

## UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS) E A APRENDIZAGEM DA OXIRREDUÇÃO

### POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNITS (PMTU) AND THE LEARNING OF OXYRREDUCTION

### UNIDADES EDUCATIVAS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS) Y EL APRENDIZAJE DE LA OXIRREDUCCIÓN

Duliane da Costa Gomes\*  

Katiuscia dos Santos de Souza\*\*  

#### RESUMO

As buscas por novas estratégias que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos químicos são necessárias, sobretudo, para desenvolver uma aprendizagem contextualizada, não fragmentada e com significado. O objetivo do trabalho foi avaliar evidências de aprendizagem significativa de conceitos da oxirredução a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Participaram da pesquisa 17 estudantes voluntários do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública Estadual de Manaus, cujos instrumentos de coleta de dados foram roda de conversa e folhas de atividades. A discussão pautou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, norteadada pela pesquisa participante e os dados avaliados de forma descritiva e interpretativa e pela análise de conteúdo. Com base nos resultados obtidos, ficou evidenciado que o uso das UEPS possibilita e facilita o processo de aprendizagem significativa, evidenciando-se indícios de aprendizagem de conceitos como oxidação, redução, transferência de elétrons, corrosão, reatividade apontados na literatura como de difícil assimilação.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Ensino de Química. Oxirredução.

#### ABSTRACT

The search for new strategies that help in the teaching-learning process of chemical concepts is necessary above all to develop contextualized, non-fragmented and meaningful learning. The objective of this work was to evaluate evidence of significant learning of oxidation-reduction concepts from a Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU). Seventeen volunteer students from the 2nd year of high school from a public school in Manaus participated in the research, The data collection instruments were conversation circles and activity sheets. The discussion was guided by the Theory of Meaningful Learning, guided by participatory research and data evaluated in a descriptive and interpretive way and by content analysis. Based on the results obtained, it was evident that the use of PMTU, enables and

\* Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Professora da Educação Básica, Secretária de Estado de Educação do Amazonas (SEDUC-AM), Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: [duligomess@gmail.com](mailto:duligomess@gmail.com).

\*\* Doutora em Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Professora do Ensino Superior, Instituto de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/UFAM), Endereço para correspondência: Av. Gal. Rodrigo Octávio, 6200, Departamento de Química, ICE, Coroado I, Manaus, AM, Brasil, CEP: 69080-900. E-mail: [katy\\_souza@ufam.edu.br](mailto:katy_souza@ufam.edu.br).

facilitates the process of significant learning, showing evidence of learning concepts such as oxidation, reduction, electron transfer, corrosion, reactivity pointed out in the literature as difficult to assimilate.

**Keywords:** Meaningful Learning. Chemistry teaching. Oxirreduction.

## RESUMEN

La búsqueda de nuevas estrategias que ayuden en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos químicos es necesaria sobre todo para desarrollar un aprendizaje contextualizado, no fragmentado y significativo. El objetivo de este trabajo fue evaluar evidencias de aprendizaje significativo de conceptos de oxidación-reducción a partir de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS). Participaron de la investigación 17 alumnos voluntarios del 2º año de la enseñanza media de una escuela pública de Manaus, cuyos instrumentos de recolección de datos fueron círculos de conversación y fichas de actividades. La discusión fue guiada por la Teoría del Aprendizaje Significativo, guiada por la investigación participativa y datos evaluados de forma descriptiva e interpretativa y por análisis de contenido. Con base en los resultados obtenidos, se evidenció que el uso de UEPS, habilita y facilita el proceso de aprendizaje significativo, mostrando evidencias de aprendizaje de conceptos como oxidación, reducción, transferencia de electrones, corrosión, reactividad señalados en la literatura como de difícil asimilación.

**Palabras clave:** Aprendizaje Significativo. Enseñanza de la química. Oxireducción.

## 1 INTRODUÇÃO

Os documentos oficiais da Educação brasileira há muito têm sido desenvolvidos e reformulados, com intuito de preconizar um ensino voltado à formação do cidadão crítico e atuante na sociedade, capaz de tomar decisões, mobilizar conhecimentos e desenvolver habilidades que o permitam atuar no exercício de sua cidadania, cotidiano e no seu trabalho (ALVES; MARTINS; ANDRADE, 2021; DE OLIVEIRA et al, 2019).

Entretanto, a literatura aponta para uma realidade da sala de aula ainda desconexa do idealizado, a exemplo o ensino de Química, em que ocorre a valorização da memorização das informações ao longo do processo de ensino-aprendizagem, com lacunas na relação cotidiano e conhecimento científico, dificuldades nas transições entre os níveis de representação do conhecimento químico, abstração dos conteúdos químicos, entre outras (FABRI; GIACOMINI, 2018; MEDEIROS; GOI, 2020; PAULETTI, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; SOARES; LIMA; CABO, 2020).

As dificuldades citadas potencializam a necessidade de investir e investigar estratégias didáticas que contemplem a formação do indivíduo nos aspectos cognitivos, psicomotores, afetivos e que cooperem para minimizar o rápido esquecimento das informações, promovido por uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2017; SANTOS; SILVA; ROSA, 2020), com vistas a atender a formação prevista nos documentos oficiais da Educação brasileira.

Pensando no ensino de Química, um dos desafios para os professores é trazer a Química para próximo do dia a dia dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa, em que o estudante possa relacionar, questionar, refletir e assimilar a presença destes conteúdos a situações cotidianas, facilitando a compreensão de conteúdos e conceitos (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Assim, a oxirredução, no contexto do ensino de Química, é um dos conteúdos que requer certa atenção, especialmente devido ao emprego de conceitos mais técnicos, o uso contínuo da habilidade de abstração e as noções pré-concebidas na estrutura cognitiva dos estudantes.

Em vista disso, usou-se como ponto de partida para essa pesquisa, cuja temática foi a corrosão e os conceitos de oxirredução, as dificuldades relacionadas à abstração e às noções pré-concebidas presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, tendo como questionamento condutor: quais as evidências de aprendizagem significativa da oxirredução ocorrem a partir da utilização de uma sequência de atividades pautada nas unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)?

A pesquisa se fundamenta na teoria da aprendizagem significativa, utilizando-se metodologicamente das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e da pesquisa participante para avaliar evidências de aprendizagem significativa de conceitos da oxirredução, objetivo da pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na literatura nacional e internacional, são apontadas dificuldades relativas à aprendizagem da oxirredução que destacam o conteúdo como promissora fonte de investigação, a fim de mitigar ou minimizar os obstáculos inerentes ao seu processo de ensino-aprendizagem. Entre as dificuldades elencadas estão: “1) a dificuldade em compreender a oxidação e a redução como reações complementares; 2) dificuldade em identificar os agentes oxidantes e redutores; 3) a compreensão que reações redox são definidas como perda e ganho de oxigênio” (OSTERLUND; BERG; EKBORG, 2010, p. 183).

Goes, Nogueira e Fernandez (2020) salientam dificuldades relacionadas à corrente, ponte salina, soluções de condutividade elétrica, representação de reações redox, potencial padrão de redução, processo de transferência de elétrons, determinação do número de elétrons perdidos ou obtidos, identificação de reações redox, balanceamento de reações redox, identificação de quem sofreu oxidação e redução, diferenciação de reações em nível macroscópico, microscópico e simbólico.

A questão linguística é outra dificuldade relacionada ao conteúdo (TREAGUST; MTHEMBU; CHANDRASEGARAM, 2014), pois, por vezes, prioriza-se uma linguagem quantitativa que não facilita a aprendizagem de conceitos (GOES; NOGUEIRA; FERNANDEZ, 2020). Existem dificuldades relativas ao número de oxidação, pela oxirredução no Ensino Médio se basear em um modelo único, o da transferência de elétrons (ATIBI *et al.*, 2017; DE JONG; ACAMPO; VERDONK, 1995), quando existem quatro possibilidades ou modelos para trabalhar o conteúdo, citados na literatura:

Österlund & Ekborg (2009) identificaram na literatura que existem quatro modelos diferentes para o ensino e aprendizagem de reações de oxidação-redução no ensino de Química. Esses modelos são modelos do oxigênio, que é a perda de oxigênio para redução e ganho de oxigênio para oxidação; modelo do hidrogênio, que é ganho de hidrogênio para redução e perda de hidrogênio por oxidação; modelo de transferência de elétrons, que é o ganho de elétrons para redução e perda de elétrons para oxidação; e modelo de número de oxidação, que é a diminuição do número de oxidação para redução e aumento no número de oxidação para oxidação (ADU-GYAMFI; AMPIAH, 2019, pp. 180-181).

Rodriguez e Pérez (2016) salientam que se somam às dificuldades elencadas as estratégias de ensino-aprendizagem, que, geralmente, trabalham a resolução de problemas abstratos que dificultam associação e aplicação do conhecimento a situações cotidianas. Existem, também, questões de concepção, pois muitos professores e alunos concebem a oxirredução como um dos mais difíceis e complexos conteúdos do Ensino Médio (DE JONG; ACAMPO; VERDONK, 1995; GOES; FERNANDEZ; EILKS, 2020).

Goes, Fernandez e Eilks (2020) depreendem disso que há lacunas no processo formativo dos professores, que apresentam dificuldades em relação ao conhecimento do conteúdo pedagógico e, a partir dessa perspectiva, em como ensinar reações redox. O que se evidencia na prática quando os professores deixam o conteúdo por último, muitas vezes, cientes de que o tempo não possibilitará o trabalho com o conteúdo e, assim, ele acaba não sendo desenvolvido de forma adequada ou nem chega a ser desenvolvido (NOGUEIRA; FERNANDEZ; GOES, 2017; GOES; FERNANDEZ; EILKS, 2020; SILVA, 2021).

Considerando que os conceitos trabalhados na oxirredução são importantes na Química e Bioquímica, com aplicações que vão desde a fotossíntese das plantas, respiração humana, queima de combustíveis fósseis, corrosão de metais, produção de materiais como lâmpadas, celulares, baterias, impressão de fotos, entre outros (GOES; FERNANDEZ; EILKS, 2020; GOES; NOGUEIRA; FERNANDEZ, 2020; KARIMA *et al.*, 2021), todos com importância social, ambiental e econômica, evidencia-se a importância de buscar a facilitação da

aprendizagem da oxirredução no ensino de química, promovendo meios para que os professores possam trabalhar o conteúdo de maneira menos cansativa e mais prazerosa, buscando sempre minimizar as dificuldades e promover um aprendizado com significado. Assim, optou-se pelas Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), criadas por Moreira (2011), como estratégia de ensino-aprendizagem, que tratam de: “Sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2011, p.43).

As UEPS como estratégia de ensino-aprendizagem possibilitam a flexibilidade didática, permitem a integração com as tecnologias de informação e comunicação (TICs) e o trabalho com conteúdo e conceitos diversos, que se relacionem entre si, o que oportuniza a introdução de novos conhecimentos.

Partindo-se do pressuposto de que o uso das TICs dinamiza as atividades e a partir das contemporizações metodológicas das UEPS, animações, vídeos e simuladores viabilizam a assimilação dos conceitos de oxirredução, caracteristicamente abstratos, auxiliando na compreensão e possível aprofundamento referente aos diferentes níveis de representação da química (simbólico, macroscópico e submicroscópico).

Moreira (2011) fundamenta as UEPS na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), que valoriza os conhecimentos prévios que o indivíduo possui e que servirão de subsunçores, pontos de ancoragem entre o conhecimento que o aprendiz já possui e o novo conhecimento, de forma não arbitrária e não literal, “que irá resultar num produto interacional, caracterizado pela modificação, tanto do conhecimento anterior, como do novo conhecimento” (SANTAROSA, 2016, p. 62) na estrutura cognitiva do estudante.

Dois critérios são necessários à aprendizagem significativa, a predisposição do estudante em querer aprender atrelada à existência dos subsunçores na estrutura cognitiva do estudante e à utilização de materiais potencialmente significativos (MATEUS; FERREIRA, 2021).

As UEPS se estruturam em passos sequenciais que organizam os conteúdos, materiais e trabalham com os conhecimentos prévios dos estudantes, possibilitando a relação com problemas e situações cotidianas, o que minimiza a possibilidade de uma aprendizagem totalmente mecânica (MOREIRA, 2011; SESTARI; GARCIA; SANTAROSA, 2020). Os passos sequenciais são no total de oito, conforme quadro 1.

**Quadro 1** – Passos Sequenciais de uma UEPS.

<b>Aspectos sequenciais das UEPS</b>	
Passo 1	Definir o tópico que será abordado, resgatando o conhecimento prévio e as relações que podem ser estabelecidas com o novo conhecimento
Passo 2	Proporcionar situações em que o estudante possa externalizar o conhecimento prévio.
Passo 3	Introdução ao tópico de estudo, com situações que relacionem o conhecimento prévio com o novo conhecimento.
Passo 4	Apresentar o novo conteúdo ou conceito, partindo dos aspectos mais gerais para os mais específicos (diferenciação progressiva).
Passo 5	Retomada dos aspectos mais gerais do conteúdo, avançando na complexidade. Promover situações de interação com o grupo de estudantes, envolvendo negociação de significados.
Passo 6	Abordagem do tópico de estudo em maior grau de complexidade, com diversificação de atividades.
Passo 7	Avaliação processual e formativa da aprendizagem.
Passo 8	Avaliação da UEPS, segundo evidências da aprendizagem significativa.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011, p. 45-46).

Utilizando esses aspectos sequenciais, os conteúdos e materiais que são apresentados ao longo do processo de ensino-aprendizagem são resgatados e relacionados a novas informações a todo momento, de maneira simultânea, por meio da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva é quando os novos conceitos são apresentados de maneira abrangente, até que gradativamente, durante o processo, se tornem mais específicos, mas, para que isso ocorra, necessita-se saber os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do estudante. Pois “o novo conceito aprendido interage com o subsunçor existente na estrutura cognitiva do aprendiz, promovendo uma ancoragem e/ou uma fusão, levando a uma modificação ou diferenciação do subsunçor existente” (ASTOLFI; LOPES JUNIOR, 2015, p. 18).

Como o processo é simultâneo e progressivo, as novas informações que forem estabelecidas na estrutura cognitiva acabarão sendo utilizadas como subsunçores para outras novas informações e assim por diante, ou seja, conforme os estudantes forem assimilando essas ideias que serão reorganizadas de forma cognitiva e simultânea ao processo da reconciliação integrativa.

Princípio da reconciliação integrativa consiste na criação de relações entre conceitos e ideias pelo aprendiz, como forma de integrar os significados emergentes de modo coerente com os demais, apontando similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (ASTOLFI; LOPES JUNIOR, 2015, p. 18).

Em trabalhos com vistas à aprendizagem significativa, também há a possibilidade de utilização de organizadores prévios, no caso de ausência de subsunçores. São materiais

introdutórios, pontes entre o que se conhece e o que se vai aprender, podem ser textos, simuladores, recursos visuais, entre outros que possibilitem uma visão geral, abstrata e inclusiva em relação ao tema trabalhado e que promovam a percepção de relacionabilidade entre os conhecimentos pré-existentes e os novos (HAUPT; RAUPP; LAVAYEN, 2021).

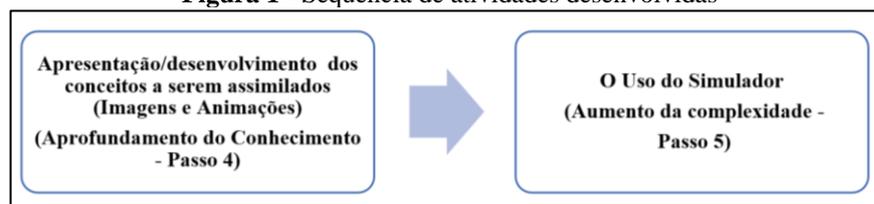
### 3 METODOLOGIA

A pesquisa se pautou na abordagem qualitativa, tendo como metodologia a pesquisa participante, pois se buscou compreender a realidade do participante e sua relação com o problema, explorando ao longo do processo possíveis soluções para ele (BRANDÃO; STRECK, 2006). Na abordagem qualitativa, parte-se “da interpretação que as pessoas fazem do seu contexto, enfatizando mais o processo do que resultados e preocupando-se em retratar a perspectiva dos participantes” (BORGES; FARIAS; SOUZA, 2021, p. 287) e o caráter descritivo e exploratório propôs aprofundar o conhecimento existente acerca do processo de ensino-aprendizagem da oxirredução e ampliar reflexões.

Participaram das atividades, pertinentes ao conteúdo oxirredução, 17 estudantes voluntários do 2º ano do Ensino Médio da rede pública da cidade de Manaus. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP- UFAM, sob o parecer 3.274.382, para garantir aos envolvidos os direitos à legalidade de uma pesquisa com fins educacionais e resguardar o anonimato dos estudantes participantes, identificados de forma alfanumérica, exemplo A1.

No contexto dos oito passos sequenciais da UEPS, o trabalho apresenta um recorte apenas dos passos 4 e 5, em que se utilizou roda de conversa, folhas de atividade e TICs nas atividades da UEPS (figura 1).

**Figura 1** - Sequência de atividades desenvolvidas



Fonte: As autoras (2020).

A abordagem principal do passo 4 se refere ao Aprofundamento do Conhecimento, em que Moreira (2011) propõe que se apresente as novas informações de maneira abrangente e, aos

poucos, se detalhe até apresentar os conceitos mais específicos – para Ausubel, trata-se do processo de diferenciação progressiva –, porém é recomendando que a todo momento exemplifique e aborde estes aspectos mais inclusivos do conteúdo trabalhado, tornando-o cada vez mais complexo ao longo dos encontros.

Assim, este aspecto sequencial foi desenvolvido ao longo de 6 encontros com uma hora de duração cada. Eles centralizaram-se em diálogos e discussões (roda de conversa) acerca dos conceitos, tendo como base inicial o seguinte questionamento: “Existe alguma diferença entre corrosão, ferrugem e oxidação?”. Assim, ao longo dos encontros, foram explanados os seguintes conceitos: oxidação, redução, eletronegatividade, transferência de elétrons, número de oxidação (NOX), agente redutor, agente oxidante, conservação dos elétrons, reações de oxirredução, corrosão dos metais e sua relação com a reatividade dos metais, tendo como apoio o uso de imagens e animações.

No aspecto sequencial seguinte, passo 5, desenvolvido em 9 encontros com uma hora de duração cada, a partir dos conceitos explanados anteriormente, foi trabalhado junto aos participantes o simulador “Metais em Solução Aquosa (Reações de Oxidação – Redução), sendo solicitado aos mesmos a formação de grupos com o intuito de manusearem o simulador e discutirem em conjunto o questionamento: Por que há reação de um metal e outro não, mesmo submetidos as mesmas condições e solução? Cada grupo teve liberdade para escolher 1 entre as 4 atividades disponíveis no simulador.

Os mesmos grupos, após a atividade com o simulador, responderam uma folha de atividade referente aos conceitos de oxirredução. A abordagem das questões da folha de atividade está no quadro 2 e se referem aos conceitos de oxirredução trabalhados na exposição dialogada e na atividade do simulador, tendo a corrosão como temática introdutória.

**Quadro 2 – Questões pós uso do simulador.**

1. Questão da UERJ – Abordava sobre a ferrugem conter uma substância formada pela reação do oxigênio do ar com o ferro presente em uma superfície metálica e, a partir da reação, os alunos deviam apontar a transformação química sofrida pelo oxigênio.
2. Questão da UEMG - Abordava sobre o processo de corrosão no ferro e solicitava avaliar alternativa correta sobre o processo.
3. Questão da UFMG – Trazia um experimento em que lâminas metálicas de chumbo e zinco eram introduzidas em soluções aquosas de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ e havia a deposição do cobre nas duas lâminas. Os alunos precisavam avaliar as afirmações e apontar a incorreta.
4. Questão disponível em: <a href="http://professor.bio.br/quimica/provas_questoes.asp?section=Quimicainorganica&amp;curpage=96">http://professor.bio.br/quimica/provas_questoes.asp?section=Quimicainorganica&amp;curpage=96</a> Apontava os prejuízos causados pela corrosão em Fortaleza e em relação ao ferro na formação da corrosão precisavam apontar a alternativa correta.

Fonte: Adaptado pelas autoras.

A análise de conteúdo (BARDIN, 2016) conduziu a avaliação dos dados, estruturando-se por pré-leituras, em busca das unidades de significado, seguida da categorização, inferências e discussões pautadas na teoria da aprendizagem significativa. Porém, alguns dos dados também foram analisados de forma descritiva e interpretativa, com base nas observações e anotações realizadas.

#### 4 ANÁLISE E RESULTADOS

Definida por Moreira (2012) como “Exposição dialogada e aprofundamento de conteúdo” – Passo 4 -, este momento se refere ao processo de diferenciação progressiva. Ao expor imagens de peças metálicas e questionar os participantes se “existe alguma diferença entre corrosão, ferrugem e oxidação?”, na roda de conversa, alguns apontaram como principal diferença entre as peças o “nível de desgaste”, como expos o participante A14:

*Bem, é possível vê que a diferença entre esses três é o desgaste, então é como um processo, certo? ... se for como tô pensando... que seja um processo, essa primeira poderia ser a oxidação, o segundo a ferrugem e por último a corrosão*  
(Fala do participante A14)

Os estudantes avaliaram o nível de desgaste das peças como um processo, mesmo sem conseguir utilizar inicialmente termos científicos mais específicos e relacionados à oxirredução. A partir das discussões, buscou-se associar as percepções e ponderações dos estudantes com os termos científicos, diferenciando oxidação, ferrugem e corrosão, tendo como apoio o uso de animações.

Nesse processo, a oxirredução ocorre quando o ferro desprotegido (sem pintura ou avariado) entra em contato com o oxigênio do ar e a umidade, originando um desgaste na superfície do metal. A partir deste ponto inicia-se o desgaste da corrosão, que, ao longo do tempo, deixará a superfície cada vez mais exposta, provocando o surgimento de machas, pontos e depósitos sobre o ferro, espalhados na estrutura, até o surgimento de um composto de coloração castanho-avermelhado chamado de óxido de ferro, sendo ele a ferrugem, que danifica a resistência do metal, inviabilizando seu uso (BISPO; REIS, 2019).

Nesse tipo de discussão, consegue-se trabalhar a diferenciação progressiva, traçando relações de significado com situações cotidianas e emergindo delas conceitos científicos que podem ir do mais geral aos mais específicos (MOREIRA, 2011). Há que se salientar a importância das imagens na explicação mais detalhada em relação à diferença entre os conceitos

de oxidação, ferrugem e corrosão. Logo, após a explanação do conteúdo, foi possível verificar que o uso das TICs, além de auxiliar na compreensão, entusiasmou os participantes:

*Realmente, tinha esquecido ... que ao formar aquela camada vermelha é quando surgiu a ferrugem*  
(Fala do participante A2)

*Aaaah! Mas é porque fica fácil com a animação*  
(Fala do participante A5)

*A coisa se torna mais fácil... eu consegui entender ... porque consigo vê*  
(Fala do participante A7)

Para autores como Al-Balushi e Al-Hajri (2014), o uso destas tecnologias, além de auxiliar nas atividades mais abstratas e complexas, instiga e motiva o interesse do aluno em participar das atividades que serão desenvolvidas, pois acabam possibilitando uma melhor compreensão da realidade que o cerca e, em contrapartida, desenvolve diferentes competências, habilidades, atitudes e inteligências durante o processo.

Porém, mesmo utilizando recursos como animações para explicação dos conceitos de eletronegatividade e transferência de elétrons, não foi possível observar se houve assimilação destes, visto que, mesmo ao propor diálogos e questionamentos como forma de incentivar a participação, os alunos ficaram em silêncio neste encontro, ou seja, mesmo utilizando um material potencialmente significativo, caso o aluno não tenha interesse ou predisposição, o processo de assimilação pode ser prejudicado (AUSUBEL, 2003).

Apesar disso, em outros encontros, foi possível perceber evidências de assimilação dos conceitos de oxidação, redução, número de oxidação (NOX), agente redutor e oxidante, principalmente devido ao uso de diversos *gifs* (*Graphics Interchange Format*) e animações.

O uso da temática corrosão, juntamente com as TICs, oportunizou aos participantes a assimilação dos conceitos e a percepção dos diferentes níveis de representação do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), uma dificuldade apontada em trabalhos como de Goes, Nogueira e Fernandez (2020), isso fica evidente a partir do pequeno diálogo ocorrido entre o participante A2 e A12.

*A12:Huum... agora entendi... tipo... o número de oxidação tem ... como aquele negócio lá... putz..(silêncio).*

*A2: Eletronegatividade!*  
(Diálogo entre A12 e A2)

Infere-se que o participante, mesmo de modo inseguro, consegue relacionar o conceito de eletronegatividade com de número de oxidação (NOX), possivelmente facilitado pelo uso das animações e GIF's. Para autores como Miltner e Highfied (2017), animações e GIF's criam um diálogo virtual, pois, ao viabilizarem a expressão dessas ideias científicas, oportunizam comunicação, entendimento e análise do fenômeno ou processo que esteja sendo estudado.

Sequencialmente, com o objetivo de propor um aumento de complexidade – Passo 5 –, utilizou-se o simulador “Metais em Solução Aquosa (Reações de Oxidação – Redução), com o intuito de retomar os aspectos gerais de oxirredução em um nível mais complexo, visando, assim, o processo simultâneo de diferenciação progressiva, buscando, nesse momento, eliminar as diferenças, inconsistências e dúvidas existentes sobre os conceitos de oxirredução para que, dessa forma, ocorra a reconciliação integradora dos conceitos assimilados (MOREIRA, 2011).

A ideia inicial era utilizar somente um encontro para apresentação do simulador, porém alguns participantes solicitaram mais encontros devido à falta de afinidade em manusear o computador, mesmo que alguns trabalhos os definam como nativos digitais (SILVA; ALVES; LEAL, 2018). Para Kirschner e De Bruyckere (2017), é um conceito errôneo e um cenário previsível, visto que os estudantes utilizam a tecnologia de maneira passiva e a condição socioeconômica influencia bastante na habilidade desses jovens no que concerne ao manuseio das TICs.

Divididos em grupos (figura 2), discutiram e responderam o seguinte questionamento “Por que há reação de um metal e outro não, mesmo submetidos as mesmas condições e solução?”.

**Figura 2** – Discussão da atividade proposta para o simulador

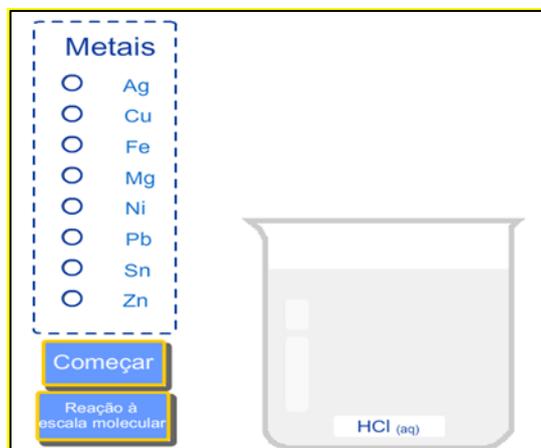


Fonte: Produção das autoras.

O simulador dispunha de quatro atividades no total, porém todos os participantes escolheram a quarta atividade (figura 3), que tinha como objetivo averiguar o que acontecia com os metais quando eram adicionados em uma solução de ácido clorídrico (HCl) e discutir a

reatividade dos metais em meio à solução ácida. Ao serem indagados pela escolha, relataram que atividade 4 tinha as reações mais interessantes.

**Figura 3** – Atividade escolhida por todos os participantes no simulador.



Fonte: Traduzido pelo site Casa das Ciências:

<https://www.casadasciencias.org/cc/redindex.php?idart=303&gid=38331635>

No decorrer dos encontros, os participantes demonstraram gostar das atividades pelo fato de conseguirem visualizar e manusear essas reações de maneira tridimensional, para Stieff, Bateman Jr e Uttal (2005), as ferramentas de visualização estão entre as tecnologias que mais facilitam o aprendizado por possibilitarem visualizações tridimensionais a partir dos três níveis (macroscópico, submicroscópico e simbólico) simultaneamente, geralmente um obstáculo ao desenvolvimento de conceitos mais abstratos da Química, como a oxirredução. Conforme as respostas obtidas, foram criadas 3 categorias (quadro 3).

**Quadro 3** – Categorização da atividade do simulador.

Unidade de Análise	Categorias	Números de Unidade de Análise
Por que há reação de um metal e outro não, mesmo submetidos as mesmas condições e solução?	Superficial	A4
	Assimilação Inicial	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A14, A15, A17
	Assimilação Intermediária	A13 e A16

Fonte: Produção das autoras

O participante da categoria “*Superficial*” não conseguiu utilizar os conceitos desenvolvidos ao longo da UEPS, suas respostas se assemelharam às ideias iniciais do processo de ensino-aprendizagem, não evidenciando indícios de assimilação dos conceitos, a exemplo do fragmento abaixo:

*Mudança na cor da solução pouca oxidação do metal*  
(Explicação do participante A4)

Considerando a teoria da aprendizagem significativa, supõe-se que não houve predisposição do estudante na aprendizagem ou ele necessitaria de um tempo maior para assimilação dos conteúdos trabalhados, pois relaciona que a mudança de cor se deve à oxidação, considerando apenas o nível macroscópico.

As respostas inseridas na categoria “*Assimilação Inicial*” evidenciam, nos fragmentos, possível compreensão dos conceitos relacionados à oxirredução, contudo sem domínio de todos os conceitos, veja os seguintes fragmentos.

*Não houve reação, pois é menos reativo que o Hidrogênio.*  
(Explicação do participante A9)

*A oxidação do Ni ao ser mergulhado no HCl foi menor que dos outros metais.*  
(Explicação do participante A12).

*A olho nu não houve mudança alguma no cobre, os íons de H não conseguem penetrar no metal e não conseguem arrancar nenhum elétron.*  
(Explicação do participante A14).

*O magnésio houve uma perda grande do material após ser colocado no recipiente dos íons de H se colidem com o magnésio “fez” ocorrer a transferência de elétrons no material.*  
(Explicação do participante A15).

A partir desses fragmentos, é possível evidenciar a assimilação inicial de alguns conceitos dentro de suas explicações, como o uso referente à reatividade de metais e a relação entre transferência de elétrons e a oxirredução. Além da assimilação inicial, é possível inferir que foram criados subsunçores, visto que os participantes buscam utilizar nas suas argumentações conceitos científicos mais elaborados. Somente dois participantes ficaram na categoria “*Assimilação Intermediária*”, seguem os fragmentos:

*Na prata também não houve mudança alguma, pois os íons de Hidrogênio não puderam realizar a transferência de elétrons devido sua posição na fila de reatividade, não tem como deslocar o hidrogênio do líquido.*  
(Explicação do participante A16).

*Após o ferro manter contato com o ácido, houve mudança da coloração da substância e também houve corrosão por parte do ferro após os íons de H se colidirem com molécula de ferro, tem assim a transferência de eletron, isso é possível pq ele fica acima do hidrogênio, lá na fila de reatividade*  
(Explicação do participante A13).

Os estudantes buscaram aplicar conceitos de transferência de elétrons, reatividade e associar com a temática “corrosão”. Entretanto, não houve uma explicação mais aprofundada

da relação da reatividade com a capacidade ou não de perder elétrons, por isso a compreensão intermediária.

Assim, considera-se que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura cognitiva e, com isso, ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (AUSUBEL, 2003). A assimilação requer uma relação lógica entre os saberes pré-existentes com novos saberes, de maneira não forçada e sem interpretação literal e mecânica. Nesse caso, o indício de assimilação ocorre quando o estudante não tem dificuldades em explicar o que aprendeu com suas palavras.

Foi possível evidenciar de fato a evolução de sua linguagem, uma explicação mais elaborada em comparação ao início da UEPS. Para Ausubel (2003), isso é sinal que ocorreu tanto a diferenciação progressiva, graças ao uso dos novos significados nas respostas apresentadas, como a reconciliação integradora, que, para Moreira (2012), é uma parte essencial para que, de fato, ocorra a aprendizagem significativa.

O uso do simulador facilitou a assimilação dos conceitos no processo simultâneo da diferenciação progressiva e reconciliação integradora, evidenciado nas respostas com novas informações ancoradas em sua estrutura cognitiva, além da capacidade de relacioná-las às novas ideias e com novos significados adquiridos, pois foi a primeira vez que os participantes, de fato, conseguiram entender e citar, em suas respostas, o conteúdo de transferência de elétrons (AUSUBEL, 2003).

Em relação ao questionário pós-simulador, buscou-se, por meio dos passos estabelecidos por Moreira (2011), dar prosseguimento à diferenciação progressiva reavendo as características mais importantes do conteúdo de oxirredução, desse modo foi utilizado uma folha de atividade constituída por 4 questões.

A primeira questão utilizou a formação da ferrugem como base para averiguar se os participantes conseguem identificar o agente redutor e oxidante. Apenas A1, A2 e A11 se equivocaram ao responder a letra b – oxidação. Ao escolher a resposta, evidencia-se uma possível associação da palavra oxidação com oxigênio, para Ausubel (2003), essa situação acontece quando o aprendiz não entende o conceito, desse modo acaba relacionando seu significado com algo lógico para si. A alternativa considerada como correta era a letra “a”, marcada por 14 participantes, evidenciando possível assimilação do conceito de agente redutor e oxidante, oxidação e redução, na qual:

[...] a definição mais geral é a oxidação como perda de elétrons por um átomo ou íons. Assim, para cada uma das três definições de oxidação correspondem as definições de redução: (1) redução é a perda de oxigênio por um reagente; (2) redução é o ganho de hidrogênio por um reagente; (3) redução é o ganho de elétrons de valência por um átomo, molécula ou íon (KLEIN; BRAIBANTE; BRAIBANTE, 2020, p.472).

Na questão seguinte, foi averiguado se o participante entende o processo de oxirredução em associação à temática corrosão. Dentre as quatro afirmações, a alternativa correta é a letra “c”, 15 participantes acertaram, ou seja, temos um indício de assimilação dos termos e conceitos que envolvem o processo de oxirredução, por exemplo, ao não marcarem a letra “a” entendem que o íon  $\text{Fe}^{2+}$ , na presença do oxigênio, formará o óxido de ferro e não passará a simplesmente fazer parte do ar. Diferentemente dos participantes A1 e A2, que, ao marcarem a letra “b”, demonstram dificuldade de assimilação do conceito de oxirredução, como se trata dos mesmos participantes que erraram a questão anterior ao associarem oxigênio com oxidação, é compreensível terem errado esta questão também.

Entretanto, o participante A11, que também havia errado a questão anterior, acertou, ao analisar os dados obtidos no questionário de conhecimentos prévios, foi possível observar que o participante possui subsunçores referentes aos fatores externos que auxiliam na formação do fenômeno de corrosão, ou seja, consegue assimilar mais facilmente situações que utilizem representações macroscópicas.

A terceira questão abordou a reatividade dos metais e foi solicitado marcar a alternativa incorreta referente à seguinte situação, “duas lâminas metálicas de chumbo (Pb) e zinco (Zn), foram introduzidas em soluções de nitrato de cobre  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ”. Dentre os 17 participantes, 14 acertaram a questão, ao indicarem, por meio de sua escolha, que a letra “a” era a incorreta, pelo fato do zinco ser o metal mais reativo e acaba sofrendo a oxidação. Logo, indica uma forte tendência dos elétrons se transferirem dele (Zn) para os íons do cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) presentes na solução, isso é um indício que os participantes que acertaram a questão assimilaram o conceito referente à reatividade de metais. Os 3 participantes (A1, A2 e A11) que marcaram a alternativa “b” podem ter vivenciado duas situações, a primeira se refere a terem interpretado equivocadamente o que foi solicitado na questão (NÚÑEZ; RAMALHO, 2017), ou não assimilaram os conceitos, evidenciado pelas questões anteriores.

Na quarta e última questão, averigua-se a ocorrência da assimilação a respeito da formação da corrosão e os fatores que auxiliam sua aceleração, nela houve três respostas diferentes, o participante A1, ao marcar a letra “b”, associa, equivocadamente, que os ambientes salinos (maresia) e sua vizinhança inibem a formação da ferrugem, pelo contrário, os mesmos

são ambientes favoráveis para propagação do fenômeno, 15 participantes marcaram a letra “c”, evidenciando assimilação do processo da corrosão ser possível diante de outras substâncias, além do oxigênio (SANJUAN, 2009), e o participante A2 associa a presença do oxigênio como necessário para reação de oxirredução.

Discutindo o processo, os estudantes A1 e A2 foram os que tiveram maior dificuldade em todas as etapas da UEPS, inclusive na utilização do simulador. Para Masini (2011), independentemente das dificuldades de aprendizagem, deve-se levar em conta que, na aprendizagem significativa, ocorre um processo relacional entre o professor e o aluno formado por meio da clareza do professor a respeito da hierarquia dos conceitos e suas respectivas relevâncias e o uso de recursos que possibilitarão a compreensão dos conceitos trabalhados. Portanto, apesar das dificuldades dos respectivos estudantes, a aprendizagem significativa é um processo que, para os dois, precisa ser mais explorado pelo tempo ou outras atividades potencialmente significativas para estes.

## **5 CONSIDERAÇÕES**

O simulador auxiliou na compreensão e na visualização das reações e fenômenos propostos durante as atividades, o que possibilitou o aumento de complexidade, ocasionando, assim, uma maior diferenciação entre os conceitos trabalhados e, por consequência, a possibilidade do uso das ideias já trabalhadas anteriormente. O uso dos recursos tecnológicos é importante, porém é necessário desenvolver nos participantes, corresponsabilidade no processo de aprendizagem, visto que, sem interesse nas atividades propostas, a assimilação dos conceitos poderá ser comprometida.

Durante o processo, houve indícios de assimilação dos conceitos oxidação, redução, transferência de elétrons, corrosão e reatividade, indicando que a utilização das UEPS auxiliada pelas tecnologias pode ser facilitadora da aprendizagem, causando impacto positivo nos participantes. Esses indícios de aprendizagem foram constatados quando os alunos afirmaram que a oxirredução é um processo, pelas mudanças nas argumentações científicas, o que indica a presença de novos subsunçores e a maior facilidade em responder o último questionário utilizando os conceitos assimilados.

Dentre as dificuldades encontradas, destacam-se duas, a primeira é que, mesmo com atividades que os alunos gostem de realizar, ainda é necessário superar a barreira da expressão oral, os estudantes não gostam de falar, e a segunda foi o tempo demandado para auxiliar os

estudantes no uso do computador, muitos não sabiam utilizar, o que é preocupante com as demandas tecnológicas da atualidade.

## REFERÊNCIAS

ADU-GYAMFI, K.; AMPIAH, J. G. Chemistry students' difficulties in learning oxidation-reduction reactions. **Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education**, v. 28, n. 2, p. 180-200, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/333056995\\_CHEMISTRY\\_STUDENTS'\\_DIFFICULTIES\\_IN\\_LEARNING\\_OXIDATION-REDUCTION\\_REACTIONS](https://www.researchgate.net/publication/333056995_CHEMISTRY_STUDENTS'_DIFFICULTIES_IN_LEARNING_OXIDATION-REDUCTION_REACTIONS). Acesso em 20 jun. 2022.

AL-BALUSHI, S. M.; AL-HAJRI, S. H. Associating animations with concrete models to enhance students comprehension of different visual representations in organic chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, n. 1, p. 47-58, 2014. <http://dx.doi.org/10.1039/C3RP00074E>.

ALVES, J. Q.; MARTINS, T. J.; ANDRADE, J. J. Documentos Normativos e Orientadores da Educação Básica: A Nova BNCC e o Ensino de Química. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, n. 1, p. 241-268, 2021. <http://dx.doi.org/10.35786/1645-1384.v21.n1.13>.

ASTOLFI, G.; LOPES JUNIOR, D. Investigação sobre Conhecimentos Prévios de Alunos do Curso Técnico em Informática a partir da aplicação de Organizadores Prévios. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 3, p.15-28, 2015. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID85/v5\\_n3\\_a2015.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID85/v5_n3_a2015.pdf). Acesso em 15 mai. 2022.

ATIBI, A.; ALKABABI, K.; ALKABABI, I.; RADID, M.; TALBI, M. Difficulties encountered by Moroccan Student in Studying Oxydoreduction. **International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences**, v. 4, n. 1, p. 115-122, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320404451\\_Difficulties\\_encountered\\_by\\_Moroccan\\_Student\\_in\\_Studying\\_Oxydoreduction](https://www.researchgate.net/publication/320404451_Difficulties_encountered_by_Moroccan_Student_in_Studying_Oxydoreduction). Acesso em: 20 jun. 2022.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva** 1. ed. Lisboa: Paralelo, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3ª reimp. da 1ª ed. São Paulo: Edições, 2016.

BISPO, V. M. S.; REIS, E. A. P. O entendimento do aço: do desenvolvimento a suas patologias. **ETIC - ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, v. 15, n. 15, 2019. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/7825>. Acesso em: 15 mai. 2022.

BORGES, D. K. G.; FARIAS, S. A.; SOUZA, K. S. Contribuições do enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade em um Projeto de Ensino: Um Caminho para o consumo sustentável. **Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)**. v. 14, n. 02, p. 285-298, 2021. <http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v14.n2>.

BRANDÃO, C. R.; STRECK, D. R. **Pesquisa participante: a partilha do saber**. São Paulo: Ideias & Letras, 2006.

DE JONG, O.; ACAMPO, J.; VERDONK, A. Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 10, p.1097–1110, 1995. <https://doi.org/10.1002/tea.3660321008>.

DE OLIVEIRA, C. B.; GONZAGA, L. T.; GOMES, E. C.; TERÁN, A. F. Espaços educativos: oportunidade de uma prática educativa problematizadora. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 59-73, 2019. <https://doi.org/10.26571/REAMEC.a2019.v7.n1.p59-73.i6962>

FABRI, P. H.; GIACOMINI, R. A. Estudo da Motivação do Aluno no Processo de Ensino e Aprendizagem promovida pelo uso de Modelos Moleculares, validado por meio de Áudio e Vídeo. **Química Nova na Escola**. v. 40, n.3, p.196-208, 2018. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160123>.

GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. Limitations of Teaching and Learning Redox: A Systematic Review. **Problems of Education in the 21<sup>st</sup> Century**, v. 78, n. 5, p. 698-718, 2020. <http://dx.doi.org/10.33225/pec/20.78.698>.

GOES, L. F.; FERNANDEZ, C.; EILKS, I. The Development of Pedagogical Content Knowledge about Teaching Redox Reactions in German Chemistry Teacher Education. **Education Science**, v. 10, 170, p. 1-23, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10070170>.

HAUPT, F. T., RAUPP, D. T.; LAVAYEN, V. A utilização de organizadores prévios para o ensino de estequiometria: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática (RBECM)**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 953-969, 2021. <http://dx.doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.11599>.

KARIMA, M.; OUSSAMA, A.; MOUNIA, C.; KARIMA E. B.; Didactic and Epistemological Study of The difficulties of Studying the Concept of Redox In Secondary Education (Morocco), **Journal of Hunan University (Natural Science)** v. 48, n. 12, p. 1933 – 1947, 2021. Disponível em: <https://johuns.net/index.php/publishing/273.pdf>. Acesso em 06 abr. 2022.

KIRSCHNER, P. A.; DE BRUYCKERE, P. The myths of the digital native and the multitasker. **Teaching and Teacher Education**, v. 67, p. 135-142, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>.

KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S. Reações de Oxi-redução: Uma proposta de abordagem em sala de aula. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.15, n.1, p. 468-487, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/573>. Acesso em 20 abr. 2022.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem Significativa: Condições para ocorrência e Lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n. 1, p.16-24, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID2/v1\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID2/v1_n1_a2011.pdf). Acesso em 15 maio 2022.

MATEUS, P. G.; FERREIRA, L. H. Investigação da aprendizagem significativa do conceito de equilíbrio químico por meio de modelos mentais expressos por licenciandos em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 20, n.1, p.73-98, 2021

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. A Resolução de Problemas articulada ao Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**. v.6, n. 1, p. 115-135, 2020. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2754>. Acesso em: 15 jun. 2022.

MILTNER, K. M., HIGHFIELD, T. Never gonna GIF you up. Analysing the cultural significance of the Animated GIF. **Social Media + Society**. P. 1-11, 2017. <https://doi.org/10.1177/2056305117725223>.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n. 2, 43-63. 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf). Acesso em 15 jan. 2022.

MOREIRA, M. A. ¿Al Final, Qué es Aprendizaje Significativo? **Revista Currículum**, 25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 15 jan. 2022.

MOREIRA, M. A. **Ensino e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C.; GOES, L. F. As limitações de ensino-aprendizagem associadas ao conteúdo redox nos eventos brasileiros. **X CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**, SEVILLA, 5-8 de Setembro de 2017. Disponível em: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/54\\_-\\_As\\_limitacoes\\_de\\_ensino\\_aprendizagem\\_associadas.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/54_-_As_limitacoes_de_ensino_aprendizagem_associadas.pdf). Acesso em 15 jan. 2022.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. Os itens de Química do ENEM 2014: erros e dificuldades de aprendizagem. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 5, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/issue/view/255>. Acesso em 15 jan. 2022.

OLIVEIRA, G.; SILVA, H. R. G.; RODRIGUES, A. P.; SILVA, J. S.; SILVA, S. K. O uso da cotidianização como ferramenta para o Ensino de Química Orgânica no Ensino Médio. **In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB**. 1., 2012, Campina Grande/PB. Anais. Campina Grande/PB: Universidade Estadual da Paraíba, 2012.p. 1-8. Acesso em: 15 jun. 2022.

OSTERLUND, L. L.; BERG, A.; EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? **Chemistry Education Research and Practice**, v.11, p.182–192, 2010. <https://doi.org/10.1039/C005467B>.

PAULETTI, F. Entraves ao Ensino de Química: Apontando meios para potencializar este ensino. **Rev. ARETÉ**. v. 5, n. 8, p.98-107, 2012. Disponível em:

<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/39>. Acesso em 15 fev. 2022.

RODRIGUEZ, L. G.; PÉREZ, B. C. Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 34, n. 3, p. 143-160, 2016. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/314149>. Acesso em 10 dez. 2021.

SANJUAN, M. E. C. et al. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 190-197, 2009. Disponível em:

[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_3/07-RSA-2008.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf). Acesso em 10 dez. 2021.

SANTAROSA, M. C. P. Ensaio sobre a aprendizagem significativa no ensino de Matemática. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 6, n. 3, p. 57-69, 2016. Disponível em:

[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID92/v6\\_n3\\_a2016.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID92/v6_n3_a2016.pdf). Acesso em 10 dez. 2021.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e Motivações de Aprendizagem em Química de Alunos do Ensino Médio Investigadas em Ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**. v. 9, n.7, p.077204-1, 2013. Disponível em:

<https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517>. Acesso em 10 dez. 2021.

SANTOS, B. M.; SILVA, H. E. da; ROSA, R. C. Relato de experiência: atividades lúdicas e experimentais para o ensino de ondas. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 8, n. 2, p. 327-351, 2020.

<https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.9368>

SESTARI, F. B.; GARCIA, I. K.; SANTAROSA, M. C. P. Integração de conceitos no contexto do ensino técnico integrado ao ensino médio a partir de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). **Research, Society and Development**, v.9, n.4, e64942855, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2855>.

SILVA, L. P. S. C.; ALVES, J. M. S.; LEAL, R. B. Linguagem dos nativos digitais e as tecnologias educacionais: reconectando-nos com nossos alunos. **Anais. II Seminário Diálogos sobre EaD: práticas pedagógicas**, v. 1, n. 1, 2018.

SILVA, R. S. Experimentação no Ensino de Química: Uma Sequência Didática sobre a Formação da Ferrugem. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, e21058, 2021. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v9i2.12744>.

STIEFF, M.; BATEMAN JR, R. C.; UTTAL, D. H. **Teaching and learning with three-dimensional representations**, in Gilbert J.K. (ed.), visualization in science education, p. 93–118, 2005.

SOARES, S. T.; LIMA, S. S.; CARBO, L. Conhecimento especializado de professores de química: modelo teórico. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 8, n. 2, p. 648-666, 2020.

<https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.10255>

TREAGUST, D. F.; MTHEMBU, Z.; CHANDRASEGARAN, A. L. Evaluation of the predict-observe-explain instructional strategy to enhance students' understanding of redox reactions. DEVETAK, I.; GLAZAR, S. A. (eds.) **In: Learning with understanding in the chemistry classroom**. p. 265-286, 2014. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4366-3\\_14](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4366-3_14).

---

## APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

### AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECIM. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio aos programas de Pós-Graduação e incentivo à pesquisa.

### FINANCIAMENTO

Não se aplica.

### CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Introdução: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Referencial teórico: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Análise de dados: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Discussão dos resultados: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Conclusão e considerações finais: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Referências: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Revisão do manuscrito: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

Aprovação da versão final publicada: Duliane da Costa Gomes e Kátiuscia dos Santos de Souza.

### CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

### DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados da pesquisa não foram publicados em repositórios de dados ou outra plataforma.

### PREPRINT

Não publicado.

### CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

As imagens foram autorizadas para utilização no referido manuscrito e os autores possuem o termo de autorização de imagem.

### APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

A pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (com número do protocolo ou código de identificação 09906319.4.0000.5020).

### COMO CITAR - ABNT

GOMES, Duliane da Costa. SOUZA, Kátiuscia dos Santos. Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) e a aprendizagem da oxirredução. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n. 1, e23004, jan./dez., 2023. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14444>

### COMO CITAR - APA

Gomes, D. Da C.; Souza, K. dos S. (2023) Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) e a aprendizagem da oxirredução. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23004. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14444>.

### LICENÇA DE USO

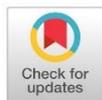
Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



### DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

### POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF



Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>

### PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

### EDITOR

Patrícia Rosinke  

### AVALIADORES

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

### HISTÓRICO

Submetido: 29 de setembro de 2022.

Aprovado: 21 de dezembro de 2022.

Publicado: 05 de fevereiro de 2023.