITOS
DE ELETROQUÍMICA

CURITIBA

2020

RENAN CESCO DE JESUS

PROPOSTA DO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
(TIC) NO PROCESSO AVALIATIVO SOBRE A COMPREENSÃO DOS CONCEITOS
DE ELETROQUÍMICA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Química (PROFQUI), Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Massao Matsumoto

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

J58p

Jesus, Renan Cesco de

Proposta do uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no processo avaliativo sobre a compreensão dos conceitos de eletroquímica [recurso eletrônico] / Renan Cesco de Jesus. – Curitiba, 2020.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química, 2020.

Orientador: Flávio Massao Matsumoto

1. Tecnologias de informação e comunicação. 2. Informática na educação. 3. Química – Estudo e ensino. 4. Eletroquímica. I. Universidade Federal do Paraná. II. Matsumoto, Flávio Massao. III. Título.

CDD: 004.071

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894

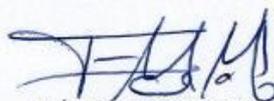
TERMO DE APROVAÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de RENAN CESCO DE JESUS intitulada: PROPOSTA DO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO PROCESSO AVALIATIVO SOBRE A COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA, sob orientação do Prof. Dr. FLÁVIO MASSAO MATSUMOTO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 21 de Dezembro de 2020.



FLÁVIO MASSAO MATSUMOTO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



MARIA DAS GRAÇAS CLEOPHAS PORTO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO AMERICANA)



EVERTON BEDIN

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Aos professores.

Aos amigos.

À família.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

E o que há algum tempo era jovem e novo

Hoje é antigo

E precisamos todos, todos rejuvenescer.

(Belchior)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo 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, e também para o ensino de química. 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. 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. Como produto educacional foi elaborada, uma unidade didática com sugestões e estratégias para abordar o tema eletroquímica no Ensino Médio tendo as TIC como fio condutor no processo avaliativo.

Palavras-chave: TIC. Eletroquímica. Ensino de química. Níveis do conhecimento químico.

ABSTRACT

The present study aimed 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, much expectation was placed on the advances and benefits that technology could bring to education in general, and also to the teaching of chemistry. However, despite efforts to effectively adopt ICT, pedagogical practices and the classroom do not figure as the predominant reality. Accordingly, this work sought to relate the levels of learning 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. Considering a public education scenario where ICTs are underutilized, the repetition in the use of pedagogical works different from the traditional ones with students, can influence the definitive adherence of new practices that drive effective learning and digital literacy. As an educational product, a didactic unit was developed with suggestions and strategies to address the electrochemical theme in high school, with ICT as the guiding thread in the evaluation process.

Keywords: ICT. Electrochemistry. Chemistry teaching. Levels of chemical knowledge.

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| BNCC | - Base Nacional Comum Curricular |
| BIOE | - Banco Internacional de Objetos Educacionais |
| CESMAG | - Colégio Estadual Manoel Alencar Guimarães |
| Cetic | - Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação |
| CIEB | - Centro de Inovação para a Educação Brasileira |
| CONSED | - Conselho Nacional de Secretários de Educação |
| DCN | - Diretrizes Curriculares Nacionais |
| DigComEdu | - Digital Competence Framework for Educators |
| EM | - Ensino Médio |
| ENEM | - Exame Nacional do Ensino Médio |
| ENEQ | - Encontro Nacional do Ensino de Química |
| ENPEC | - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências |
| GSA | - Google Sala de Aula |
| MCTIC | - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações |
| MEC | - Ministério da Educação |
| MECRED | - Plataforma MEC de Recursos Educacionais Digitais |
| PDF | - Portable Document Format |
| PIEC | - Programa de Inovação Educação Conectada |
| PISA | - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes |
| PROFQUI | - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional |
| Proinfo | - Programa Nacional de Tecnologia Educacional |
| QNEsc | - Química Nova na Escola |
| QPM | - Quadro Próprio do Magistério |
| RASBQ | - Reunião Anual Sociedade Brasileira de Química |
| REA | - Recursos Educacionais Abertos |
| SEED | - Secretaria Estadual de Educação |
| SESI-PR | - Serviço Social da Indústria |
| TIC | - Tecnologias de Informação e Comunicação |
| UFPR | - Universidade Federal do Paraná |
| UNDIME | - União Nacional dos Dirigentes de Educação |
| UNIOESTE | - Universidade Estadual do Oeste do Paraná |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 - COMPETÊNCIAS DIGITAIS DigCompEdu | 32 |
| FIGURA 2 - COMPONENTES DA NOVA QUÍMICA | 40 |
| FIGURA 3 - TELA DE UM SIMULADOR ON-LINE PARA A PILHA DE DANIELL | 42 |
| FIGURA 4 - FOCOS DE INTERESSE DA QUÍMICA | 43 |
| FIGURA 5 - ADIÇÃO DE NOVA DIMENSÃO AO TRIÂNGULO PLANAR..... | 43 |
| FIGURA 6 - TETRAEDRO CONECTANDO NÍVEL EMPÍRICO AO SIMBÓLICO | 44 |
| FIGURA 7 - MURAL DA TURMA NO GOOGLE SALA DE AULA | 57 |
| FIGURA 8 - PLANILHA COMPARTILHADA PARA DEFINIÇÃO DOS ARTIGOS..... | 64 |
| FIGURA 9 - FOLHA DE ORIENTAÇÕES SOBRE A ATIVIDADE | 65 |
| FIGURA 10 - PUBLICAÇÕES DE NUUVENS DE PALAVRAS..... | 70 |
| FIGURA 11 - PILHA DESENVOLVIDA EM 1799 POR ALESSANDRO VOLTA | 71 |
| FIGURA 12 - FOTO AUTORAL REPRESENTAÇÃO DO ARTIGO | 73 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 1 - RESPOSTAS SOBRE A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL | 60 |
| GRÁFICO 2 - FONTE DE INFORMAÇÃO PARA PESQUISA DE CONCEITOS | 69 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1 - DESTAQUE DE TECNOLOGIAS NA BNCC | 37 |
| QUADRO 2 - SÍNTESE DE MODELOS COM A REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO | 47 |
| QUADRO 3 - SÍNTESE DAS ETAPAS DO TRABALHO | 51 |
| QUADRO 4 - UNIDADE DIDÁTICA SOBRE ELETROQUÍMICA..... | 52 |
| QUADRO 5 - DOMICÍLIOS QUE POSSUEM EQUIPAMENTO TIC..... | 55 |
| QUADRO 6 - PRINCIPAIS DIFICULDADES RELACIONADAS AO ENSINO/APRENDIZAGEM DE REAÇÕES REDOX..... | 56 |
| QUADRO 7 - ARTIGOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS PARA A PESQUISA | 61 |
| QUADRO 8 - RESPOSTAS DE ESCOLHA PARA PESQUISA..... | 69 |
| QUADRO 9 - RESPOSTAS SOBRE PONTE SALINA | 75 |
| QUADRO 10 - RESUMO SOBRE AS ATIVIDADES DAS AULAS | 77 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 APRESENTAÇÃO | 14 |
| 1.1 BREVE HISTÓRICO PROFISSIONAL | 14 |
| 1.2 ALQUIMIA, QUÍMICA, ELETROQUÍMICA | 15 |
| 1.3 INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 PANORAMA DO USO DAS TIC NO ENSINO DE CIÊNCIAS | 22 |
| 2.1 M-LEARNING NO ENSINO DE QUÍMICA | 25 |
| 2.2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES | 29 |
| 2.3 AVALIAÇÃO ESCOLAR E MULTIMODALIDADE | 34 |
| 3 NÍVEIS DE COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO | 39 |
| 4 METODOLOGIA DA PESQUISA | 48 |
| 4.1 DELIMITAÇÕES E CONTEXTO DA PESQUISA | 52 |
| 5 POSSIBILIDADES DO USO DAS TIC PARA O PROCESSO AVALIATIVO DA APRENDIZAGEM DE ELETROQUÍMICA | 54 |
| 5.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS AULAS | 57 |
| 5.1.1 AULA INICIAL - Apresentação | 59 |
| 5.1.2 AULA 2 – Escolha do artigo e definição da dupla | 60 |
| 5.1.3 AULA 3 e 4 – Apresentação oral do artigo | 65 |
| 5.1.4 AULA 5 – Pesquisa de conceitos | 68 |
| 5.1.5 AULA 6 – Minimizando dúvidas | 70 |
| 5.1.6 AULA 7 – Registro fotográfico | 71 |
| 5.1.7 AULA 8 – Avaliação com questões | 74 |
| 5.1.8 PERSPECTIVAS E LIMITAÇÕES | 75 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 79 |
| REFERÊNCIAS | 82 |
| ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL | 89 |
| ANEXO 2 – FICHA PARA ELABORAÇÃO DA SÍNTESE | 91 |
| ANEXO 3 – SUGESTÃO DE ETAPAS PARA ELABORAR A SÍNTESE | 92 |
| ANEXO 4 – AVALIAÇÃO | 93 |
| ANEXO 5 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS (BNCC) | 94 |
| ANEXO 6 – IMAGENS ETAPA 4 | 95 |
| ANEXO 7 – FOTOGRAFIAS ETAPA 5 | 97 |

| | |
|--|------------|
| ANEXO 8 – MAPAS E INFOGRÁFICO ETAPA 8 | 98 |
| ANEXO 9 – COMPOSIÇÃO DO CÓDIGO ALFANUMÉRICO DA BNCC | 101 |
| ANEXO 10 – TERMO DE CONCORDÂNCIA EM PARTICIPAÇÃO | 102 |

1 APRESENTAÇÃO

1.1 BREVE HISTÓRICO PROFISSIONAL

Minha atuação profissional na Rede Pública de Ensino começou em 2006, ano que assumi por meio de concurso público a função (já extinta) de Assistente de Execução com 40 horas de carga horária semanal, onde era responsável pelo laboratório de Ciências do Colégio Estadual Jardim Europa, localizado na cidade de Toledo, região oeste do Paraná. Dentre as atribuições da função cabia testar e preparar aulas experimentais para professores de Biologia, Física e Química, acompanhar e auxiliar o desenvolvimento de aulas práticas além de zelar pela manutenção dos equipamentos e materiais disponíveis no laboratório.

Após seis anos desta função e outras desenvolvidas também no Colégio Agrícola Estadual de Toledo em período concomitante com a graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) iniciei minhas atividades profissionais como docente em instituições de ensino privadas tais como, Colégio Vicentino Imaculado Coração de Maria – Rede de Educação Vicentina, Sesi-PR unidade de Toledo entre outros.

Em fevereiro de 2015, assumi concurso público na cidade de Cascavel e passei a integrar o Quadro Próprio do Magistério (QPM) da Secretária de Estado de Educação do Paraná (SEED) cumprindo carga horária de 20 horas semanais no cargo de professor. Durante um período de dois anos atuei como docente da disciplina de Química em três escolas diferentes, sendo o Colégio Estadual Santos Dumont, Colégio Estadual Wilson Joffre e o Centro Estadual de Educação Profissional Pedro Boaretto Neto até mudar para a capital do estado.

No ano de 2017, já em Curitiba, desenvolvi meu trabalho novamente em três escolas distintas: Colégio Estadual Bento Munhoz da Rocha Neto, Colégio Estadual Guarda Mirim e Colégio Estadual Senador Manoel Alencar Guimarães (CESMAG). Neste último, atuei no ano de 2018 com 8 turmas (carga horária mínima obrigatória). Nesse mesmo ano, iniciei os estudos na Universidade Federal do Paraná (UFPR) no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQui), criando assim uma expectativa de manter o trabalho e desenvolver o projeto da pesquisa no ano seguinte. Contudo, no ano de 2019, houve uma realocação das turmas e de colégios o que me proporcionou, novamente, atuar em três escolas

diferentes: Colégio Estadual São Braz, Colégio Estadual Professor Olavo del Claro e CESMAG (com apenas uma turma).

De toda forma, a afinidade nas rotinas de trabalho, familiaridade com as normas e regulamento da instituição, bem como com o modo de atuação da equipe pedagógica e a direção do colégio foram determinantes para manter a escolha na aplicação e desenvolvimento da pesquisa.

1.2 ALQUIMIA, QUÍMICA, ELETROQUÍMICA

Ao longo da história do conhecimento químico, os trabalhos do inglês Robert Boyle¹ (1627-1691) e Antoine Laurent de Lavoisier² (1743-1794) são considerados como os mais relevantes na tentativa de definir um marco histórico para a Química como Ciência. No entanto, antes disso em continentes diferentes da Europa, a prática da alquimia como uma espécie precursora da química já se desenvolvia.

Mesmo existindo dúvidas sobre como classificar o que foi a alquimia (chinesa, indiana, grega, árabe, entre outras) destacam-se suas experimentações e misticismos, muito em razão da busca pela imortalidade a partir do elixir da longa vida e da pedra filosofal que visava a transformação de metais menos nobres em ouro.

Importante lembrar, que ao mencionar a alquimia aqui, não se pretende restringi-la a esse propósito, tampouco se pretende descaracterizá-la por suas concepções filosóficas de vida, mas sim garantir sua importância histórica como 'ciência mística' principalmente no desenvolvimento de experimentos investigativos atrelados a observações minuciosas.

Nesse sentido, Chassot (1995, p. 21) nos lembra que “se fizermos recuar a história às origens do conhecimento químico, vamos encontrar em tempos imemoriais, nas mais diferentes civilizações, um grande número de tecnologias químicas”. Com esse contexto, destaca-se como personagem Abu Musa Jābir ibn Hayyan³ (721-815) conhecido como o pai da química árabe, a quem se atribui mais de mil obras. Entre elas, algumas relacionadas a tentativa de isolar a essência de uma substância por meio da destilação fracionada, técnica que também era usada para testar e purificar

¹ O Químico Cético (*The Sceptical Chymist*) - 1661

² Tratado Elementar de Química (*Traité élémentaire de chemie*) -1789

³ Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Abu-Musa-Jabir-ibn-Hayyan>> Acesso em: 20 out. 2020.

metais na combinação desses com o sal amoníaco, permitindo observar diferenças de solubilidade e volatilidade.

Além da invenção de diversos equipamentos de laboratório, também é atribuído a Jābir o aprimoramento da destilação com alambiques. Acredita-se que, ao destilar vários sais juntos com ácido sulfúrico tenha isolado o ácido clorídrico, o ácido nítrico e descoberto a água régia pela combinação dos ácidos.

A sistemática usada por Jābir para análise das substâncias é considerada como uma das motivações para Geber⁴ traduzir para o latim alguns de seus trabalhos. Outra influência deixada por ambos alquimistas, repercutida até alguns trabalhos de Boyle, é a estratégia de ocultação literária ou dispersão do conhecimento. Essa prática consistia em separar um texto ou discurso em partes de modo que não fosse possível fazer uma leitura sequencial.

No Brasil, já no século XVIII, a partir de trabalhos relacionados a química prática João Manso Pereira (1750-1820) teve considerada relevância local por algum tempo. Diferente dos estudiosos europeus da época, ele não cursou formalmente nenhuma universidade, longe disso, de modo autodidata estudou latim, grego, hebraico e “mesmo sem curso superior ou passagem pelo reino, vivendo sempre no Brasil, procurava inteirar-se o melhor possível do desenvolvimento da ciência e das técnicas químicas contemporâneas” (FILGUEIRAS, 1993, p. 155), tendo inclusive livros publicados⁵ em Lisboa. Duas de suas obras de 1800 destacam-se, de maneira especial por mencionar a preocupação de obter artificialmente o nitrato de potássio ou salitre, pois, era sabido que esse sal consistia no componente fundamental para a produção da pólvora.

Segundo relato de Filgueiras (1993), o processo para obtenção do nitrato de potássio se dava a partir da coleta da urina e a oxidação lenta da ureia a ácido nítrico. Em seguida ocorria a adição de carbonato de potássio obtido pela cinza de plantas, assim, após a filtração da mistura e evaporação da solução resultante o sólido obtido sofreria recristalização para formar o salitre.

Outra figura de relevância histórica relacionada a política do Brasil e com menor frequência, mas com grande importância, citado na mineralogia e química é

⁴ Alquimista espanhol que escreveu “A Soma da Perfeição ou o Magistério Perfeito” (*Summa perfectionis magisterii*) um dos livros mais famosos sobre o assunto na Idade Média.

⁵ Disponível em: <<http://www.ghtc.usp.br/server/Lusodat/pes/00/pes00446.htm>> acesso em: 20 out. 2020.

José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838). Sua principal contribuição está relacionada a descoberta do elemento Lítio. Após uma viagem de estudos por países europeus, publicou em francês, alemão e inglês seu relato sobre a descoberta de doze⁶ novos minerais, no ano de 1800.

No entanto, sabemos hoje, que o seu trabalho com as descrições físicas e químicas tratava de oito variações de minerais já conhecidos e quatro inéditos, entre esses a *petalita*. Em dissertação sobre a vida de José Bonifácio, Patrocínio (2015 p.59) comenta que “diversos pesquisadores começaram a estudar a *petalita* e o *espodumênio*, e baseando-se na caracterização dos minerais realizada por Andrada e Silva...” dezoito anos depois durante análise no laboratório de Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) detectou-se a presença do Lítio.

Nessa perspectiva, percebe-se argumentos para muitas vezes a Química ser chamada de ciência central, justamente por conectar outras ciências como Física, Geologia e Biologia. A Química, de maneira sintética, pode ser definida como “a ciência da matéria e das mudanças que ela sofre” (ATKINS, 2001, p. 33), sendo assim é possível explorar com olhar químico qualquer material que tenha massa e ocupe lugar no espaço.

Dentro da disciplina de química, a divisão entre orgânica e inorgânica, de certo modo primitiva, costuma ser considerada a mais simples para contemplar e dividir os conteúdos possíveis de estudo, categorizando-os de modo específico por uma determinada sequência lógica.

Evidentemente a natureza não se regula por leis ou teorias definidas por cientistas, ao contrário, é a tentativa de parametrizar comportamentos a partir de observações e apoiado nisso, que se estabelece novas hipóteses que podem ser respeitadas em maior ou menor grau pela natureza. Mas não se pode afirmar, por exemplo, que na molécula de dióxido de carbono (CO₂) a proporção de um átomo de carbono e dois átomos de oxigênio só passou a ser respeitada e existir após o formalismo da Lei das Proporções Constantes de Proust⁷.

Ainda que o conhecimento químico perpassa por várias áreas e se funde a outras, quando se trata de ensinar e aprender Química, majoritariamente sua

⁶ Variações de minerais conhecidos: *acanticônio*, *salita*, *cocolita*, *ictioftalmo*, *afrizita*, *vernerita*, *alocroíta* e *indicolita*. Novos minerais: *espodumênio*, *petalita*, *criolita* e *escapolita*.

⁷ Pesquisa sobre o azul da Prússia, publicado em 1794 por Joseph-Louis Proust no Journal de Physique.

classificação em categorias e subdivisões estruturam boa parte dos conteúdos a serem estudados. Desse modo, é comum encontrar o tópico de eletroquímica enquadrado como parte da química inorgânica ou ainda como item de estudo da físico-química.

De maneira geral, a eletroquímica engloba especialmente as reações químicas de oxidação e redução e sua interação com a eletricidade, tanto em reações espontâneas que produzem eletricidade, quanto o uso da eletricidade para forçar uma reação química não-espontânea ocorrer. Essas reações ocorrem com algumas características comuns, como perda e ganho de elétrons por um átomo, molécula ou íon e variação no número de oxidação.

Dentro da eletroquímica, possivelmente o termo mais familiar usado no cotidiano seja bateria, seja para celulares, computadores ou carros. Ela é um exemplo do que se denomina célula eletroquímica, descrita como “um dispositivo no qual corrente – um fluxo de elétrons através de um circuito – é produzida por uma reação química espontânea” (ATKINS, 2001, p. 607). Mas a eletroquímica não se restringe a isso, neste tópico, destacam-se ainda assuntos como corrosão, metais de sacrifício, eletrólise, anodização, processo de galvanização entre outros.

1.3 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 Kenski (2012), Moran (2015), Bacich (2018) mostra que estes, concordam que não há fórmula mágica, mas admitem 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, considerados “nativos digitais”⁸ de acordo com Palfrey e Gasser (2011).

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. 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.

Nesse contexto, cabe citar o conceito de letramento digital que Buzato (2007, p.168) define como “redes complexas de letramentos (práticas sociais) que se apóiam [sic], se entrelaçam, se contestam e se modificam mútua e continuamente por meio, em virtude e/ou por influência das TIC”. Destaca-se que esta modificação constante, citada pelo autor, restringe de algum modo o letramento a

⁸ Nascidos na era digital (após 1980), que tenham acesso às tecnologias digitais da rede e grandes habilidades e conhecimentos de computação. Possuem cultura global comum relacionada à interação com a tecnologia, com informação e com outras pessoas.

certa janela temporal ou contexto específico. Nesse sentido, mesmo não havendo unanimidade na definição, o conceito de letramento digital, está condicionado a uma determinada época.

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. É neste contexto, que esta pesquisa pretende explorar o uso de ferramentas digitais aplicadas em uma unidade didática sobre Eletroquímica, de modo especial nas atividades avaliativas estruturadas durante sete encontros em uma turma de segundo ano do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino do Paraná.

Desse modo, com a utilização de dispositivos móveis, pretende-se aliar a prática docente, o que nesse projeto se converte em uma investigação da evolução dos alunos na compreensão da química, verificando como a inserção de ferramentas digitais em partes das etapas do processo avaliativo pode privilegiar habilidades dos estudantes.

Ao final, a pesquisa pretende encontrar elementos que auxiliem a responder à questão sobre: qual a viabilidade de uma unidade didática utilizando as TIC quando aplicadas no processo de ensino e aprendizagem no conteúdo específico de eletroquímica em uma escola pública? Como objetivos específicos para auxiliar a responder o problema de pesquisa, elencamos:

1) Desenvolver e aplicar uma unidade didática sobre Eletroquímica utilizando recursos tecnológicos digitais no processo avaliativo em uma turma de 2º Ano do Ensino Médio;

2) A partir dos níveis representacionais do conhecimento químico de Johnstone (2000) verificar o nível de compreensão dos conceitos de Eletroquímica pelos estudantes utilizando aspectos multimodais;

3) Avaliar as consequências da utilização de TIC aplicadas ao processo avaliativo do conteúdo de Eletroquímica e, por fim,

4) Elaborar um produto educacional para o ensino de Eletroquímica utilizando as TIC no processo avaliativo para ser socializado com outros professores.

A estrutura do trabalho compreende além deste capítulo introdutório o capítulo 2, denominado **Panorama do uso das TIC no Ensino de Ciências**, no qual se pretende apresentar e discutir as dificuldades relativas ao domínio das TIC para sua utilização, a partir de uma revisão da literatura da área. No capítulo 3 '**Níveis de Compreensão do Conhecimento Químico**', serão apresentados e discutidos os

Níveis Representacionais do conhecimento químico propostos por Johnstone (1982) e como esses níveis podem ser aplicados ao conteúdo de Eletroquímica no Ensino Médio. No capítulo 4 será apresentada a **Metodologia da Pesquisa**, no qual explicitamos a natureza da pesquisa, as fontes de informação, os instrumentos de coleta de dados, o contexto escolar e os participantes da pesquisa, e de forma sucinta como a proposta foi elaborada. No capítulo 5, **Possibilidades do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação para Processo Avaliativo da Aprendizagem de Eletroquímica**, serão apresentadas e discutidas as etapas de desenvolvimento da unidade didática sobre Eletroquímica em sala de aula, destacando sua viabilidade prática, e análise de como a proposta contribuiu para a compreensão dos conceitos de Eletroquímica pelos estudantes. Nas **Considerações Finais**, teremos o espaço reservado para as conclusões sobre o desenvolvimento do trabalho, buscando responder ao problema de pesquisa, destacando as contribuições e as limitações da proposta, bem como apresentando algumas implicações do trabalho para o Ensino de Química.

2 PANORAMA DO USO DAS TIC NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A presença dominante de tecnologias no convívio social é inegável, citando Tiago Matos⁹ (2017, p.47) “Não estamos vivendo uma ‘Era de Mudanças’. Estamos vivendo uma ‘Mudança de Era’”. Ao tratar da evolução das tecnologias Kenski (2012) menciona a transformação do comportamento individual e de todo um grupo social imposta pela ampliação e banalização do uso de certa tecnologia.

Aplicado ao ambiente escolar, o tema tecnologia 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 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, as 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.

Um modo 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 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 proficiência¹⁰ em Ciências, isto é, conseguem usar ideias ou conceitos científicos

⁹ Considerado um dos principais futuristas do Brasil, membro do corpo docente da *Singularity University*, nos Estados Unidos, do *Transdisciplinary Innovation Program*, da Universidade Hebraica de Jerusalém e autor do livro *Vai lá e faz*.

¹⁰ Os níveis de proficiência, podem ser consultados no Relatório Brasil no Pisa 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

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 espanto.

Atualmente, algumas localidades participam do Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC), criado a partir do decreto nº 9.204 de novembro de 2017 e desenvolvido em parceria entre Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), Fundação Lemann, Conselho Nacional de Secretários de Educação (CONSED) e a União Nacional dos Dirigentes de Educação (UNDIME), o qual pretende apoiar a universalização do acesso à internet de alta velocidade e fomentar o uso pedagógico de tecnologias educacionais na Educação Básica. O Programa prevê até 2024 a conclusão de três grandes fases: 1) Indução (2017 a 2018); 2) Expansão (2019 a 2021); 3) Sustentabilidade (2022 a 2024). Segundo informações do governo, no ano de 2018 foram 23 mil escolas beneficiadas e no ano de 2019 aproximadamente 60mil.

Outra iniciativa que merece destaque é o Programa de Desenvolvimento Profissional para Professores (PDPP), que em sua edição de 2014 ocorrida em Portugal, tinha como um dos objetivos o estímulo do uso de tecnologias na construção de estratégias didático-pedagógicas de caráter inovador. Sobre o PDPP, Rosa (2016) propõe uma análise minuciosa e menciona que a mera existência de um laboratório de informática numa escola pública não implica necessariamente em aulas criativas, reformuladas com uso de tecnologias. Assim, como lembra Nelson Pretto (2013, p.78) “não queremos a internet nas escolas e, sim as escolas na internet”. Nesse sentido, parece haver concordância que o simples acesso a computadores e tecnologias de modo geral não é o mais importante, pois não há garantia na qualidade de ensino.

Com objetivo de traçar um perfil da pesquisa sobre TIC no ensino de Química no Brasil, a dissertação de Sá (2016) é oportuna, uma vez que analisa o período de 1995 a 2015, todas as publicações relacionadas ao tema no periódico Química Nova na Escola. Neste período de vinte anos, foram identificados 18 artigos¹¹ que tratam sobre as aplicações das TIC no ensino de química.

¹¹ Realidade amostral que reflete uma baixa divulgação de propostas de trabalhos da área, mesmo considerando o recorte delimitado.

O notável trabalho aponta o caminho traçado por professores e pesquisadores, além de tentar definir as principais formas de uso das tecnologias digitais como 'ferramenta' ou como 'cultura'. Ao determinar a tendência presente nas atividades desenvolvidas, demonstra como a utilização de computadores com simulações e modelagens para visualização de fenômenos e estruturas, usa a tecnologia apenas como a ferramenta para ação de observar/visualizar.

Apesar do exposto no levantamento de Sá (2016), parece inadequado fazer uma generalização do tema a partir de uma única análise, sendo mais apropriado e razoável adotar postura rigorosa na elaboração de uma crítica de maior sensibilidade. Sabe-se da existência de outras tantas revistas científicas e periódicos de qualidade que veiculam publicações do tema, assim, há que se considerar um sem número de atividades que pouco repercutem sendo desenvolvidas tanto no ensino público como privado – que facilmente se enquadrariam como práticas isoladas, por não serem publicizadas - envolvendo iniciativas relacionadas ao uso de tecnologia, letramento digital e alfabetização tecnológica tanto de professores como de alunos.

Noutra perspectiva, voltando ao mencionar políticas públicas, cabe um questionamento sobre todo o contexto econômico que pode ser envolvido no mercado educacional brasileiro. Devido a sua abrangência, esse cenário pode atrair interferências distantes dos interesses pedagógicos, especialmente com a comercialização de uma gama de produtos e plataformas educacionais. Ainda que seja considerada e garantida a presença da tecnologia em sala de aula, a sua utilização pedagógica inadequada/indiscriminada não acrescenta substancialmente ao ensino, pelo contrário, pode ser prejudicial e sem contribuições significativas.

Naturalmente, pode-se pensar, 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, podemos citar 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.

No livro *Novas tecnologias e mediação pedagógica*, José Moran (2001) reflete sobre os conceitos diferentes entre ensino e educação, considerando ensinar e

aprender um dos maiores desafios de todas as épocas. Além da transformação da educação num processo de comunicação autêntica e aberta entre professores e alunos, o autor aponta em primeiro lugar como dependência para uma mudança na educação educadores maduros intelectual e emocionalmente que saibam motivar e dialogar.

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”. Assim, no afã de seguir uma nova tendência, estamos todos sujeitos a perder o foco do cerne da questão envolvendo o ensino. Lembrando que quem segue uma tendência, inevitavelmente encontra-se em parte atrasado, por estar seguindo atrás de algo. Destarte, voltar a estabelecer bases sólidas, preocupando-se com a atenção destinada em melhorar a educação e o desenvolvimento do conhecimento é fundamental.

2.1 M-LEARNING NO ENSINO DE QUIMICA

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.

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. Como bem descreve Moran (2015):

O que a tecnologia traz hoje é integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital. Não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada, que se mescla, hibridiza constantemente (MORAN, 2015, p.16).

Vários trabalhos publicados propõem o *m-learning* como estratégia didática para o ensino, principalmente devido a facilidade de acesso 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. Assim, após cada experiência, adaptações e novos planejamentos, são fundamentais para que se avalie pouco a pouco as limitações que podem ser superadas.

Cabe lembrar alguns 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”.

Nesse contexto, é importante destacar a tecnologia como um meio para auxiliar o aprendizado do aluno e ao mesmo tempo um suporte para a prática docente. No entanto, 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. Abdicar é um modo de escolha, assim optar por não utilizar todo o potencial dos recursos

digitais no ensino não significa abdicar de um ensino de química com qualidade. Nessa linha, 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).

Por esse ponto de vista, ao olharmos para as escolas públicas e pensar novas práticas com mobilidade o professor pode, por exemplo, planejar sua abordagem independentemente da existência de um laboratório de informática. Pois em muitos casos, quando se deseja usar esse espaço, o número insuficiente de máquinas disponíveis já provoca o professor a iniciar sua atividade com alunos dentro de uma dinâmica específica limitada diferente do que planejou, como por exemplo, colocando dois ou três estudantes para realizar o trabalho que idealmente seria individualizado por computador.

Assim, podemos nos questionar sobre quais as possibilidades viáveis a realidade de escola pública? Os relatos (EICHER; DEL PINO, 2000; SANTOS, WARTHA; FILHO, 2010; LEITE, 2011; CUNHA, 2012; CLEOPHAS; CAVALCANTI; LEÃO, 2016) mostram recursos como *softwares*, jogos, aplicativos, simuladores entre outros disponíveis para utilização em aulas de química. Lembrando aqui, que a utilização como forma ilustrativa para melhorar aulas enfadonhas nos interessa menos do que novas dinâmicas pedagógicas proporcionadas pelas TIC.

Exemplo de realidade ímpar, onde “tanto professores quanto pais e alunos apostam em uma abordagem de ensino desafiadora, que possibilita a perda do medo provocado pela mudança” (GRAVATA et al., 2013, p.113) se vê sustentando a escola pública *Quest to Learn*, localizada em Nova York, nos Estados Unidos da América.

Como um dos diferenciais, a escola divide seu espaço de funcionamento com uma ONG chamada *Institute of Play*, onde trabalham designers que trazem as principais características de inovação e experimentação com tecnologia para a escola.

Outra peculiaridade é o uso de ‘domínios’ ao invés de disciplinas ou matérias, assim ‘A Maneira Como as Coisas Funcionam’ é um exemplo de domínio que representa a fusão entre matemática e ciências.

Voltando as possibilidades na realidade brasileira, parece-nos pertinente a constatação que “o professor de Química ainda trás [sic] consigo modelos curriculares que enfatizam demasiadamente fórmulas e a memorização de procedimentos criados principalmente durante os anos 1970” (MAROJA, 2007, p. 69). Convém lembrar trabalho já referenciado de Rosa (2016), que aponta a tecnologia como aliada da Química, ao favorecer o entendimento de conceitos e teorias mesmo com o caráter abstrato da área.

Fortalecendo esta impressão, Sabel e Lacerda (2016) em pesquisa sobre softwares educacionais identificaram, classificaram e analisaram o cunho pedagógico de 16 diferentes softwares disponíveis no Portal do Professor¹² (endereço eletrônico disponibilizado pelo MEC para apoio aos professores) e apontaram 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).

Curiosamente, as Diretrizes Curriculares Nacionais¹³ (DCN) ao tratar do projeto político-pedagógico como uma instância de construção coletiva da comunidade escolar reforça a representatividade do documento para viabilizar uma escola democrática e autônoma, inclusive que preveja

a formação continuada dos gestores e professores para que estes tenham a oportunidade de se manter atualizados quanto ao campo do conhecimento que lhes cabe manejar, trabalhar e quanto à adoção, à opção da metodologia didático-pedagógica mais própria às aprendizagens que devem vivenciar e estimular, incluindo aquelas pertinentes às Tecnologias de Informação e Comunicação (DCN, 2013, p. 49)

Em vista disso, e de modo especial quando se trata de eletroquímica, as investidas de abordagem com TIC são ainda modestas, como demonstrou Medeiros

¹² Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>> Acesso em: 01 jan. 2020.

¹³ Disponível em <<https://bit.ly/2MiL13DcN>> Acesso em: 01 jan. 2020.

(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.

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 melhor alternativa, mesmo sendo difícil admitir, nesta questão, mostra-se que a maior lucidez se encontra no caminho construído para ela e não num veredicto final.

2.2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A evolução de tecnologias tem provocado diversas mudanças na vida social e profissional da maioria das pessoas, algumas com grande perturbação outras menos acentuadas. De qualquer modo, 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. De todo modo, o fluxo de informações e disponibilidade de acesso, há algum tempo não se restringe a contribuição de escola e professores, ainda que se admita não existir uma relação direta entre quantidade de informação e aprendizado é razoável considerar que a relação pode ser complementar. Evidentemente não se espera desconsiderar ou extinguir o papel do professor. Mesmo com as mais extremistas previsões, 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)

Diante disso, de modo particular, cabem algumas provocações, tais como: apesar do potencial tecnológico disponível nos mais diversos recursos para aplicação em sala de aula, existem razões específicas para serem atribuídas ou predomina-se o desinteresse e algum comodismo? E, o real distanciamento entre conhecer os recursos tecnológicos e dominar o seu uso pode ser uma evidência?

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 tics 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 tics no processo de ensino e aprendizagem (NUNES; GUERINO; STANZANI, 2014, p.115).

Por este 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.

Noutro sentido, emerge a tecnologia relacionada ao bem-estar do professor. Uma vez que o seu uso pode acelerar e facilitar a conclusão de projetos ou tarefas tidas como burocráticas ou administrativas, tais como corrigir avaliações, preparação de atividades e na elaboração de planejamentos.

Com a otimização do tempo utilizado para estes trabalhos, pode-se imaginar inclusive que o docente reflita se há necessidade de modificar suas aulas em busca de uma abordagem mais prática, mais divertida ou para analisar como tem desenvolvido a relação professor aluno em sua prática laboral. Registra-se aqui, que a relação otimização do tempo e aumento de trabalho emocional se não for bem gerida e equacionada pode, ao contrário do desejado, sobrecarregar a rotina do professor comprometendo sua saúde ocupacional.

Mesmo não sendo equânime a procura pelo aperfeiçoamento, a urgência em superar os obstáculos inerentes ao contexto escolar, a juventude conectada a tecnologia pulsante, desafia, ao mesmo tempo em que estimula a frequente renovação em busca de um aprendizado efetivo.

Assim, 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, conforme Costa (2013, p. 53), “isso não significa que os professores estejam suficientemente convencidos de sua relevância para aprendizagem”.

Nesse viés, Cobo (2016, p.53) aponta habilidades como “colaboração, empatia, liderança, responsabilidade e perseverança” que podem ser reconhecidas com o desenvolvimento de novos instrumentos para mensurar e promover aprendizagens.

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 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, conforme mostrado na Figura 1. A figura nos parece útil, principalmente, para o docente refletir e fazer uma autoavaliação, identificando suas competências digitais ou seu nível de proficiência de acordo com as suas práticas realizadas.

FIGURA 1 - COMPETÊNCIAS DIGITAIS DigCompEdu



FONTE: Lucas e Moreira (2018, p. 8)

Em recente estudo exploratório com professores do Paraná e as práticas de integração das TIC, Silva, Loureiro e Pischetola (2019) caracterizam as percepções dos professores de acordo com as competências digitais do DigCompEdu. Mesmo reconhecendo o caminho que já foi percorrido pelos professores, convidam “a pensar em rotas e estratégias para que os níveis seguintes sejam também alcançados” (SILVA; LOUREIRO; PISCHETOLA, 2019, p.72)

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”. Contudo um alerta, considerar uma capacitação pontual, na qual muito se discute sobre a importância de aproveitar as TIC na prática pedagógica, com a apresentação de dois ou três recursos para ‘modernizar’ a aula, apresenta-se mais como um engodo, pouco capaz de corrigir uma formação forjada no rigor do ensino tradicional.

Projetos e tentativas institucionais parecem ser abandonadas ou descontinuados na mesma frequência que são criadas, a ver o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), endereço eletrônico¹⁴ que deveria funcionar disponibilizando recursos como imagens, simulações, experimentos, vídeos, entre outros e permitir que usuários fizessem a submissão de novos recursos educacionais ao banco para utilização de qualquer professor ou aluno em vários níveis educacionais. Entretanto, a navegação no *site* não é promissora¹⁵, ainda que o usuário/professor tenha bons conhecimentos e desenvoltura na rede, sendo capaz de buscar de modo alternativo ao banco de recursos por meio do portal educacional on-line eduCAPES mesmo assim dificilmente terá sucesso.

Outra iniciativa disponível para facilitar o trabalho de professores que ainda parece não ter alcançado a popularidade desejada, é a Plataforma MEC de Recursos Educacionais Digitais¹⁶ (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.

Por isso, iniciativas como a do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) merecem divulgação, uma organização da sociedade civil, sem fins lucrativos

¹⁴ Disponível em <<http://objetoseducacionais.mec.gov.br>> Acesso em: 01 ago. 2020.

¹⁵ Em várias tentativas de navegação durante todo o segundo semestre de 2020 não foi possível pesquisar sobre os recursos disponíveis, tampouco fazer o registro de usuário.

¹⁶ Disponível em: <<https://plataformaintegrada.mec.gov.br/home>>. Acesso em: 02 dez. 2020.

que disponibiliza em seu endereço eletrônico¹⁷ 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. Nesse sentido, cabe sublinhar a importância de trabalhos como este que contribuem como veículo de auxílio na formação e qualificação de professores à luz das TIC aplicadas a prática docente.

2.3 AVALIAÇÃO ESCOLAR E MULTIMODALIDADE

De maneira preponderante, 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 integraremos as tecnologias novas e as já conhecidas com metodologias de trabalho oral, escrito e audiovisual. Em relação ao equilíbrio entre ensino presencial e virtual, o referido autor aponta ainda prováveis alterações nos próprios conceitos de *presencialidade* e de aula, prevendo para breve um processo de ensino e aprendizagem totalmente interativo e audiovisual, onde “nos veremos, ouviremos, escreveremos simultaneamente, com facilidade, a um custo

¹⁷ Disponível em: < <https://cieb.net.br> > Acesso em: 03 abr. 2020.

baixo, às vezes, em grupos grandes, outras vezes em grupos pequenos ou de dois em dois” (MORAN, 2001, p.59).

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. O destaque traz a iminente realidade, debater com celeridade e replicar propostas aplicadas com êxito, bem como buscar validar tentativas aperfeiçoando as possibilidades reais dessa interação.

Parece natural nesse sentido expor 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) Assim, é possível também, aliar esta percepção a linguagem 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)¹⁸ ressalta sua importância como complemento “para fornecer uma imagem ampla e 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”.

Ao relacionar essa abordagem às principais competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, vale ressaltar último material normativo da educação brasileira - Base Nacional Comum Curricular (BNCC¹⁹) - que em breve será implantada no Ensino Médio.

O documento faz menção a diferentes formas para utilização de tecnologias, sua presença marcante nas habilidades a serem desenvolvidas pode ser vista no Quadro 1, onde vê-se um recorte, mostrando os códigos das habilidades e os destaques relacionados.

¹⁸ “... 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”.

¹⁹ Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em: 09 abr. 2020.

QUADRO 1 - DESTAQUE DE TECNOLOGIAS NA BNCC

| Código²⁰ Hab. | Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias |
|---------------------------------|---|
| EM13CNT101 | ... o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos ... |
| EM13CNT102 | ... considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos. |
| EM13CNT106 | Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis ... |
| EM13CNT107 | ... com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais... |
| EM13CNT203 | ... utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). |
| EM13CNT204 | Elaborar explicações... com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). |
| EM13CNT209 | Analisar a evolução... utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros). |
| EM13CNT302 | Comunicar, para públicos variados, ...por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar... |
| EM13CNT303 | Interpretar textos de divulgação científica ... disponíveis em diferentes mídias... |
| EM13CNT306 | ...podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações... |
| EM13CNT308 | Investigar e analisar ...compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais. |
| EM13CNT309 | Analisar questões socioambientais, ...introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando... |

Fonte: o Autor (2020)

²⁰ A composição dos códigos alfanuméricos indica a etapa do ensino, a série a ser desenvolvida as habilidades, a área e a competência específica relacionada a habilidade. Um esquema detalhado pode ser visto no anexo 9 ou no endereço eletrônico <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#estrutura>.

Importante destacar trabalho divulgado por Moraes (2011), que ao analisar provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) entre 2000 e 2010, observou como as questões influenciam o modo de ler e exigem novos letramentos verificando uma tendência “de provas com abordagem cada vez mais complexa e diversificada no que diz respeito aos aspectos visuais” (MORAES, 2011, p. 160).

Apesar das ferramentas tecnológicas serem recorrentes em ambientes escolares a autora reforça que a presença da tecnologia na sala de aula pode não ser a solução para conduzir os alunos à condição de multiletrados, mas atuam como facilitadores desse processo concluindo que o “letramento visual, dentro e fora dos ‘muros’ da escola, é uma necessidade do leitor moderno” (MORAES, 2011, p. 162).

Mais uma vez, vale lembrar, que a BNCC ao definir as aprendizagens essenciais para os alunos ao longo da educação básica, mostra um protagonismo das tecnologias digitais em várias competências diferentes dentro das Ciências da Natureza, o que em certa medida evidencia uma posição centralizada da multimodalidade no ensino.

3 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 conseqüentemente 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.

Diante disso, algumas dificuldades de aprendizagem em Química e concepções alternativas podem ser detectadas, Caamaño (2004) considera que elas podem ser atribuídas: a) a dificuldades intrínsecas da própria disciplina; b) aos processos de pensamento e raciocínio dos alunos; c) ao processo de instrução recebido.

De modo equivalente, ensinar Química também não é incumbência fácil, o professor essencialmente necessita mediar o conhecimento químico explorando fenômenos ou desenvolvendo explicações que favoreçam os alunos a ampliar suas interpretações sobre o mundo. No entanto, nessa relação nem sempre o professor atinge um estado de consciência confortável por ter efetivamente ensinado.

Nesse sentido, Roseli Schnetzler, reconhecida professora e pesquisadora na área de formação docente, destaca a importância da atividade do professor de Química, considerando que em nossa prática

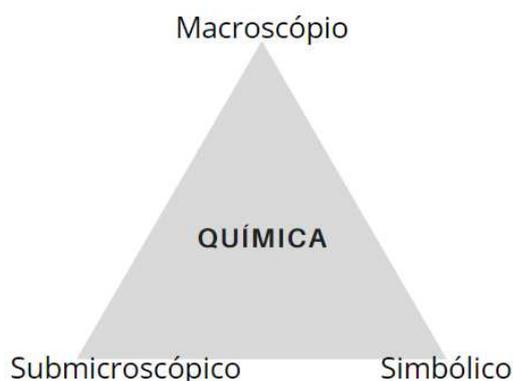
Invocamos átomos, íons, moléculas, partículas que interagem e que estão em movimento, contrariando o modo estático e contínuo dos alunos conceberem os materiais e suas transformações. Este modo de “ver” contra-intuitivo que caracteriza o pensamento químico torna-se, então, uma tarefa crucial do professor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

Johnstone (1982) é aclamado 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).

Aperfeiçoando seu trabalho Johnstone (2000), propõe um segundo modelo relacionado a natureza da Química, representada num triângulo (Figura 2) 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 2 - 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)

No entanto, durante o período de formação de um licenciado, nem sempre os três níveis do conhecimento químico são conhecidos e explorados, pelo contrário, em muitas disciplinas destaca-se mais as simbologias e o entendimento das representações teóricas, o que por vezes dificulta uma aproximação com o cotidiano humano do estudante. Assim, como se fosse hereditário, dificuldades são mantidas e repassadas adiante.

Essas dificuldades relacionadas ao currículo e a aprendizagem não são recentes, o próprio Johnstone possui boa parte de seus trabalhos publicados, oriundos do desafio de pensar um currículo escolar adequado para a Química. Nota-se, por exemplo, sua sensibilidade e perspicácia em relação as dificuldades de aprendizagem dos alunos quando escreve sobre “O jovem aprendiz na escola e universidade, encontrando ideias pela primeira vez, com uma capacidade de memória de trabalho limitada, simplesmente NÃO PODE trabalhar nos três níveis ao mesmo tempo” (JOHNSTONE, 1999 citado por REID, 2019, p. 7, tradução nossa)²¹.

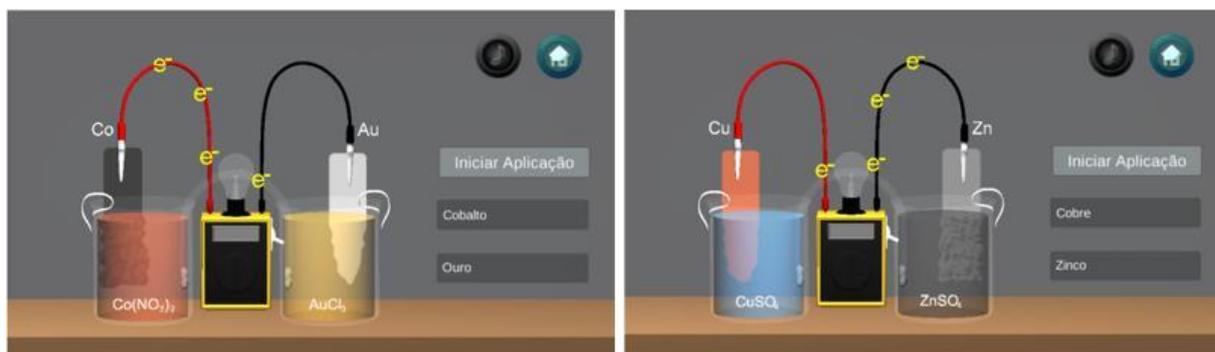
É nesse sentido que práticas pedagógicas que exploram demonstrações de fenômenos químicos com o uso de TIC apresentam grande potencial, especialmente quando atreladas a tentativa de entender as representações do conhecimento químico independente do seu nível.

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 3.

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.

²¹ *The young learner at school and university, meeting ideas for the first time, with a limited working memory capacity, simply CANNOT work at all three levels at the same time.*

FIGURA 3 - TELA DE UM SIMULADOR ON-LINE PARA A PILHA DE DANIELL



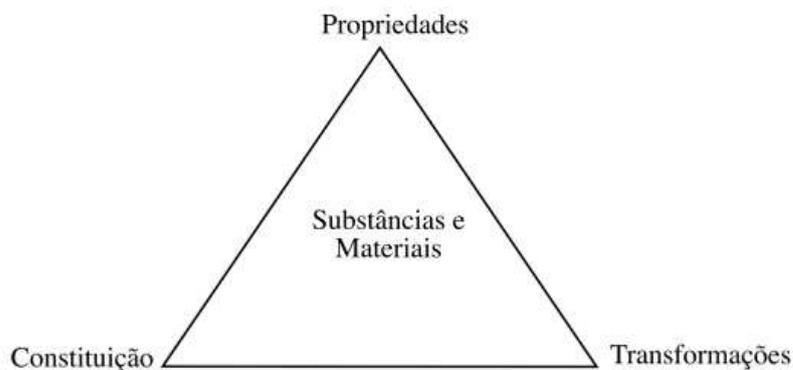
Fonte: Extraído de: <https://www.noas.com.br/ensino-medio/quimica/fisico-quimica/eletroquimica/pilha-de-daniell/>. Acesso em: 20 nov. de 2020.

Naturalmente, o objetivo pedagógico deve prevalecer ante qualquer demanda externa que possa exigir do docente a presença de recursos digitais. A interferência de terceiros, seja para caracterizar uma aula mais atraente ou uma escola mais 'moderna', se atendida a qualquer custo está sujeita ao risco de não se obter qualquer progresso relacionado a aprendizagem.

Entende-se que a iniciativa relacionada ao uso da tecnologia deve 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 (2017, 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".

Pensando uma organização dos conteúdos curriculares de modo diferente do tradicional, vimos Mortimer, Machado e Romanelli (2000) propondo para o estado de Minas Gerais, uma figura triangular semelhante à de Johnstone (1993). Ao considerar temas mais abrangentes dos quais podem derivar questões conceituais, os autores supracitados sugerem um triângulo (Figura 4) com as interações entre objetos e focos de interesse da química. Como sugestão de introdução ao tema de oxidação e redução, a título de exemplo, os autores sugerem alguns contextos como antissépticos, branqueamento, remoção de manchas, radicais livres e o envelhecimento que podem ser relacionados.

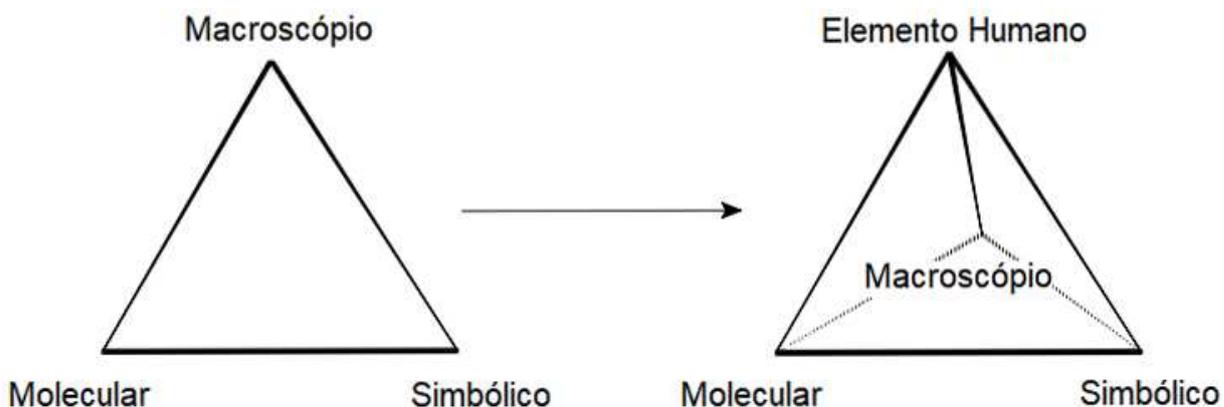
FIGURA 4 - FOCOS DE INTERESSE DA QUÍMICA



Fonte: Mortimer, Machado e Romanelli (2000)

A influência e contribuições de Johnstone nos currículos escolares a partir da década 1990 é notória, seu modelo mostrou-se útil para pensar e planejar possibilidades de ensino, além de refletir sobre aspectos da aprendizagem e compreensão da química. Exemplo desta influência pode ser vista em trabalhos de Mahaffy (2004, 2006), que ao considerar o espaço tridimensional propõe a figura de um tetraedro para o ensino de química ao incorporar a dimensão do elemento humano ao triângulo planar (Figura 5).

FIGURA 5 - ADIÇÃO DE NOVA DIMENSÃO AO TRIÂNGULO PLANAR



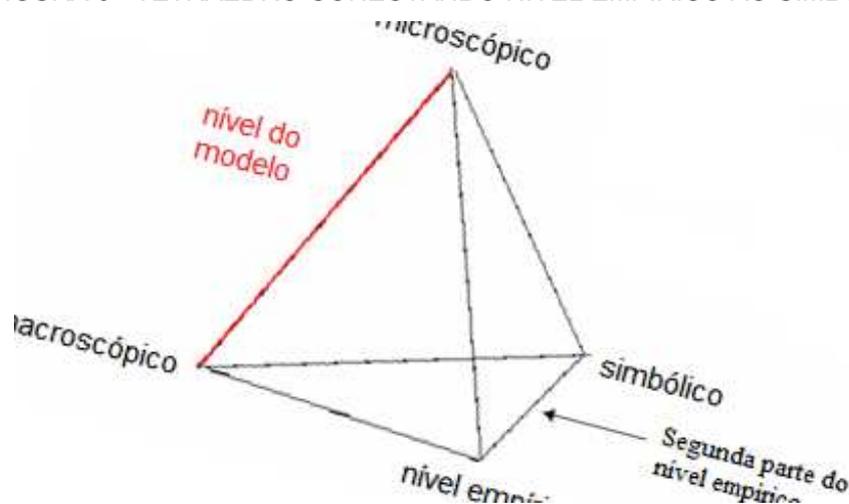
Fonte: Mahaffy (2006).

Passando pela alfabetização científica e o entendimento da química na vida cotidiana, ao adicionar a nova dimensão, Mahaffy (2004) destaca o nível do elemento humano, enfatizando a importância de se considerar fatores econômicos, históricos, políticos, sociais e ambientais bem como todo o contexto envolvido na compreensão dos conceitos e processos químicos.

Nesse sentido, é possível ver afinidade também com o trabalho 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).

Outro trabalho com características similares ao de Mahaffy (2004) foi proposto por Kermen e Méheut (2009), partindo dos níveis de conhecimento químico anunciados por Johnstone eles analisaram o currículo francês e também adicionaram mais uma parte (nível empírico) a partir do vértice macroscópico, formando um tetraedro (Figura 6). De acordo com os autores, a divisão em duas partes do ponto macroscópico, ajudaria os professores a diagnosticar dificuldades dos alunos em interpretar fenômenos químicos.

FIGURA 6 - TETRAEDRO CONECTANDO NÍVEL EMPÍRICO AO SIMBÓLICO



Fonte: Kermen e Méheut (2009).

Sugere-se, muitas vezes, que a dificuldade de aprendizagem dos alunos está relacionada a linguagem utilizada pelo professor em abordar um determinado conteúdo, ou melhor, quando se opta exclusivamente por equações de reações químicas, por exemplo, focando assim em modelos representacionais com símbolos e equações em detrimento do nível macroscópico/observacional (CAAMAÑO, 2004).

Particularmente, se considerarmos o conteúdo de eletroquímica, a dificuldade na aprendizagem sugerida por Marcondes, Souza e Akahoshi (2007) pode estar relacionada aos professores priorizarem o nível representacional ao tratar de conceitos como oxidação e redução. É bom lembrar que existem escolas nas quais o suporte material disponível para professores e alunos se restringe ao livro didático, assim em boa parte das aulas do Ensino Médio – quando se trabalha o tema – o fato do nível representacional ou simbólico e o nível submicroscópico serem explorados quase exclusivamente durante a aula, pode ser por influência da forma como a apresentação dos conteúdos é feita pelo livro.

Assim, embora construir o conhecimento químico não seja repentino, o uso de recursos tecnológicos aliado a boas práticas pode contribuir para isso, entretanto sem o contínuo questionamento e adaptação dessas práticas parece não haver razão em enaltecer bons recursos materiais. Nesse sentido, é interessante mencionar a definição de conhecimento proposta por Valente

O conhecimento é o que cada indivíduo constrói como produto do processamento, da inter-relação entre interpretar e compreender a informação. É o significado que é atribuído e representado na mente de cada indivíduo, com base nas informações advindas do meio em que ele vive, formado por pessoas e objetos (VALENTE, 2013, p. 37)

Desse modo, ao ressaltar a importância da pesquisa relacionada a aprendizagem de química, destaca-se Reid (2019, p. 5, tradução nossa) “com muita frequência, a pesquisa educacional se desapega das realidades dos professores e alunos em matérias específicas. Surgindo poucos resultados úteis.”

Diferente de outras épocas quando tecnologias como aparelho retroprojeter, mimeografo, auxiliaram exclusivamente a prática dos professores, hoje as tecnologias digitais podem auxiliar além dos professores o aluno, isto é, são opções que facilitam a colaboração entre os estudantes com uma participação mais ativa podendo inclusive favorecer a aprendizagem e a construção do conhecimento.

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. Embora, durante a pesquisa, tenha-se optado pela identificação dos níveis representacionais do conhecimento químico de Johnstone (1982) nos trabalhos dos estudantes, escolha justificada por sua importância e abrangência. 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 Romanelli | 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: O autor (2020)

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa de natureza qualitativa do tipo participante teve os dados constituídos por meio de: questionários, atividades 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. Ao invés de uma definição singular, o autor considera cinco características para as pesquisas qualitativas:

- a) Estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real.
- b) Representar as opiniões e perspectivas das pessoas.
- c) Abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem.
- d) Contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento social humano.
- e) Esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte.

No entanto, opositores da pesquisa qualitativa, lembrados por Stake (2011), mencionam atributos de fragilidade como subjetividade, pessoalidade além de contribuições lentas para melhor a ciência. Noutro viés, acredita-se justamente 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).

Destacando assim, o olhar do pesquisador, a observação apresenta uma série de vantagens sendo utilizada como principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta (LÜDKE e 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 e ANDRÉ, 1986, p. 26).

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).

Neste sentido, a importância do olhar do pesquisador é ressaltada quando este está inserido na realidade pesquisada, assim, não parte de fora do contexto a ser estudado.

A relação tradicional de sujeito-objeto, entre investigador-educador e os grupos populares deve ser progressivamente convertida em uma relação do tipo sujeito-sujeito, a partir do suposto de que todas as pessoas e todas as culturas são fontes originais de saber. É através do exercício de uma pesquisa e da interação entre os diferentes conhecimentos que uma forma partilhável de compreensão da realidade social pode ser construída. O conhecimento científico e o popular articulam-se criticamente em um terceiro conhecimento novo e transformador (BRANDÃO; BORGES 2007, p. 54).

Definiu-se, portanto, a pesquisa qualitativa por sua natureza e participante por suas características. Entretanto, vale ressaltar aspectos em comum, com a pesquisa do tipo intervenção pedagógica, onde o pesquisador “identifica o problema e decide como fará para resolvê-lo, embora permaneça aberto a críticas e sugestões, levando em consideração as eventuais contribuições dos sujeitos-alvo da intervenção, para o aprimoramento do trabalho” (DAMIANI *et al*, 2013, p. 60).

Considera-se importante também, 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 ideias, [sic] a identificação das necessidades e expectativas e a descoberta de outros usos para um produto específico” (GONDIM, 2002, p.152).

Desse modo, os dados foram constituídos a partir de questionários respondidos, atividades avaliativas multimodais realizadas pelos alunos, diário de bordo e observação do professor. 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. Após análise e interpretação dos dados, como produto educacional, direcionado a outros professores de Química, será compartilhada uma unidade didática formatada como um livreto, estruturado com oito etapas, onde estão incluídas as informações relacionadas as competências da BNCC exploradas durante as aulas e os recursos relacionados as TIC. Estas informações estão disponibilizadas de modo sintético no Quadro 3.

QUADRO 3 - SÍNTESE DAS 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: O autor (2020)

4.1 DELIMITAÇÕES E CONTEXTO DA PESQUISA

Considerando a proposta inicial deste trabalho em aumentar as possibilidades de utilização de recursos tecnológicos digitais em sala, esta pesquisa tem caráter qualitativo na investigação do uso de recursos digitais no ensino de Química sobre uma perspectiva de grupo focal.

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. A escolha do tema respeitou as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná e o planejamento anual da disciplina, proposto pelo professor à equipe pedagógica da escola.

Vale ressaltar que como o trabalho foi pautado na utilização de TIC, as comunicações entre o professor e os estudantes, além do ambiente escolar, ocorriam pelo aplicativo Google Sala de Aula²² (GSA) e sua plataforma on-line correspondente, bem como a formalização dos avisos de atividades futuras a serem realizadas.

A unidade didática²³ elaborada (Quadro 4), foi desenvolvida 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.

QUADRO 4 - UNIDADE DIDÁTICA SOBRE ELETROQUÍMICA

| Aula | Atividades | Objetivos didáticos/habilidades desenvolvidas |
|-------------|--|--|
| 1 | Apresentação das etapas do trabalho, questionário inicial, entrega do termo de concordância em participação. | Entender as etapas do projeto e o Termo de Concordância em participação. |

²² Aplicativo gratuito mantido pelo Google, LLC. Disponível para qualquer usuário com acesso a uma conta de email e smartphone. Algumas funcionalidades extra são disponibilizadas para instituições assinantes do *G Suite for Education*, que podem integrar outros recursos além de possuir maior controle de dados.

²³ Consideramos aqui uma unidade didática um conjunto de atividades para alcançar um conteúdo, não restringindo a uma rigorosa sequência estruturada de conteúdos.

| | | |
|---|--|---|
| 2 | Definição da dupla de trabalho, escolha de artigo científico no site QNEsc (http://qnesc.sbq.org.br) | Navegar no site de Revista Química Nova na Escola, leitura e download de artigo científico em formato pdf. |
| 3 | Exposição oral sobre o artigo lido. | Desenvoltura oral, capacidade de síntese, compreensão de texto científico, entender conceitos fundamentais da eletroquímica. |
| 4 | Exposição oral sobre o artigo lido. | Desenvoltura oral, capacidade de síntese, compreensão de texto científico, entender conceitos fundamentais da eletroquímica. |
| 5 | Pesquisa em dupla, nos meios didáticos disponíveis, registro no caderno de palavras chaves. | Compreender conceitos de eletroquímica, identificar termos relacionados a reações de oxidação e redução encontrados no artigo. Construir um gráfico estilo nuvem de palavras. |
| 6 | Aula expositiva. Principais conceitos de eletroquímica | Minimizar e auxiliar em dúvidas sobre o tema. |
| 7 | Postar uma imagem autoral e uma retirada da internet que represente o artigo. Exibição de vídeo sobre Recursos Educacionais Abertos (REA). | Representação macroscópica de conceito químico, conhecer licença <i>Creative Commons</i> , compreender o que são os REA. |
| 8 | Entrega de mapa conceitual ou infográfico e avaliação com questões descritivas e objetivas. | Reconhecer e relacionar informações verbais e não verbais |

Fonte: O autor (2020)

5 POSSIBILIDADES DO USO DAS TIC PARA O PROCESSO AVALIATIVO DA APRENDIZAGEM DE ELETROQUÍMICA

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 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. Notadamente os dispositivos móveis com alto poder tecnológico estão presentes em

grande número na vida dos jovens, conforme Pesquisa²⁴ Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras 2017. Na região sul do Brasil 99% dos estudantes afirma ter acesso à internet e desses 95% utilizam como equipamentos para o acesso um telefone celular.

Dados mais recentes de 2018, sobre a presença de equipamentos TIC em domicílios brasileiros revelam, conforme Quadro 5, que a proporção dos telefones celulares (96%) na região Sul é praticamente a mesma comparada com a televisão (97%), e mais uma vez destaca-se o contexto local, evidenciando a região Sul com a maior porcentagem do país.

QUADRO 5 - DOMICÍLIOS QUE POSSUEM EQUIPAMENTO TIC

| Categoria | Televisão | Telefone celular |
|--------------|-----------|------------------|
| - REGIÃO | | |
| Sul | 97 | 96 |
| Sudeste | 97 | 95 |
| Centro-Oeste | 93 | 95 |
| Norte | 93 | 90 |
| Nordeste | 94 | 88 |

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 2018.

Aparentemente soa como desatino evitar propor atividades que explorem esse recurso, 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 limitadas sobre a prática de ensino.

Normalmente, 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 se aborda o tema, nesse sentido documento do CETIC.br destaca:

²⁴ 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 2017.

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 destacar que 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”.

Assim a linguagem utilizada merece atenção especial, 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.

A seguir, é mostrado o Quadro 6 apresentado por Nogueira, Goes e Fernandez (2017) com as dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem de reações redox nos eventos RASBQ, ENPEC, EPPEQ e ENEQ entre os anos de 2000 a 2016.

QUADRO 6 - PRINCIPAIS 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 |

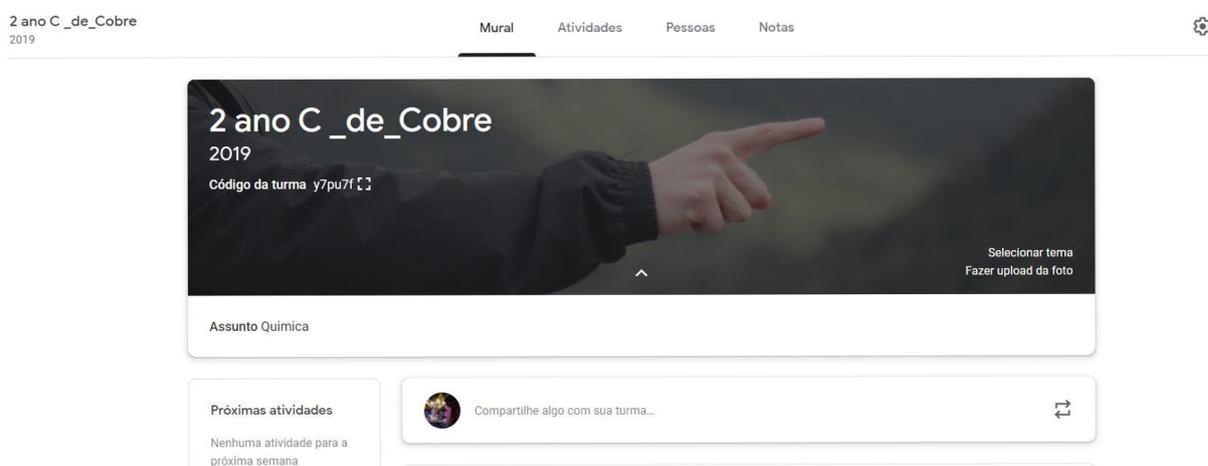
Fonte: Adaptado de Nogueira, Goes, Fernandez (2017).

5.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS AULAS

A seguir serão apresentadas as atividades e objetivos propostos para cada aula, bem como os destaques da análise do pesquisador. Cabe lembrar que a interação não presencial com os alunos, no que diz respeito as atividades propostas, ocorreu pelo aplicativo Google Sala de Aula (GSA) ou pelo respectivo site dentro da turma virtual criada.

Os estudantes em sua maioria não conheciam esta ferramenta antes da utilização com a disciplina de Química, por este motivo, durante o ano letivo, a turma virtual foi criada conforme Figura 7.

FIGURA 7 - MURAL DA TURMA NO GOOGLE SALA DE AULA



Fonte: O autor (2020).

Assim alguns materiais, resumos e *links* com atividades, disponíveis no blog²⁵ do professor, foram compartilhadas para que os alunos espontaneamente acessassem e pouco a pouco ocorresse a familiarização da ferramenta.

Desse modo, quando o trabalho de pesquisa fosse iniciado seria esperado que os estudantes que interagiram com o aplicativo tivessem suas dificuldades relacionadas a navegação e uso da plataforma minimizadas.

Em síntese, o aplicativo GSA conhecido também como *Google Classroom*, pode ser apresentado como uma sala de aula virtual, no qual o professor pode organizar trabalhos, distribuir atividades para a turma, verificar o desempenho dos alunos em tarefas entre outros. A contribuição deste recurso e algumas de suas possibilidades já foram mostradas em publicações anteriores (DICICCO, 2016; SCHIEHL; GASPARINI, 2016; SILVA; NETTO, 2018).

Respeitando o regulamento do Colégio e a matriz curricular vigente, os encontros presenciais com a turma ocorriam semanalmente com aulas geminadas, isto é, duas aulas de 50 minutos seguidas. Além disso, a atividade deveria compor parte da nota trimestral dos estudantes. Desse modo, foi estabelecido que ao completar com êxito as etapas de 1 a 6 do trabalho a nota máxima atribuída seria 3,0 pontos. Havendo casos de realização parcial do trabalho, a nota seria também proporcional as atividades desenvolvidas. Além disso, mais 3,5 pontos seriam avaliados na etapa 7 (avaliação formal impressa). A seguir são descritas as etapas a serem cumpridas pelos alunos.

Etapa 1: Definição da dupla para desenvolvimento do trabalho e escolha de artigo científico para a leitura.

Etapa 2: Entrega da síntese sobre o artigo e da ficha com os critérios de identificação e elaboração.

Etapa 3: Apresentação oral com os destaques do artigo.

Etapa 4: Pesquisa nos meios didáticos e registro no caderno de informações sobre a temática eletroquímica, mais construção de gráfico estilo nuvem de palavras com posterior compartilhamento em rede social.

²⁵ Disponível em: <<https://jesusrenao.blogspot.com/>>. Acesso em: 09 out. 2019.

Etapa 5: Compartilhar fotografia autoral que expresse a ideia principal do artigo. Conhecer o que são recursos educacionais abertos e direito autoral de imagem.

Etapa 6: Elaborar um infográfico ou mapa conceitual, de modo digital, relacionando eletroquímica e o artigo lido após aula expositiva.

Etapa 7: Avaliação com questões sobre o tema eletroquímica.

Após a conclusão do trabalho, foi disponibilizado o questionário final²⁶ para analisar a percepção dos alunos em algumas etapas e, também, para que estes pudessem opinar sobre aspectos positivos e negativos identificados no decorrer da execução das atividades.

5.1.1 AULA INICIAL - Apresentação

Aula inicial, momento usado para apresentação aos alunos de todas as etapas do trabalho, esclarecimentos de dúvidas sobre o acesso a turma do Google Sala de Aula (GSA) pelo site ou aplicativo, entrega do termo de concordância de participação, além do compartilhamento do endereço eletrônico com o questionário inicial²⁷ (anexo 1). Cabe ressaltar aqui que o professor já utilizava o aplicativo mencionado para compartilhar algumas informações e tarefas com os alunos. Assim, a maioria dos estudantes estava familiarizada com o aplicativo e tinha o conhecimento de boa parte das funcionalidades disponíveis.

Um dos objetivos desta aula era deixar claro aos estudantes que a sequência do conteúdo que seria trabalhado estava de acordo com o planejamento anual estabelecido, portanto, aos alunos caberia seguir seus estudos com empenho e disposição costumeiros para realizar os trabalhos propostos. Desse modo, não seria observado discrepâncias na dinâmica das aulas por estarem participando de um trabalho de pesquisa científica a partir daquele momento.

Em tempo, alterações ainda que sutis, se houvessem, implicariam mais sobre a abordagem escolhida para o desenvolvimento do trabalho, tendo em vista que durante o ano escolar houve a predominância de aulas tradicionais expositivas, e dali em diante a presença de tecnologias seria intensificada nas aulas de química.

²⁶ Disponível em: <http://bit.ly/Qu3stF1n4L>

²⁷ Disponível em: <http://bit.ly/Qu35Tini>

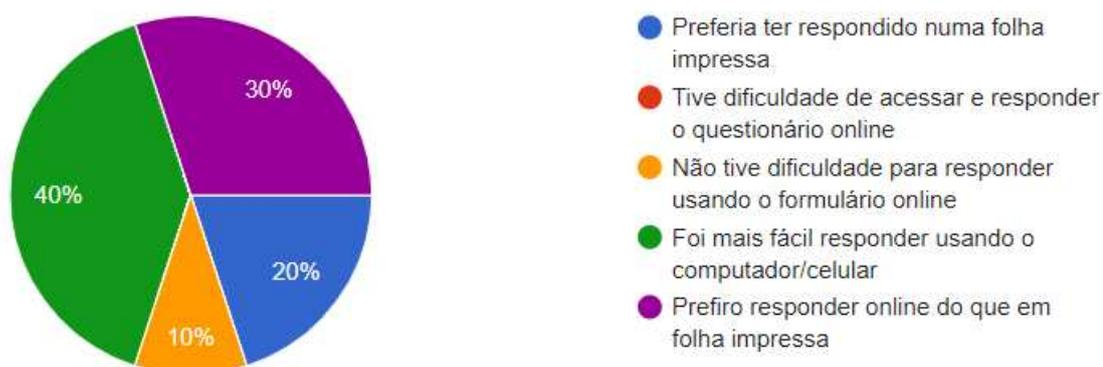
Relativo a responder o questionário inicial elaborado no *google forms* e disponibilizado para respostas *online*, procurou-se fazer um levantamento do perfil dos estudantes, buscando conhecer a sua realidade em relação ao acesso a tecnologias, sua experiência de utilização, além de tentar identificar possíveis dificuldades operacionais referentes a realização da proposta.

As questões utilizadas foram inspiradas nos indicadores analisados em pesquisa recente²⁸ sobre o uso e aplicação das TIC na educação básica. É importante aqui destacar o relevante trabalho prestado pelo Cetic.br, que desde 2010 entrevista alunos, professores e diretores de escolas públicas e privadas visando mapear a disponibilidade das TIC na educação.

As respostas do questionário final, com o *feedback* dos alunos, indicaram não existir dificuldade de acessar e responder o questionário inicial e apenas 20% (n= 5) dos alunos prefeririam ter usado material impresso para responder.

Nesse quesito, observa-se que não houve resistência a atividade de responder a questionários online, o conhecimento específico não foi empecilho, tampouco verificou-se limitações de ordem técnica ou de infraestrutura.

GRÁFICO 1 - RESPOSTAS SOBRE A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL



Fonte: O autor (2019).

5.1.2 AULA 2 – Escolha do artigo e definição da dupla

²⁸ Pesquisa TIC Educação de 2018, disponível em: <<https://cetic.br/pesquisa/educacao/indicadores>>. Acesso em: 14. jan. 2020.

Para o desenvolvimento do trabalho foi planejado a realização da maioria das atividades em pares, sendo esta aula usada para a definição da dupla de trabalho entre os alunos, bem como a escolha de um dos artigos científicos pré-selecionados no site <http://qnesc.sbq.org.br/> da Revista Química Nova na Escola (QNEsc) disponíveis no Quadro 7.

QUADRO 7 - ARTIGOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS PARA A PESQUISA

| Palavras para busca no site QNEsc e link do arquivo em formato pdf | QR CODE com o link do arquivo |
|---|---|
| <p>A eletricidade e a Química http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a08.pdf</p> |  |
| <p>Bicentenário da Pilha http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a08.pdf</p> |  |
| <p>Células a combustível http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a06.pdf</p> |  |
| <p>Conceito de oxidação http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a08.pdf</p> |  |
| <p>Oxidação enzimática http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a10.pdf</p> |  |
| <p>Escurecimento e limpeza de objetos http://bit.ly/objetos9</p> |  |
| <p>Corrosão: exemplo de fenômeno Químico http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf</p> |  |
| <p>Jeans aspectos científicos http://bit.ly/Jeans07</p> |  |
| <p>Construção de célula eletrolítica http://bit.ly/Constretq</p> |  |

| | |
|---|---|
| Hálito culpado http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc05/quimsoc.pdf |  |
| Pilhas e bateria funcionamento http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf |  |
| Limpando moedas http://bit.ly/moedasL |  |
| Oxidação de metais http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc18/A12.PDF |  |
| Potencial de eletrodo http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc17/a12.pdf |  |
| Pilhas de Cu/Mg http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a09.pdf |  |
| Experimento envolvendo oxido redução http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc23/a12.pdf |  |
| Corrosão e cinética http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc22/a06.pdf |  |
| Corrosão de metais http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc26/v26a12.pdf |  |
| Constante de Avogadro http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc03/exper.pdf |  |

Ciclos globais e a atmosfera
<http://bit.ly/ciclosDP>



Fonte: O autor (2020)

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 relacionados ao tema eletroquímica no site da QNEsc, foi disponibilizado aos alunos uma lista com as palavras-chave que deveriam ser inseridas no campo de busca do site indicado. Realizada a busca, caberia a dupla fazer o *download* do arquivo em formato pdf para a leitura e posterior apresentação oral.

Apesar do conhecimento avançado por parte de alguns alunos com a edição de arquivos online, houve dificuldade ao tentar fazê-la de maneira simultânea com a planilha colaborativa do *google drive* (Figura 8) que havia sido compartilhada para a definição do artigo. No entanto, diagnosticada essa dificuldade os próprios alunos sugeriram como alternativa a postagem no mural da sala do (GSA) como forma de registro dos artigos escolhidos para cada dupla, evitando, deste modo, que duplas escolhesse o mesmo artigo.

Com a solução proposta pelos estudantes, mencionar Kenski (2012) é inevitável, quando cita o novo espaço pedagógico criado pelas TIC e o ciberespaço²⁹ com grande potencial em oferecer possibilidades e desafios para atividade cognitiva, afetiva e social tanto para os alunos como para os professores.

²⁹ Para Kenski o ciberespaço designa o universo das redes digitais e constitui um campo vasto, aberto, ainda parcialmente indeterminado, que não se deve reduzir a um só de seus componentes. Espaço que existe (não no mundo físico) no interior de instalações de computadores em rede e entre elas, por onde passa todas as formas de informação.

FIGURA 8 - PLANILHA COMPARTILHADA PARA DEFINIÇÃO DOS ARTIGOS

| | A | B | C | D |
|----|---------------|---|---------------------------------------|---|
| 1 | Número | Palavra chave para busca do artigo no site Qnesc | Link do arquivo em formato pdf | Nome e número dos integrantes do grupo |
| 2 | 1 | A eletricidade e a Química | | |
| 3 | 2 | Bicentenário da Pilha | | |
| 4 | 3 | Células a combustível | | |
| 5 | 4 | Conceito de oxidação | | |
| 6 | 5 | Oxidação enzimática | | |
| 7 | 6 | Escurecimento e limpeza de objetos | | |
| 8 | 7 | Corrosão: exemplo de fenômeno Químico | | |
| 9 | 8 | Jeans aspectos científicos | | |
| 10 | 9 | Construção de célula eletrolítica | | |
| 11 | 10 | Hálito culpado | | |
| 12 | 11 | Pilhas e bateria funcionamento | | |
| 13 | 12 | Limpando moedas | | |
| 14 | 13 | Oxidação de metais | | |
| 15 | 14 | Potencial de eletrodo | | |
| 16 | 15 | Pilhas de Cu/Mg | | |
| 17 | 16 | Experimento envolvendo oxido redução | | |
| 18 | 17 | Corrosao e cinética | | |
| 19 | 18 | Corrosao de metais | | |
| 20 | 19 | Constante de avogadro | | |
| 21 | 20 | Ciclos globais e a atmosfera | | |

Fonte: O autor (2020)

Desse modo, foi percebido que a partir do 'desafio' de completar a planilha *on-line* a dificuldade de edição serviu como um estímulo a autonomia para resolução do problema. Ao propor esta atividade, esperava-se permitir o aperfeiçoamento de habilidades fundamentais para interação tecnológica, tais como navegar (acessar) no *site* da Revista Química Nova na Escola, buscar e selecionar um artigo, fazer o *download* e a leitura dele, vale mencionar que para esta etapa o prazo delimitado era de uma semana.

Importante notar também que mesmo estipulando critérios para diferenciar os conceitos de leitura e navegação não há uma linha clara que divide os dois termos, de tal modo que é saudável compreender como parte de uma concepção mais ampla e atual de leitura (COSCARELLI, 2016). Ademais, objetivava-se também que, além dos recursos tecnológicos os estudantes tivessem contato com um recorte do conteúdo de eletroquímica, recorte este apresentado em linguagem técnica chancelado por uma das mais importantes revistas científicas brasileiras.

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 (Anexo 2 e 3) 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, como mostrado na Figura 9.

FIGURA 9 - FOLHA DE ORIENTAÇÕES SOBRE A ATIVIDADE

| <u>FICHA PARA ELABORAÇÃO DA SÍNTESE</u> | |
|--|-------|
| Critérios de identificação: | |
| - TÍTULO DO ARTIGO | _____ |
| _____ | _____ |
| - AUTORES | _____ |
| _____ | _____ |
| - ASSUNTO/OBJETIVO (O QUÊ) | _____ |
| _____ | _____ |
| - PALAVRAS-CHAVES | _____ |
| _____ | _____ |
| Critérios para elaboração: | |
| - PROBLEMÁTICA (POR QUÊ O AUTOR ESCOLHEU ESSE ASSUNTO) | _____ |
| _____ | _____ |
| - METODOLOGIA (COMO FOI ESTUDADO/APRESENTADO) | _____ |
| _____ | _____ |
| - PESQUISA DE CAMPO (ONDE, COM QUEM/COM O QUÊ, QUANDO) | _____ |
| _____ | _____ |
| - PRINCIPAIS RESULTADOS (O QUE DESCOBRIU) | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

| Sugestão de etapas a seguir para elaboração da síntese. | |
|--|---|
| 1º Passo – Leitura do Texto | Faça uma leitura preliminar do texto para analisar o tema e ideia central. |
| 2º Passo – Sublinhe o Texto | Releia o texto atentamente e sublinhe os trechos que julgar mais importantes. |
| 3º Passo – Faça anotações e encontre palavras-chave | Anote os trechos mais importantes durante a segunda leitura do texto e identifique palavras-chave. Para fazer seu esboço inicial relacione as informações anotadas nos critérios: problemática, metodologia, pesquisa de campo e principais resultados. |
| 4º Passo – Reflita sobre o que escreveu no seu esboço | Nesta etapa você já terá maior clareza do texto. Leia seu rascunho e verifique se você conseguiu extrair os principais aspectos do texto base. Esta etapa é importante para que você não cometa o erro de copiar e replicar os trechos do texto original. Outro cuidado importante é quanto a emitir opiniões e julgamentos. A síntese é impessoal. |
| 5º Passo – Reescrever o texto | Ao sintetizar deve-se reescrever com suas próprias palavras, porém mantendo as ideias originais. Para isso utilize as palavras-chaves que você separou na etapa 3 e também as ideias mais importantes, grifadas anteriormente, estruturando o seu próprio texto. Ao fazê-lo, não use a primeira pessoa, ou seja, a síntese deve ser feita em terceira pessoa , pois deve ser imparcial e objetiva. Não é obrigatório manter a ordem das ideias idêntica à do texto original, mas é preciso ter coerência, ao organizá-las. |

Fonte: o autor (2019)

Assim, de acordo com as orientações do docente, caberia aos estudantes como tarefa extraclasse (para casa) 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. Estas tarefas auxiliariam na atividade de exposição oral agendada para a próxima aula.

5.1.3 AULA 3 e 4 – Apresentação oral do artigo

Passado o prazo de uma semana, esta aula foi organizada para receber a síntese, que poderia ser entregue como arquivo digital pelo GSA 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.

Esperava-se, que brevemente as duplas ao externalizar suas impressões sobre o artigo, sem recursos visuais, para os demais colegas de turma, pudessem reconhecer possíveis situações cotidianas dentro do tema eletroquímica e destacassem alguns termos desconhecidos identificados no texto. Entretanto, em algumas duplas o que se observou foi uma divisão desproporcional do trabalho, dificuldade em fazer a leitura de artigo com mais de uma página, dificuldade em reconhecer os principais elementos do texto.

Tendo em vista as perguntas, durante as apresentações, de modo geral, notou-se que uma pequena porção dos alunos demonstraram conhecimentos relacionados a eletroquímica ou pelo menos ampliaram seu vocabulário. É plausível considerar que durante as falas dos alunos houve pouca interação do professor para esclarecimentos de conceitos, seguindo uma apresentação mais fluída entre os grupos. No entanto, ao final das apresentações, houve intervenção do professor questionando o conhecimento de alguns dos termos apresentados como oxidação, corrosão, pilha.

Vale lembrar que nesta etapa, 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 de ensino híbrida como sala de aula invertida, onde se promove a autonomia dos estudantes pela busca de informações e conhecimento. Assim novas oportunidades de aplicação e adequações merecem ser consideradas.

Mesmo com o 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.

Recorrendo a informações de índices atualizados³⁰, o cenário não é favorável, como verificou-se no último Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) com apenas 53 alunos de um total de 3,8 milhões que realizaram a prova atingindo a nota máxima na prova de redação, enquanto que 4% (143.736) obtiveram nota zero. Esclarecendo, não se pretende adotar esses dados como índices absolutos que representem qualidade de ensino ou certa realidade escolar, tampouco questionar a forma de avaliação do exame. No entanto, chamam a atenção e é minimamente razoável considerar o que estas informações podem demonstrar, refletindo sobre a desenvoltura escrita dos estudantes.

Finalizando a aula, foi pedido aos estudantes que tão logo tivessem a disponibilidade de acesso à internet fizessem o *download* em seu telefone de um aplicativo específico para a construção de gráficos estilo nuvem de palavras.

O aplicativo selecionado “*Word Art Generator*”, destaca-se entre outros pela fácil utilização, tendo a seu favor o uso disponível sem a necessidade da conexão com a internet, assim uma vez instalado no dispositivo móvel todos os alunos com *smartphone* poderiam realizar a tarefa dentro de sala de aula. De modo alternativo, para os alunos que não fossem usar o aplicativo sugerido, existiria a possibilidade de utilizar o endereço eletrônico similar ao aplicativo (<https://wordart.com/>).

³⁰ Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2020/01/enem-2019-teve-4-dos-participantes-com-nota-zero-na-redacao-e-53-com-nota-maxima.shtml>> Acesso em: 11 mar. 2020.

5.1.4 AULA 5 – Pesquisa de conceitos

Nesta aula, a atividade proposta tentava verificar como os alunos buscariam as informações referentes a conceitos relacionados a eletroquímica, tanto nos livros didáticos como na pesquisa, usando a internet.

É importante lembrar que na sala de aula não havia rede de internet disponível aos alunos, assim os interessados em utilizar esse recurso usariam seu próprio equipamento eletrônico (*smartphone*) e a conexão de dados da operadora de telefonia móvel. Cabe salientar, que por se tratar da capital do estado do Paraná, a cidade de Curitiba possui considerável rede de dados móveis. No entanto, nem todas as cidades paranaenses ou brasileiras dispõem de uma boa rede de cobertura com tecnologia 4G para acesso rápido à internet, portanto, não há dúvida que noutra realidade diferente do contexto desta pesquisa está etapa de busca de informações na internet de maneira autônoma pelos estudantes ficaria bem comprometida.

Como sugestão, e de modo alternativo, nesta etapa o professor poderia ter criado o material didático com os principais conceitos de interesse. Assim, após compartilhar com a turma o material impresso ou de modo digital seria possível agendar uma videoconferência para dialogar sobre os conceitos e em outro momento presencial, retomar a leitura do material produzido.

A orientação aos alunos nesta etapa foi no sentido de realizar uma pesquisa nos meios didáticos disponíveis, registrar as informações no caderno com conceitos e definições a respeito das palavras chaves e termos identificados no artigo lido. Assim enquanto os alunos faziam suas anotações, o professor andava entre as carteiras em que as duplas trabalhavam dando oportunidade para que com a aproximação os alunos fizessem perguntas e tirassem dúvidas em relação ao conteúdo ou a atividade.

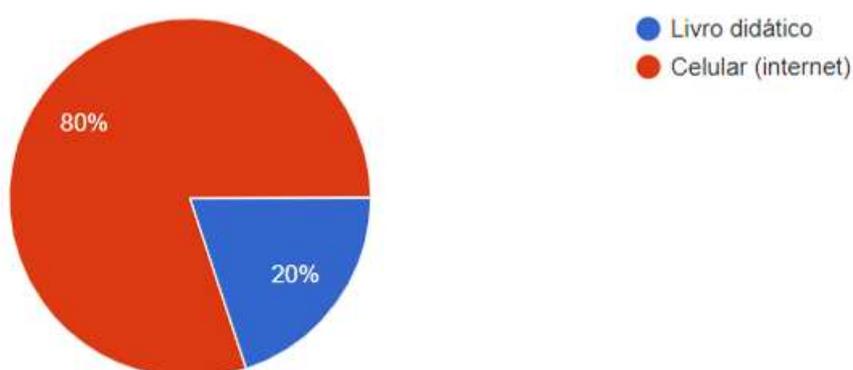
Cabe mencionar que se tratava de uma atividade colaborativa, visto que a pesquisa sendo realizada em dupla permitiu a troca de ideias e a validação de informações durante o trabalho. Mesmo dessa forma, a organização do conteúdo pesquisado foi feita por cada estudante de modo mais conveniente para seu posterior estudo e consulta ao caderno. Importante destacar que a maioria dos alunos optaram por realizar a pesquisa por meio da internet. Algumas respostas mencionadas que justificam a opção, foram transcritas no Quadro 8 a seguir.

QUADRO 8 - RESPOSTAS DE ESCOLHA PARA PESQUISA

| Algumas respostas obtidas |
|--|
| <i>"Mais fácil de achar"</i> |
| <i>"No livro tem que ler um monte"</i> |
| <i>"Com a internet faço mais rápido"</i> |
| <i>"Entendo melhor na internet"</i> |

Fonte: O autor (2020)

GRÁFICO 2 - FONTE DE INFORMAÇÃO PARA PESQUISA DE CONCEITOS



Fonte: o Autor (2019)

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 trata 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.

Concluída a pesquisa dos termos no caderno, foi proposto aos alunos utilizar o aplicativo, baixado previamente, para construir um gráfico/figura no estilo nuvem de palavras. Vale ressaltar, que o foco não é a utilização de um aplicativo, 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.

O destaque para esta atividade foi o compartilhamento em rede social, liberdade criativa para desenvolver seu gráfico de palavras. Sobressaindo o uso de hashtag (#) para identificação da turma, do colégio e do trabalho na rede social *Instagram*. O engajamento com comentários nas fotos e curtidas por outros colegas, além da velocidade de execução e postagem foi surpreendente, contam como ponto positivo a fácil utilização do aplicativo bem como a edição da imagem após a criação da nuvem de palavra.

FIGURA 10 - PUBLICAÇÕES DE NUVENS DE PALAVRAS



Fonte: o Autor (2020).

5.1.5 AULA 6 – Minimizando dúvidas

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.

Buscando uma aproximação com a realidade de objetos macroscópicos a aula foi iniciada abordando a origem do conceito pilha (Figura 11) ao citar o experimento

proposto por Alessandro Volta, disponível para visitação no *Tempio Voltiano* na cidade italiana de Como.

FIGURA 11 - PILHA DESENVOLVIDA EM 1799 POR ALESSANDRO VOLTA



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

Assim, partindo-se de algo palpável como a pilha comum, chegou-se ao princípio básico do funcionamento da pilha de Volta, onde a eletricidade   produzida pelo contato entre diferentes materiais. A situa o ilustrada aos alunos requeria imaginar por que alguns materiais devem receber elétrons – sofrendo a rea o de redu o – enquanto outros devem perder elétrons – sofrendo rea o de oxida o – quando em contato. Desse modo, foi abordado o conceito de potencial de redu o padrão sua representa o combinada com as semi-rea oes, além dos cálculos numéricos para estimar o valor da diferença de potencial de uma pilha formada por dois metais diferentes.

Considera-se a leitura dos símbolos das semi-rea oes e a interpreta o dos valores como o conhecimento próprio da linguagem química. Deste modo, nesta aula, priorizou-se o conhecimento representacional, envolvendo espontaneidade de rea oes químicas, exemplos com cálculos de diferença de potencial, estimar o maior valor possível de potencial para uma pilha, além de exercício de análise de semi-rea oes e rea o global.

5.1.6 AULA 7 – 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. Assim, foi proposta a atividade, solicitando aos alunos que compartilhassem pelo GSA duas imagens, sendo uma foto autoral da dupla e outra que poderia ser encontrada na internet. Recomendou-se a utilização do *site*³¹ (pixabay) que possui um grande número de imagens disponível para utilização sem a obrigatoriedade de citar o autor da imagem ou pagar os direitos autorais pelo seu uso.

Por esse motivo, intencionalmente, os estudantes foram alertados sobre o uso indevido de imagens, também foi trabalhado o conceito de direito autoral de imagens de terceiros. Foi mencionado a importância do cuidado ao utilizar e compartilhar imagens, alertando sobre casos noticiados na imprensa sobre *bullying* e crimes cibernéticos envolvendo estudantes.

Antes da realização da atividade, foi compartilhado com os alunos o *link* de um pequeno vídeo³² que mencionava o conceito de Recursos Educacionais Abertos (REA), estes recursos de modo generalista, podem ser definidos como qualquer conteúdo que seja utilizado para fins educacionais sendo permitida sua modificação e adaptação.

Assim, foi reforçado o conceito de aberto como algo que “tem a ver com apreço pelo ato de compartilhar e se sustenta no princípio de que as melhores obras são feitas e aprimoradas de forma coletiva” (GONSALES; SEBRIAM; MARKUN, 2017, p.28). Nesse momento, foi apresentado para os alunos os direitos de trabalhos sob o *Creative Commons*, conteúdos sob esta licença podem ser copiados, distribuídos, remixados para elaboração de outros trabalhos.

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. Para o trabalho, os alunos puderam fazer os registros em qualquer lugar fora da escola durante o período de uma semana entre as aulas. Por ser uma atividade colaborativa em dupla, também foi permitido que durante a aula de Química as duplas teriam

³¹ Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/>> Acesso em: 22 out. 2019.

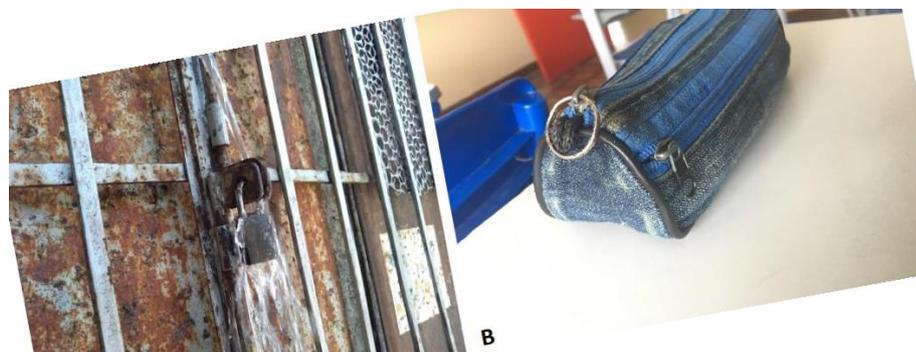
³² Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=u_1fGC4rjLg> Acesso em: 22 out. 2019.

liberdade para sair da sala de maneira ordenada e percorrer as dependências do colégio em busca da imagem adequada. Destaca-se o papel fundamental do aparelho celular ou *smartphone*, sem o apoio deste recurso a atividade não poderia ocorrer da mesma forma.

Cabe aqui mencionar a afinidade dessa proposta com recente estudo publicado por Cleophas e Borin (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 12).

FIGURA 12 - FOTO AUTORAL REPRESENTAÇÃO DO ARTIGO



Fonte: O autor (2020).

Aqui se percebe que enquanto a dupla 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 seu real entendimento.

5.1.7 AULA 8 – Avaliação com questões

O objetivo desta aula era avaliar como seria o aproveitamento dos alunos na resolução de uma avaliação com questões descritivas e objetivas. Nesta data, também 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 eletrônico³³. 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.

Outra alternativa para criar o trabalho era em formato de infográfico, para isto foi sugerido o Canva³⁴. 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.

Assim, ocorreu 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 (ANEXO 4) 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.

³³ Disponível em: <<https://coggle.it/>> Acesso em: 30 out. 2019.

³⁴ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br> Acesso em: 30 out. 2019.

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 9 abaixo.

QUADRO 9 - 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: O autor (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 dividido em tantas etapas, mesmo prorrogando o tempo para a conclusão do mesmo não foram todos os alunos que entregaram. Deve ser considerado também a percepção do fim do ano letivo que se aproximava, 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.

5.1.8 PERSPECTIVAS E LIMITAÇÕES

A viabilidade da utilização de tecnologias num ambiente escolar perpassa por obstáculos nem sempre destacados num olhar inicial. Não é incomum encontrar professores(as) sobrecarregados de aulas em razão da remuneração defasada,

atuando em mais de uma escola, com uma formação acadêmica deficitária e capacitação quase inexistente.

Ainda que exista um esforço para a melhoria da infraestrutura, a realidade escolar de boa parte do país não é favorável à tecnologia, o simples acesso à internet de banda larga é notado mais em setores como direção e coordenação do que disponível para os alunos. Conforme Cetic (2017), apenas 39% dos alunos de escolas públicas urbanas afirmaram acessar a internet na escola.

Mesmo com a falta de disponibilidade de internet sem fio para uso em atividades pedagógicas, e todas as adversidades, a realização de trabalhos com os alunos que incorporam algum tipo de aparato tecnológico no desenvolvimento da aprendizagem é notado. Ressoando afirmação de Bacich (2018, p.162), “a educação não é a preparação para a vida, ela acompanha a própria vida”, e apesar de toda e qualquer previsão pessimista sobre a importância do docente no futuro da educação, o seu trabalho continua sendo louvável para nossa evolução como seres humanos.

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.

Como a história da rã no fundo do poço, lembrada por Rubem Alves em seu livro *Conversas com quem gosta de ensinar* onde se percebe a dificuldade de pensar para além do contexto em que se vive, além do universo que nos cerca. Com a celeridade dos avanços tecnológicos, exige-se de modo epopeico dos professores, como, por exemplo, atender a nova BNCC (2017) para o Ensino Médio.

O documento menciona que é necessário garantir aprendizagens aos jovens para atuar em uma sociedade em constante mudança e prepará-los para profissões que ainda não existem para usar tecnologias que ainda não foram inventadas. Juntamente com o contexto de sala de aula, com uma realidade tão diversa, é impossível propor um roteiro a ser seguido sem falhas, ainda mais se considerarmos o próprio momento histórico em que vivemos.

Nesse sentido, optou-se por não apresentar um roteiro, mas sim o Quadro 8 que ilustra resumidamente as atividades desenvolvidas, e as associações aos níveis de conhecimento químico a ser favorecido, juntamente com aspectos multimodais de avaliação e os códigos que indicam qual a habilidade da BNCC pode ser explorada.

QUADRO 10 - RESUMO SOBRE AS ATIVIDADES DAS AULAS

| Aula | Níveis representacionais abordados | Ferramentas utilizadas | Aspectos multimodais | Ensino híbrido e tipo de atividade³⁵ | Habilidades da BNCC |
|-------------|---|---|---|--|--|
| 01 | - | Questionário inicial <i>on-line</i> . | Navegação internet, acesso a link de formulário. | Assíncrona. | - |
| 02 | - | Leitura de artigo científico, <i>google docs</i> , GSA. | Navegação em site de revista científica, edição de documento <i>on-line</i> , colaboração. | Síncrona e assíncrona. | EM13CNT301 EM13CNT303 |
| 03 | Submicroscópico e macroscópico. | Apresentação oral e elaboração de síntese sobre o artigo lido. | Oralidade, interpretação de texto. | Síncrona. | EM13CNT203 EM13CNT302 EM13CNT303 |
| 04 | Submicroscópico e macroscópico. | Apresentação oral sobre artigo lido. | Interpretação de texto e oralidade. | Síncrona. | EM13CNT203 EM13CNT302 EM13CNT303 |
| 05 | Representacional | Pesquisa nos meios didáticos. | Autonomia, trabalho em dupla | Síncrona. | EM13CNT101 EM13CNT308 |
| 06 | Submicroscópico e representacional. | Aula expositiva. | Linguagem não-verbal. | Síncrona. | EM13CNT106 |
| 07 | Macroscópico. | Smartphone (para o registro fotográfico), computador (acesso ao GSA). | Foto autoral, download de imagem da internet compartilhamento de arquivo em plataforma própria. | Síncrona e assíncrona. | EM13CNT207 |
| 08 | Representacional ou simbólico. | Atividade com questões descritivas e objetivas. | Leitura, interpretação e análise de figuras e texto. | Síncrona. | EM13CNT107 |
| 08 | Combinação dos três níveis. | Aplicativos: Canva, Coggle ou similares. | Criatividade, mapa conceitual, infográficos. | Assíncrona. | EM13CNT302 |

Fonte: o Autor (2020).

³⁵ Termos comuns do ensino híbrido, entende-se por atividade síncrona trabalhos realizados em momentos que professor e aluno estão conectados simultaneamente seja por meio digital ou meio físico, enquanto que em atividades assíncronas não é necessário a conexão simultânea, neste formato, destaca-se o controle do tempo e local para realização das atividades.

No entanto, nem sempre novas práticas pedagógicas são bem aceitas, a não aderência a novidades encontram suporte na mentalidade tradicional de muitos professores, gestores e por vezes dos próprios alunos. Assim, como há lacunas sobre a formação e capacitação de professores bem como o próprio domínio da tecnologia pelos docentes.

Parece não ser tarefa simples alcançar o uso consciente e crítico da tecnologia em sala de aula, sua introdução em planos de trabalho docente como parte integrada das atividades previamente planejadas é uma evolução ainda que modesta. Em contraponto, aparentemente, não há razão para negligenciar sua utilização tampouco para adotá-la de forma demasiada, mas sim identificar quais as possibilidades pedagógicas proporcionadas pela tecnologia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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. Entende-se que o desconforto associado a uma abordagem diferente do habitual reserva dificuldades inicialmente, 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 com mais aulas disponíveis, para desenvolver trabalhos similares a este, a familiarização de aplicativos e recursos tecnológicos tende a aumentar a confiança para ensinar e aprender com esses aparatos, tanto por parte do docente como dos alunos.

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. Em geral, as pessoas não chegam ao estabelecimento com o objetivo de colocar seu cartão de crédito 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 atual para 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 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 habilidades como autonomia na busca por informações, criatividade e organização para o registro fotográfico e para criar um infográfico ou mapa mental.

Os resultados dos trabalhos executados pelos alunos nos levam a interpretar com entusiasmo a pesquisa desenvolvida, apesar dos obstáculos relacionados ao conteúdo e aos recursos tecnológicos. Pois 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.

Mesmo havendo dificuldades, este trabalho apresentou possíveis formas para a utilização de ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem, considerando o processo avaliativo desenvolvido na aplicação da unidade didática pautada no uso de TIC. Vale ressaltar que, apesar de não ter a disponibilidade do laboratório de informática e com um ambiente escolar de conectividade limitada, os resultados nos levam 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.

Com efeito, as inúmeras alternativas de uso de tecnologia em sala de aula, é necessário a ponderação para não acreditar que ela possa ser a solução mágica para os problemas da educação. Sua relevância deve ser considerada para desenvolver habilidades, mas sem perder o foco no conteúdo, complementando e facilitando o desenvolvimento do conhecimento químico.

Esta iniciativa, implicou inevitavelmente em resultados positivos também em relação ao aperfeiçoamento profissional do professor/pesquisador. Considerando que

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

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. Algumas adversidades devem ser ponderadas como 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.

Acredita-se que as reflexões apresentadas 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 do ensino e da aprendizagem.

Não poderia concluir este trabalho sem mencionar este ano de 2020, que certamente será lembrado como marco histórico em razão da pandemia causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2). Apesar de tantos acontecimentos trágicos, no âmbito educacional possivelmente será destacada a aceleração e adaptação que em condições normais não seriam possíveis de acontecer em tão pouco tempo. O momento completamente atípico exigiu das instituições de ensino e de modo específico dos professores uma assimilação quase instantânea de ferramentas tecnológicas que estavam disponíveis a certo tempo, mas nem sempre eram vinculadas a estratégias de ensino. Sem dúvidas é necessário reconhecer o esforço e dedicação desses profissionais comprometidos com a educação, pela rápida adaptação ao ensino remoto e ensino a distância.

REFERÊNCIAS

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

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

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Cláudio. 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, Maria Luiza. A televisão como ferramenta pedagógica na formação de professores. **Educação e pesquisa**, v. 29, n. 2, p. 287-301, 2003.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; BORGES, Maristela Correa. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Revista de Educação Popular**, v. 6, n. 1, 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. ProInfo - Apresentação. 2019. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/proinfo>>. Acesso em: 5 dez. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília (DF): Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2020.

BUZATO, Marcelo El Khouri. **Letramentos digitais e formação de professores**. São Paulo: Portal Educarede, 2006.

BUZATO, Marcelo El Khouri. **Entre a fronteira e a periferia: linguagem e letramento na inclusão digital**. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) - Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CAAMAÑO, Aureli; OÑORBE, Ana. La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. **Alambique**, v. 41, p. 68-81, 2004.

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, Maria das Graças, CAVALCANTI, Eduardo Luiz Dias, LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. As Tecnologias Móveis no Processo de Ensino e Aprendizagem da Química. **Revista Tecnologias na Educação** – Ano 8 - Número 14 – Julho 2016.

CLEOPHAS, Maria das Graças, CUNHA, Marcia Borin. Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2020.

COBO, Cristobal. Plano Ceibal: novas tecnologias, pedagogias, formas de ensinar, aprender e avaliar. **Experiências avaliativas de tecnologias digitais na Educação**, p. 47, 2016.

COSCARELLI, Carla Viana. (org.) **Tecnologias para aprender**. São Paulo: Parábola editorial, 2016.

COSTA, Fernando Albuquerque. 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, Marcia Borin da. 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.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

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

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

DICICCO, Kathleen M. **The effects of Google Classroom on teaching social studies for students with learning disabilities**. 2016. Disponível em: <<http://rdw.rowan.edu/etd/1583/>>. Acesso em: 15 out. 2020.

Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica/Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretoria de Currículos e Educação Integral**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

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

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

FILGUEIRAS, Carlos A. L. João Manso Pereira, químico empírico do Brasil colonial. **Química Nova**, v. 16, n. 2, p. 155-160, 1993.

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

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

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

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

GONSALES, Priscila, SEBRIAM, Débora; MARKUN, Pedro. **Como implementar uma política de educação aberta**. São Paulo: Cereja, 2017. Disponível em: <<http://educadigital.org.br/guiaEA>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

GRAVATÁ, André; et al. **Volta ao mundo em 13 escolas**. São Paulo: Fundação Telefônica: 2013.

JACON, Liliane S.C.; MELLO, Irene Cristina de; OLIVEIRA, Ana Carolina Garcia de. 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. Disponível em: <http://www.seer.ufs.br/index.php/edapeci>. Acesso em: 09 mar. 2020

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

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

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

JOHNSTONE, Alex H. You Can't Get There from Here. **Journal of Chemical Education**, v.87, n. 1, p. 22-29, 2010/01/01 2009.

KENSKI, Vani Moreira; Educação e tecnologias. **São Paulo: Papyrus**, 2012.

LEDESMA, Fernanda. Mobile learning: **Proibir ou integrar**. Disponível em: <http://cefopna.edu.pt/revista/revista_09/es_02_09_fl.Htm>. v. 16, p. 45, 2013. Acesso em: 09 abr. 2020

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

LEITE, Bruno Silva. **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.

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

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

LUCAS Margarida, MOREIRA António. DigCompEdu: Quadro europeu de competência digital para educadores. **Aveiro: UA**. 2018.

MAHAFFY, Peter. Moving chemistry education into 3D: A tetrahedral metaphor for understanding chemistry. Union Carbide Award for Chemical Education. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 1, p. 49, 2006.

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

MAROJA, Cláudio. **O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007

MATIAS, Avanúzia Ferreira; SOARES, Carla Poennia Gadelha. **Aspectos didáticos em avaliações com itens multimodais**. XVII Encontro Nacional de Prática de Ensino – ENDIPE, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/A5p3ct0sMult1>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

MATTOS, Tiago. **Vai lá e faz: Como empreender na era digital e tirar ideias do papel**. Belas-Letras, 2017.

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

MONTEIRO, Jean Carlos da Silva; LOPES, Ana Paula de Sousa; RODRIGUES, Sannya Fernanda Nunes. 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.

MORAES, Andréa. A multimodalidade na avaliação pedagógica: novos caminhos de leitura, novos letramentos. **Quaestio-Revista de Estudos em Educação**, v. 13, n. 2, p. 147-162, 2011.

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, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda A.; **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 3ª ed. Campinas/SP: Editora Papirus (coleção Papirus Educação), 2001

MORÁN, José. 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, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova** 23, no. 2 (2000): 273-283.

NIAZ, Mansoor. Facilitating conceptual change in students' understanding of electrochemistry. In: **International Journal Science Educaticon**. v. 24, n. 4, p. 425-39, 2020.

NICHELE, Aline Grunewald; SCHLEMMER, Eliane. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 2, 2014.

NOGUEIRA, Keysy Solange Costa; GOES, Luciane Fernandes de; FERNANDEZ, Carmen. As limitações de ensino-aprendizagem associadas ao conteúdo redox nos eventos brasileiros. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 4197-4202, 2017.

NUNES, Marcela de Oliveira; GUERINO, Mariana de Fátima; STANZANI, Enio de Lorena. 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.

PALFREY, John; GASSER, Urs. **Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais**. (M. F. Lopes, Trad.) Porto Alegre: Grupo A, 2011.

PATROCÍNIO, Sandra de Oliveira Franco. **José Bonifácio de Andrada e Silva e os estudos químico-mineralógicos: uma vida perpassada por compromissos com o ensino e a sociedade**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2015.

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

REID, Norman. A tribute to Professor Alex H Johnstone (1930–2017): His unique contribution to chemistry education research. **Chemistry Teacher International**, v. 1, n. 1, 2019.

ROSA, Marcelo Prado Amaral. **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.

SÁ, Lucas Vivas de. O uso das Tecnologias Digitais no Ensino de Química: Uma análise dos trabalhos presentes na química Nova na escola à luz da teoria da atividade. 2016.

SABEL, Marcos Felipe de Souza; LACERDA, Nília Oliveira Santos. **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, Amarolinda et al. **M-learning e u-learning: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua**. São Paulo: Perarson, v. 30, 2011.

SANTOS, Danilo Oliveira; WARTHA, Edson José; SILVA FILHO, Juvenal Carolino da. **Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização**. ENEQ-ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, v. 15, 2010.

SCHIEHL, Edson Pedro; GASPARINI, Isabela. Contribuições do Google Sala de Aula para o ensino híbrido. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n. 2, 2016.

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

SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg; ALVES FILHO, José de Pinho; SCHUHMACHER, Elcio. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017.

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

SILVA, Eunice; LOUREIRO, Maria João; PISCHETOLA, Magda. Competências digitais de professores do estado do Paraná (Brasil). **Eduser-Revista de Educação** 11, no. 1. 61-75. 2019

SILVA, Gerla M. Lima da; NETTO, José Francisco de M. **Um Relato de Experiência Usando Google Sala de Aula para Apoio à Aprendizagem de Química**. Anais do Workshop de Informática na Escola. v. 24. n. 1. 2018.

STAKE, Robert 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, José Armando 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, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário inicial aplicado aos alunos, disponibilizado de modo eletrônico para preenchimento a partir do link <http://bit.ly/Qu35Tini>

Questionário inicial

Perfil do estudante em relação a Tecnologia.

*Obrigatório

1. Email address * _____

2. Qual sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- 18 anos
 17 anos
 16 anos
 15 anos
 14 anos
 mais de 18 anos

3. B4 - JÁ ACESSOU A INTERNET? QUANDO FOI O SEU ÚLTIMO ACESSO? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, há menos de 3 meses
 Sim, há mais de 3 meses
 Não. Não utilizo a internet

4. B4A - QUAL SUA FREQUÊNCIA DE ACESSO À INTERNET *

Marcar apenas uma oval.

- Mais de uma vez por dia
 Pelo menos uma vez por dia
 Pelo menos uma vez por semana
 Pelo menos uma vez por mês
 Menos de uma vez por mês

5. B6 - QUAL TIPO DE COMPUTADOR EXISTE NA SUA RESIDÊNCIA? *

Marcar apenas uma oval por linha.

| | sim | não | não sabe |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| computador de mesa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| computador portátil | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| tablet | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

6. B10 - VOCÊ POSSUI ACESSO À INTERNET NO? *

Marcar apenas uma oval por linha.

| | sim | não | não sei |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quarto | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sala de casa ou outro lugar que não seja o quarto | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Escola | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Casa de outra pessoa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lanhouse ou cybercafé | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Em deslocamento | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Outro local, como shopping, igreja ou lanchonete | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

7. B11 - QUAL O PRINCIPAL LOCAL DE ACESSO À INTERNET? *

Marcar apenas uma oval.

- Quarto
 Sala de casa ou outro lugar que não seja o quarto
 Escola
 Casa de outra pessoa
 Lanhouse ou cybercafé
 Em deslocamento
 Outro local, como shopping, igreja ou lanchonete

8. B15A - VOCÊ ACESSA A INTERNET EXCLUSIVAMENTE POR? *

Marcar apenas uma oval.

- celular
 computador de mesa
 Não se aplica. Acesso por mais de um dispositivo.

9. B15 - QUAIS EQUIPAMENTOS VOCÊ UTILIZA PARA ACESSAR A INTERNET *

Marcar apenas uma oval por linha.

| | SIM | NÃO |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Computador de mesa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Computador portátil | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Celular | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Videogame | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Televisão | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Tablet | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

10. C6 - QUAL SUA PERCEPÇÃO SOBRE OS EFEITOS DO USO DA INTERNET NAS ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM *

Marcar apenas uma oval por linha.

| | Sim | Não | Não sei |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| As atividades realizadas na Internet fazem com que sinta mais vontade de aprender coisas novas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| As atividades realizadas na Internet ajudam a aprender coisas que fazem ir melhor na escola | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| As atividades realizadas na Internet ajudam a pensar no que quer trabalhar no futuro | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| As atividades realizadas na Internet ajudam a resolver dificuldades ou problemas que enfrenta na escola | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| As atividades realizadas na Internet fazem com que o interesse pela aula aumente | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

11. VOCÊ TEM PRETENSÃO EM TRABALHAR COM TECNOLOGIA, COMPUTADOR E INTERNET? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Não sei

12. PARA APRENDER SOBRE O USO DO COMPUTADOR E DA INTERNET, QUAL FORMA UTILIZA

Marcar apenas uma oval por linha.

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Com cursos on-line | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sozinho(a) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Com o(a) professor(a) ou educador(a) da escola | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Com outros alunos ou amigos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Com outras pessoas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Com vídeos ou tutoriais disponíveis na Internet | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

13. Considerando o uso de tecnologias, aplicativos e recursos digitais, marque na escala abaixo qual seu nível de domínio e entendimento *

Marcar apenas uma oval.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Não entendo nada | <input type="radio"/> | Tenho pleno domínio |

SOBRE ATIVIDADES REALIZADAS NA INTERNET

Responda sim ou não em todas perguntas abaixo

14. Pesquisou coisas na Internet por curiosidade ou por vontade própria *

Marcar apenas uma oval.

- sim
 Não

15. Assistiu a vídeos, programas, filmes ou séries na Internet *

Marcar apenas uma oval.

- sim
 Não

ANEXO 2 – FICHA PARA ELABORAÇÃO DA SÍNTESE**Critérios de identificação:**

- TÍTULO DO ARTIGO

- AUTORES

- ASSUNTO/OBJETIVO (O QUÊ)

- PALAVRAS-CHAVES

Critérios para elaboração:

- PROBLEMÁTICA (POR QUÊ O AUTOR ESCOLHEU ESSE ASSUNTO)

- METODOLOGIA (COMO FOI ESTUDADO/APRESENTADO)

- PESQUISA DE CAMPO (ONDE, COM QUEM/COM O QUÊ, QUANDO)

- PRINCIPAIS RESULTADOS (O QUE DESCOBRIU)

ANEXO 3 – SUGESTÃO³⁶ DE ETAPAS PARA ELABORAR A SÍNTESE

| | |
|---|---|
| 1º Passo – Leitura do Texto | Faça uma leitura preliminar do texto para analisar o tema e ideia central. |
| 2º Passo – Sublinhe o Texto | Releia o texto atentamente e sublinhe os trechos que julgar mais importantes. |
| 3º Passo – Faça anotações e encontre palavras-chave | Anote os trechos mais importantes durante a segunda leitura do texto e identifique palavras-chave. Para fazer seu esboço inicial relacione as informações anotadas nos critérios: problemática, metodologia, pesquisa de campo e principais resultados. |
| 4º Passo – Reflita sobre o que escreveu no seu esboço | Nesta etapa você já terá maior clareza do texto. Leia seu rascunho e verifique se você conseguiu extrair os principais aspectos do texto base. Esta etapa é importante para que você não cometa o erro de copiar e replicar os trechos do texto original. Outro cuidado importante é quanto a emitir opiniões e julgamentos. A síntese é impessoal. |
| 5º Passo – Reescrever o texto | Ao sintetizar deve-se reescrever com suas próprias palavras, porém mantendo as ideias originais. Para isso utilize as palavras-chaves que você separou na etapa 3 e também as ideias mais importantes, grifadas anteriormente, estruturando o seu próprio texto. Ao fazê-lo, não use a primeira pessoa, ou seja, a síntese deve ser feita em terceira pessoa , pois deve ser imparcial e objetiva. Não é obrigatório manter a ordem das ideias idêntica à do texto original, mas é preciso ter coerência, ao organizá-las. |

³⁶ Sugestões adaptadas do artigo “Passo a passo para você fazer uma síntese de qualidade”, disponível em <<https://canaldoensino.com.br/blog/passo-a-passo-para-voce-fazer-uma-sintese-de-qualidade>>. Acesso em 10 jun. 2019.

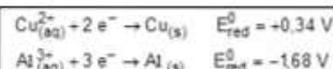
ANEXO 4 – AVALIAÇÃO

| | | | |
|---|--|----------------------------|----------------------|
|  | Colégio Estadual Senador Manoel Alencar Guimarães | | |
| | Nome: _____ | Nº _____ | Série: 2º C |
| | Professor: <u>RENAN JESUS</u> | Disciplina: <u>Química</u> | Trimestre: <u>3º</u> |
| | Data: ___/___/___ | Valor: 3,5 | Nota: _____ |

AVALIAÇÃO de QUÍMICA 2

1. (0,5) Considerando uma pilha formada pelos eletrodos de alumínio e cobre, qual será o valor de ΔE^0 da pilha? Dados potenciais de redução:

- a) +4,38 V
b) +2,02 V
c) -2,36 V
d) -1,34 V
e) n.d.a.

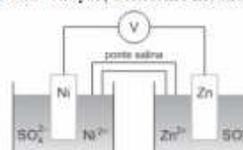


2. (0,6) Em uma pilha de Daniel, como é denominado o eletrodo em que ocorre:

- a) a oxidação? _____
b) a redução? _____

3. (0,7) Pilhas são dispositivos que transformam energia química em energia elétrica por meio de um sistema montado para aproveitar o fluxo de elétrons provenientes de uma reação química de oxirredução, conforme mostra o seguinte exemplo. Considerando que os potenciais de redução do Níquel e do Zinco são, respectivamente, $-0,25 \text{ V}$ e $-0,76 \text{ V}$, responda:

a) Qual a diferença de potencial (ddp) produzida pela pilha?



b) Qual a função da ponte salina?

4. (0,5) Sempre que necessitamos de pilhas pequenas, como no caso de relógios, câmaras, calculadoras e aparelhos de surdez, empregamos aquelas feitas de zinco e óxido de mercúrio. Esses metais apresentam os potenciais de redução mostrados a seguir.

Sobre a pilha descrita, é correto afirmar que:

- a) O mercúrio é que sofre a oxidação
b) Os elétrons fluem do mercúrio para o zinco
c) O zinco é o ânodo, polo onde ocorre a oxidação
d) A diferença de potencial da pilha é de $0,9 \text{ V}$.
e) N.d.a.

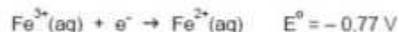


5. (0,5) A formação da ferrugem é um processo natural e que ocasiona um grande prejuízo. Estima-se que cerca de 25% da produção anual de aço é utilizada para repor peças ou estruturas oxidadas.

Um estudante resolveu testar métodos para evitar a corrosão em um tipo de prego. Ele utilizou três pregos de ferro, um em cada tubo de ensaio. No tubo I, ele deixou o prego envolto por uma atmosfera contendo somente gás nitrogênio e fechou o tubo. No tubo II, ele enrolou um fio de cobre sobre o prego, cobrindo metade de sua superfície. No tubo III, ele cobriu todo o prego com uma tinta aderente. Dados os potenciais abaixo, responda.

Após um mês o estudante verificou formação de ferrugem

- a) em nenhum dos pregos.
b) apenas no prego I.
c) apenas no prego II.
d) apenas no prego III.
e) apenas nos pregos I e II.

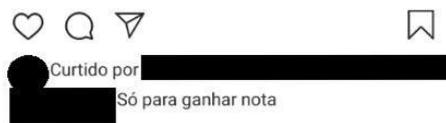
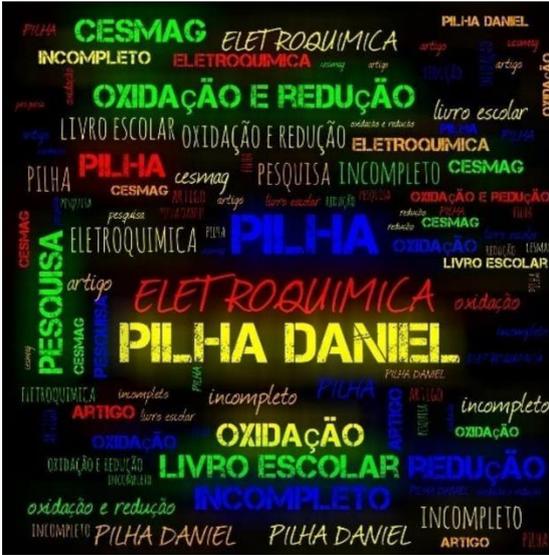


6. (0,7) "A ferrugem" apresentada pelos automóveis, é um processo denominado **corrosão**. Na presença de ar seco (ausência de umidade), o automóvel praticamente não enferruja. Numa cidade praiana, como o Rio de Janeiro, torna-se necessária a adoção de medidas que minimizem a corrosão. Uma delas é a **galvanização**, que significa revestir o ferro presente no automóvel com um metal redutor mais forte do que ele. Assinale a opção que apresenta o metal redutor que permite a galvanização do ferro. Considere a semi-reação e o potencial de redução do $\text{Fe}^{2+} = -0,44 \text{ V}$ como mostrado na questão anterior.

- a) $\text{Cd}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cd}_{(s)} \quad E^0 = -0,40 \text{ V}$
b) $\text{Co}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Co}_{(s)} \quad E^0 = -0,28 \text{ V}$
c) $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)} \quad E^0 = 0,34 \text{ V}$
d) $\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}_{(s)} \quad E^0 = -0,25 \text{ V}$
e) $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}_{(s)} \quad E^0 = -0,76 \text{ V}$

ANEXO 5 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS (BNCC)

| Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias |
|--|
| <p>Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> |
| <p>Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> |
| <p>Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.</p> |
| <p>Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos - com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais -, para propor ações que visem a sustentabilidade.</p> |
| <p>Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> |

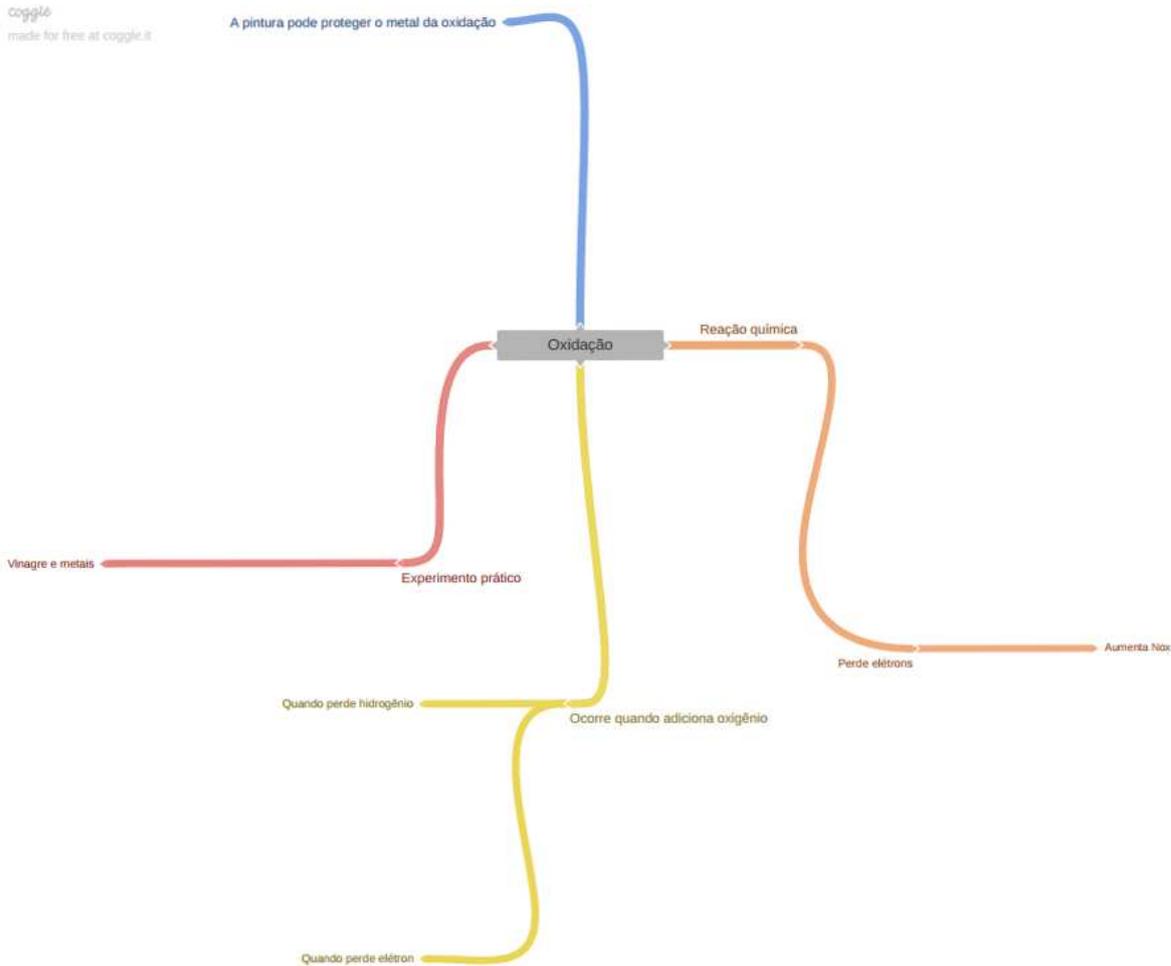


ANEXO 7 – FOTOGRAFIAS ETAPA 5

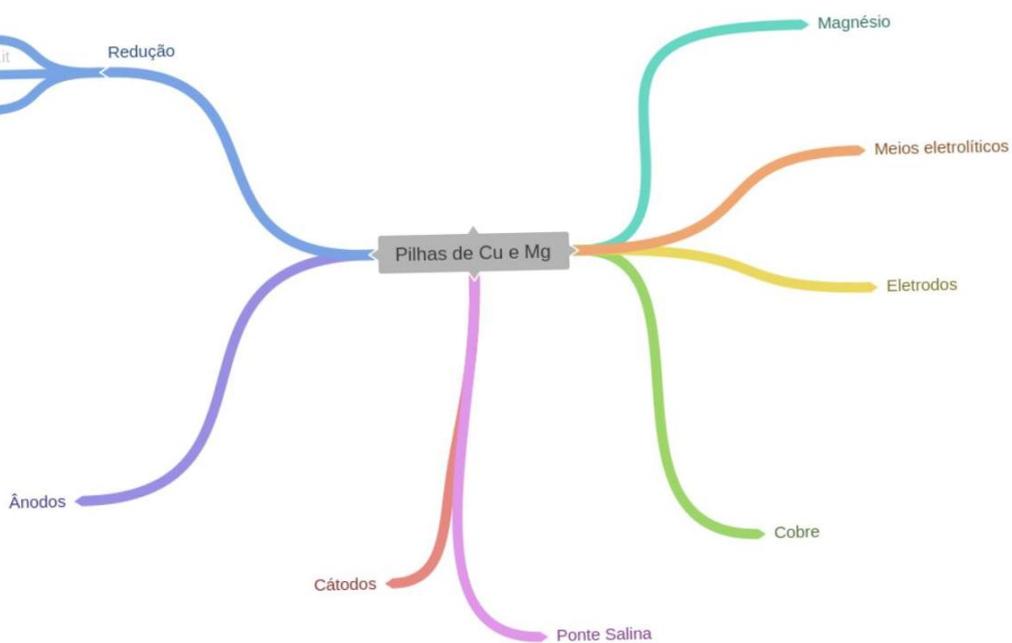


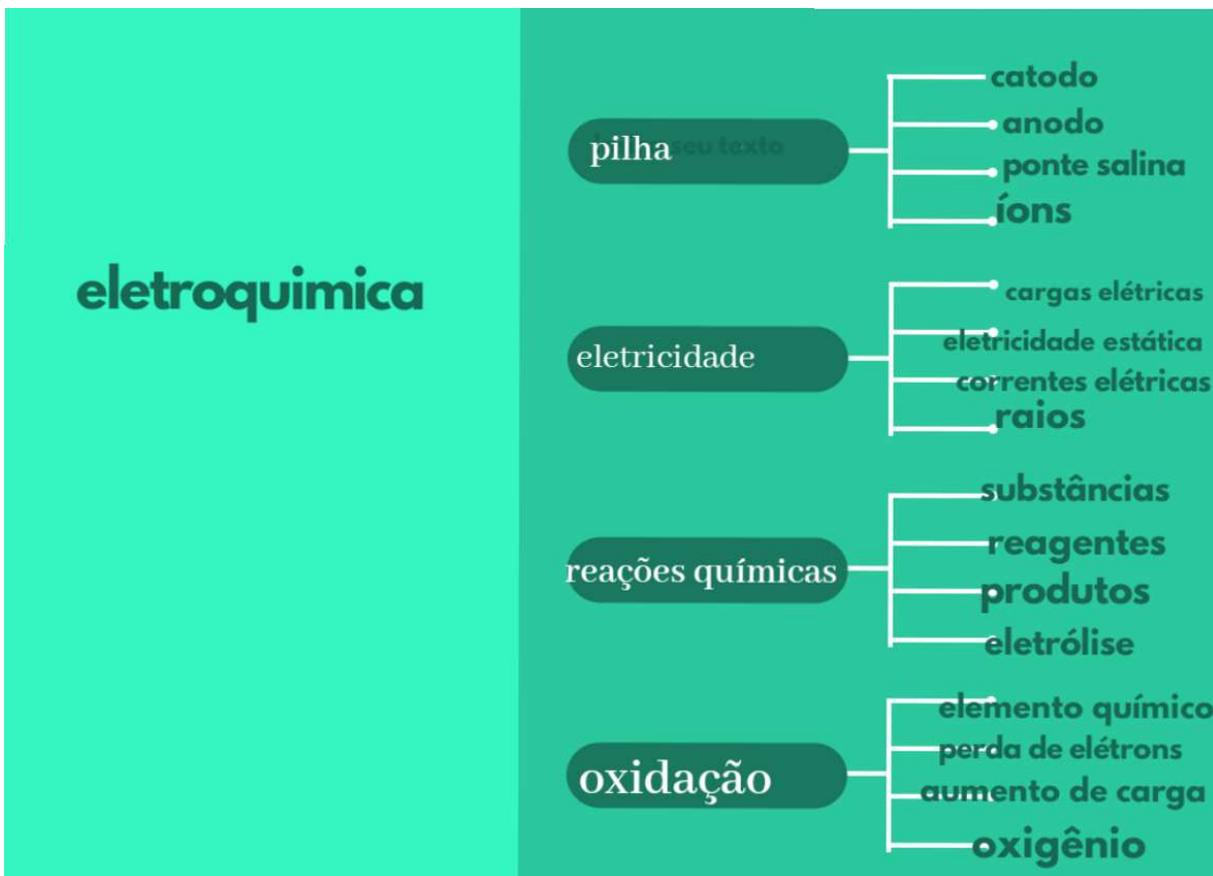
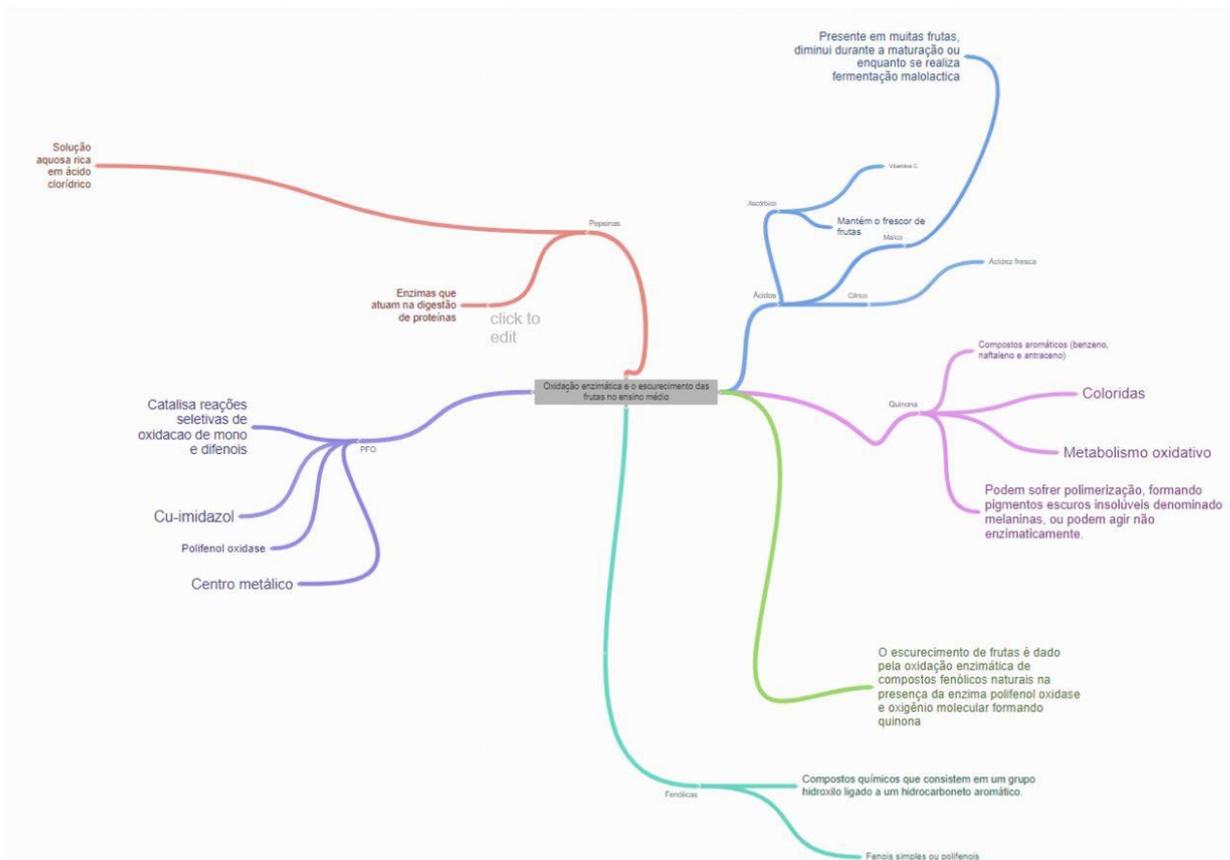
ANEXO 8 – MAPAS E INFOGRÁFICO ETAPA 8

coggle
made for free at coggle.it

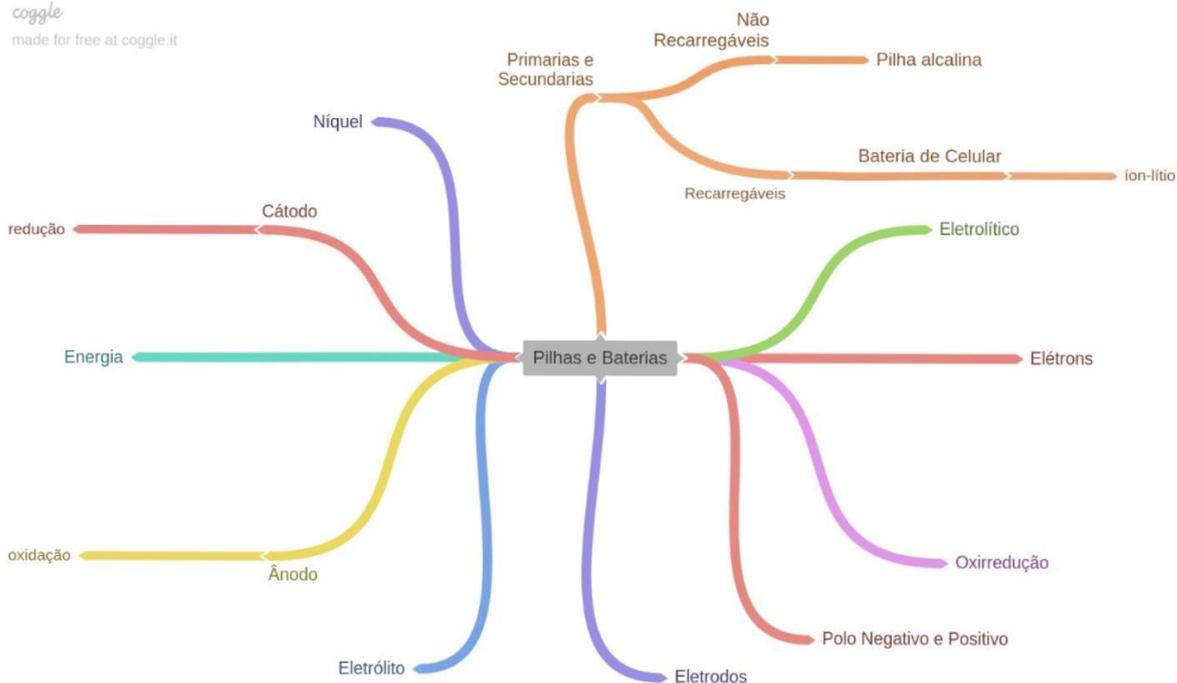


cogale
Energia Elétrica
made for free at cogale.it
Migração de Elétrons
Energia Química

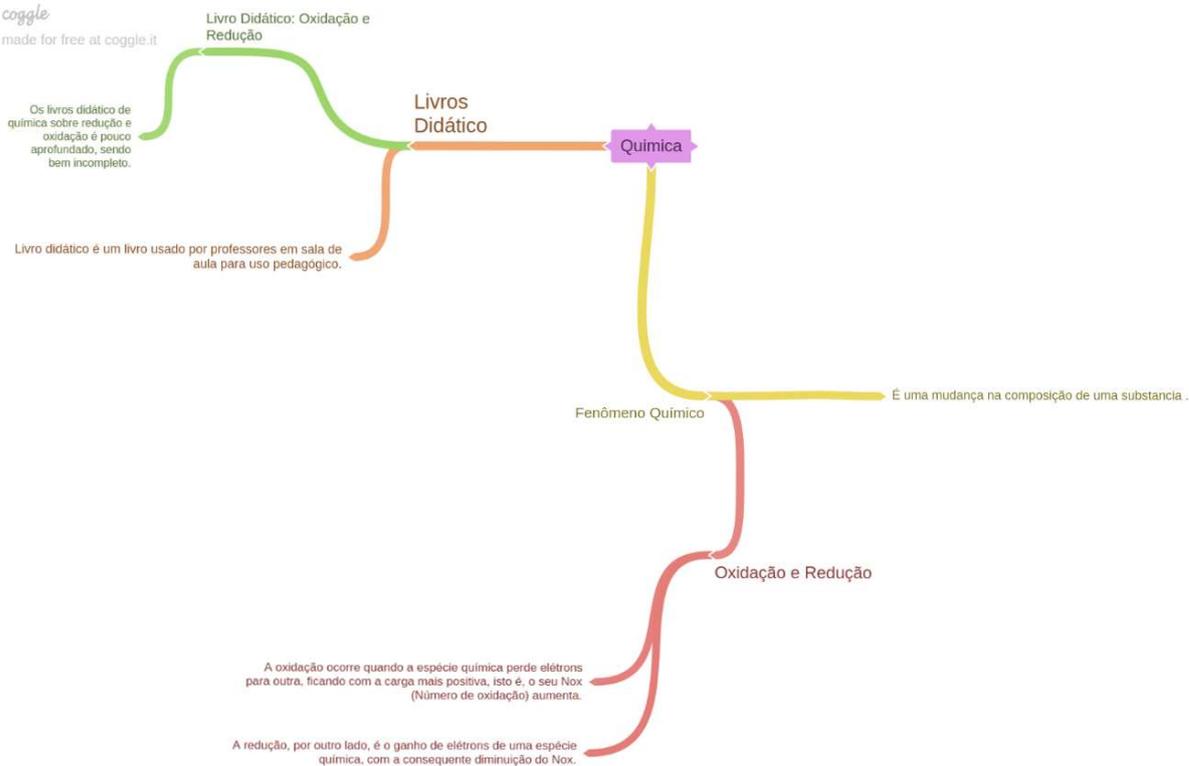




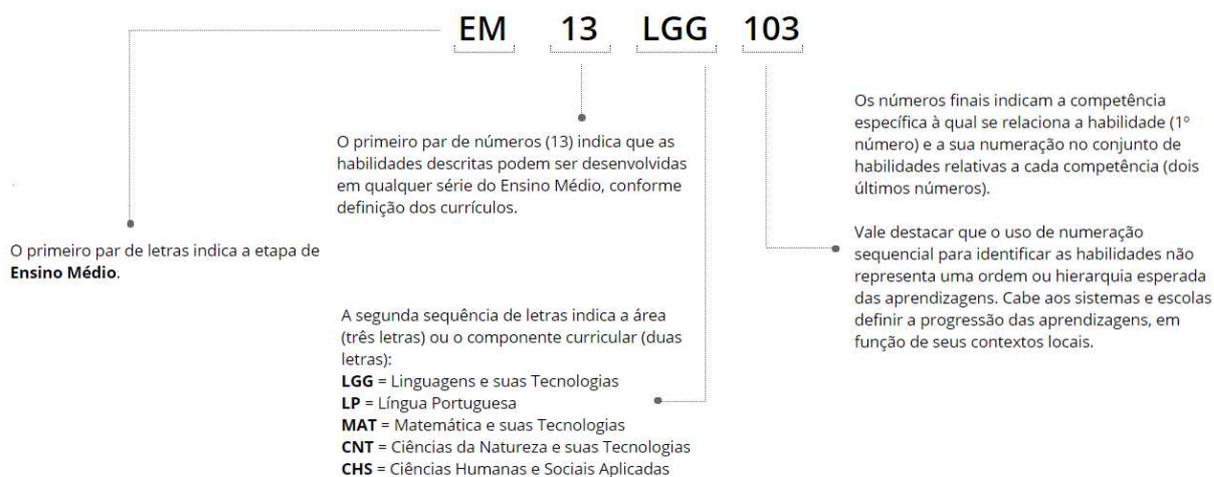
coggle
made for free at coggle.it



coggle
made for free at coggle.it



ANEXO 9 – COMPOSIÇÃO DO CÓDIGO ALFANUMÉRICO DA BNCC



ANEXO 10 – TERMO DE CONCORDÂNCIA EM PARTICIPAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL - PROFQUI



TERMO DE CONCORDÂNCIA EM PARTICIPAÇÃO – PAIS E/OU RESPONSÁVEIS

Prezado(a) pai/mãe ou responsável legal:

Sou estudante do curso de Mestrado Profissional em Química na Universidade Federal do Paraná. Estou realizando uma pesquisa sob orientação do professor Dr. FLAVIO MASSAO MATSUMOTO, cujo objetivo é analisar a viabilidade da aplicação de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem a partir do desenvolvimento de uma unidade didática sobre o tema eletroquímica em aulas de Química.

O adolescente sob sua responsabilidade está sendo convidado a participar deste estudo, o que envolverá respostas a questionários e a atividades desenvolvidas em sala de aula durante a aplicação da Unidade Didática. A participação do adolescente nesse estudo é voluntária e se ele decidir não participar ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. Os resultados desta pesquisa serão utilizados somente para a produção e apresentação da Dissertação de Mestrado na área especificada acima, não os fornecendo, total ou parcialmente, para quaisquer outros exames ou publicação, quer seja no formato impresso ou eletrônico. Na utilização dos resultados desta pesquisa, a identidade do adolescente será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a). Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente o adolescente sob sua responsabilidade estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser por mim esclarecidas, e-mail ojesusrenan@gmail.com, ou pelo e-mail do orientador fmatsumo@quimica.ufpr.br.

Atenciosamente,

RENAN CESCO DE JESUS

(Mestrando)

Curitiba, ____ de _____ de 2019.

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de concordância.

Assinatura do Responsável pelo adolescente