

# **AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES COGNITIVAS SOBRE PROCESSOS OXIDATIVOS E A VITAMINA C POR MEIO DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP) COM USO DO SOFTWARE PNOTA**

**Evaluation of cognitive skills about oxidative processes  
and vitamin c through the application of the Problematized  
Experimental Activity (EPA) using the pNota software**

## **Giliard Carleti**

Instituto Federal do Espírito Santo - IFES  
giliardcarleti@hotmail.com

## **Marcelo do Nascimento**

Instituto Federal do Espírito Santo - IFES  
marcelopiedra2012@gmail.com

## **Otávio Marcene Gonçalves**

Instituto Federal do Espírito Santo - IFES  
otavioquimica@hotmail.com

## **Sandra Regina do Amaral**

Instituto Federal de Minas Gerais Campus São João  
Evangelistasandra.amaral@ifmg.edu.br

## **Bruno Magela de Melo Siqueira**

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
brunosiq15@gmail.com

## **André Luís Silva da Silva**

Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA  
alss.quimica@gmail.com

## **Fabiana da Silva Kauark**

Instituto Federal do Espírito Santo - IFES  
fabianak@ifes.edu.br

## **Paulo Rogerio Garcez de Moura**

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
paulomoura.ufes@gmail.com

## Resumo

O ensino de Química na educação brasileira apresenta muitos desafios principalmente em relação à maneira descontextualizada como ele é trabalhado em sala de aula, fato que promove um distanciamento do aluno ao saber científico. Assim o objetivo desta pesquisa foi avaliar o avanço cognitivo dos alunos após a aplicação de uma sequência didática, no viés da Atividade Experimental Problematizada (AEP), com a temática das propriedades antioxidantes da vitamina C para a aprendizagem significativa dos princípios eletroquímicos, dos alunos da 2ª série do ensino médio de uma escola na cidade de Linhares-ES. A metodologia adotada foi a pesquisa-intervenção com a abordagem qualitativa e o tratamento dos dados foi realizado por meio do software computacional denominado pNota. Após a análise dos dados constatou-se que a aplicação da SD (problematização, contextualização, experimentação, sistematização e socialização) permitiu um avanço nas aprendizagens dos conhecimentos químicos, evidenciados nos níveis cognitivos avaliados pelo programa.

**Palavras chave:** ensino por experimentação, química contextualizada, aprendizagem significativa, avaliação cognitiva.

## Abstract

The teaching of Chemistry in Brazilian education presents many challenges, mainly about the decontextualized way in which it is worked in the classroom, a fact that promotes a distancing of the student from scientific knowledge. The objective of this research was to evaluate the students' cognitive progress after a didactic sequence, in the EPA bias, with the theme on the antioxidant properties of vitamin C for the meaningful learning of electrochemical principles, of the students of the 2nd-year of high school in a school in the city of Linhares-ES. The methodology adopted was intervention research with a qualitative approach in which the students' cognitive levels reached in the questions contained in a data collection instrument were analyzed, through the computational software called pNota. After analyzing the data, it was found that the application of the SD allowed an advance in the learning of chemical knowledge, evidenced in the cognitive levels evaluated by the program.

**Key words:** teaching by experimentation, contextualized chemistry, meaningful learning, cognitive assessment

## Introdução

As reações químicas que envolvem oxidação-redução são muito versáteis e, portanto, estão presentes em vários fenômenos da natureza: respiração celular, fotossíntese, digestão dos alimentos, combustão, corrosão de metais e também em processos industriais como, por exemplo, a produção de energia elétrica.

Em uma pesquisa de estado da arte sobre o ensino de reações redox nos principais eventos da área Nogueira; Goes; Fernandez (2017) constataram que a estratégia de ensino mais adotada pelos professores para lecionar esse conteúdo é a experimentação de cunho demonstrativo e possivelmente não ocorrendo desse modo uma contextualização e uma problematização inicial.

Tal situação é confirmada por Rocha; Vasconcelos (2016) que analisaram os processos de

ensino e aprendizagem para a disciplina de Química no Brasil, e evidenciaram que entre os alunos há dificuldades em perceber o significado dos conteúdos químicos que estudam. Os autores apontaram como causa dessa situação a descontextualização e fragmentação do ensino que é trabalhado em sala de aula.

De acordo com Brasil (2018) é esperado que o aluno do ensino médio consiga interpretar situações de seu cotidiano a luz dos conhecimentos científicos visto em sala de aula e seja capaz de julgá-los a fim de poder construir uma opinião alicerçada nos saberes científicos.

Considerando esses pressupostos e na tentativa de contornar tal situação, se faz necessário aplicar novas formas de ensino de Ciências. Neste contexto está a Atividade Experimental Problematizada (AEP), que é definida por Silva; Moura (2018, p. 96) como sendo um processo para ensinar Ciências no qual utiliza a experimentação para resolver um problema inicialmente proposto. Na AEP não há um roteiro estruturado. O professor juntamente com os alunos elaboram um caminho a ser seguido para responder a problemática inicial.

### **Referencial teórico**

A Eletroquímica é definida por Atkins (2018) como ramo da Química que estuda o modo pelo qual as reações de oxirredução acontecem abrangendo, portanto, aquelas reações que produzem eletricidade bem como aquelas reações que necessitam da eletricidade para ocorrer. Ela tem marcos histórico conhecido, porém há relatos arqueológicos da existência de baterias primitivas usadas para galvanoplastia na Mesopotâmia 200 a.C (FURLAN et al., 2007).

Segundo Atkins (2018) a Eletroquímica teve sua origem quando o homem buscou conhecer a origem da eletricidade. Para isso, era desconhecida até a segunda metade do século XVII, quando o cientista italiano Luigi Galvani descobriu que ao tocar os músculos de animais mortos, principalmente sapos, com cilindros com cargas elétricas, eles reagiam. Ele acreditava que a eletricidade provinha dos músculos.

Uma Aprendizagem Significativa é definida como

aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, p. 13, 2011).

Nessa visão da aprendizagem, o novo conhecimento deve ser “ligado” a algum conhecimento que o aluno já tenha em seu cognitivo e o estudante por sua vez, deve aprender de modo que ele consiga interpretar essa nova informação de maneira não literal. Ainda sobre Aprendizagem Significativa, Masini; Moreira (2017) completam que ela é aquisição de novos conhecimentos com significado, compreensão, criticidade e possibilidades de aplicação desses conhecimentos em explicações, argumentações e soluções de situações-problema, inclusive novas situações.

Então, nesta visão da aprendizagem, o professor deve valorizar aquilo que o aluno já sabe sobre determinado assunto. De acordo com Moreira (2011) uma aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e a nova informação. Assim, a nova informação será ancorada neste conhecimento e a partir disso, fará sentido ao educando. A cada processo de aprendizagem, esses ancoradouros podem ficar mais estáveis, mais ricos em significados, mais diferenciados, podendo inclusive, transformarem-se em outros ancoradouros (MASINI; MOREIRA, 2017).

A Atividade Experimental Problematicada (AEP), processo de ensino de Ciências, que foi utilizada neste trabalho, “trata-se de um processo teórico-procedimental que se desenvolve a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, isto é, uma experimentação que objetiva a busca por solução a dada situação-problema” (SILVA; MOURA, 2018, p. 96).

Nesta proposta de ensino de Ciências o aluno é colocado como figura central e o professor passa a ter um papel de questionador, realizando perguntas e propondo problemas aos alunos, auxiliando-os na exploração, desenvolvimento e modificação de suas concepções, para que eles sugiram hipóteses e possíveis respostas aos problemas (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

Desse modo, a AEP critica a prática de experimentos sem contextualização e nem caráter investigativo, o que dificulta a aquisição do conhecimento científico do aluno no “fazer ciência”: As atividades experimentais do tipo “receita de bolo”, onde o aluno segue um roteiro preparado e já sabe o resultado final da prática pode gerar um processo pedagógico mecanizado, de modo a não motivar e/ou não proporcionar o desenvolvimento cognitivo ou de emancipação crítica do aprendiz (SILVA; MOURA, 2018).

Como benefícios deste processo de ensinar Ciências, têm-se a possibilidade de desenvolver nos alunos a autonomia e protagonismo, pois eles, durante a realização do processo, realizam registros, discutem resultados, levantam hipóteses, avaliam possíveis explicações e discutem, entre seus pares e com o professor, as razões e as etapas dos experimentos (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

A AEP é abalizada na teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, pois, de acordo com Silva; Moura (2018) baseia-se na construção de conhecimento a partir do esforço cognitivo do estudante em articular as informações que lhe são apresentadas na temática escolhida. Isso permite alterações em sua estrutura cognitiva.

Essa estratégia de ensino experimental em Ciências alicerça-se sobre dois principais eixos, um de natureza teórica e outro metodológica. Seus elementos denotativos constituintes são mostrados na Figura 1 (SILVA; MOURA, 2018).

**Figura 1 - Síntese dos elementos denotativos da AEP: teóricos e metodológicos.**

eixos	
TEÓRICO	METODOLÓGICO
<b>articuladores</b> a. Proposição de problema b. Objetivo experimental c. Diretrizes metodológicas	<b>momentos</b> i. Discussão prévia ii. Organização/desenvolvimento iii. Retorno ao grupo de trabalho iv. Socialização v. Sistematização

Fonte: Silva; Moura; Del Pino (2018)

Assim, para a elaboração de uma atividade experimental no viés de uma AEP deve-se em primeiro lugar partir do eixo teórico. Inicialmente o professor propõe um problema de natureza teórica. Tal pergunta deve instigar uma busca por uma solução. Em seguida deve-se traçar um objetivo experimental que é o experimento a ser desenvolvido no processo. Esse objetivo trata-se da problemática levantada, o qual será responsável por levar aos resultados, mas não em si à solução do problema proposto, tratando-se do que se pretende desenvolver empiricamente em termos de produto/ação. E por último traçar as diretrizes metodológicas que são as ações que

orientarão a prática provenientes do objetivo experimental (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

Em seguida o professor desenvolve o segundo eixo, o metodológico, que se constitui de um roteiro de ações práticas derivadas do objetivo experimental. Então o professor realiza uma discussão prévia sobre o tema a ser abordado, e logo após realiza uma organização do conhecimento/desenvolvimento a atividade experimental (apresentação aos alunos do problema com a realização do experimento), após os alunos retornam ao grupo visando discutirem entre si os resultados obtidos. Em seguida ocorre uma socialização com todos os grupos, visando incentivar um diálogo entre os diferentes grupos de trabalho e por fim ocorre a sistematização que consiste em uma realização de uma atividade que contemple o tema trabalhado na AEP (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

## Metodologia

Esta pesquisa caracterizou-se como pesquisa-intervenção e foi desenvolvida com 97 alunos (de 3 turmas da 2ª série do Ensino Médio) em uma escola da rede estadual de ensino do estado do Espírito Santo, na cidade de Linhares – ES. Para tanto, foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática, nos moldes da AEP, de 6 aulas, conforme Quadro 1.

**Quadro 1** - Etapas da Sequência Didática no viés da AEP desenvolvida e aplicada neste trabalho.

Eixo	Elementos denotativos da AEP	Aula	Atividade desenvolvida
Metodológico	Discussão prévia	Aula 1	Aplicação do instrumento de coleta de dados para verificar os conhecimentos prévios.
	Organização/desenvolvimento	Aulas 2 e 3	Aula expositiva e dialogada abordando objetos de conhecimento “Eletroquímica”.
		Aula 4	Desenvolvimento do experimento.
	Retorno ao grupo de trabalho	Aula 5	Socialização entre os componentes do grupo sobre o desenvolvimento do experimento.
	Socialização		Socialização, mediada pelo professor, entre os grupos sobre o desenvolvimento do experimento e os resultados obtidos.
	Sistematização	Aula 6	Aplicação de um instrumento de coleta de dados on line utilizando a ferramenta Google Formulário.

Fonte: O autor (2022).

Na Aula 1 foi apresentada a proposta aos alunos, com o esclarecimento de sua natureza e propósito bem como o detalhamento das atividades que seriam desenvolvidas. Foi aplicado um instrumento de coleta de dados pré-teste, por meio da ferramenta Google Formulários com a finalidade de analisar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema da aula. Esse instrumento de coleta foi elaborado utilizando a escala Likert. Ainda nessa aula foi disponibilizado aos alunos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

Nas Aulas 2 e 3 realizaram-se aulas expositivas e dialogadas voltadas para estudo do tema Eletroquímica. Nestas aulas foram levantados princípios, suas classificações e apresentamos exemplos. Na aula 4 houve o desenvolvimento do experimento. Nesse momento os alunos foram levados ao laboratório da escola onde encontraram frutas (maçã, banana, laranja e limão), comprimidos de vitamina C efervescente, água, placas de Petri e béqueres. Os alunos discutiram, mediados pelo professor, uma forma de demonstrar a ação antioxidante da vitamina C utilizando o material disponível.

Na Aula 5 aconteceram dois momentos: o retorno ao grupo de trabalho e a socialização. No primeiro os membros do grupo socializaram sobre o desenvolvimento da atividade experimental discutindo os dados observados. No segundo momento houve a socialização entre os grupos da sala. Nessa ocasião os alunos puderam verificar quais as observações realizadas pelos demais grupos e comparar com os resultados do seu grupo.

Na Aula 6, que corresponde a etapa de Socialização da AEP, foi aplicado um instrumento de coleta de dados on line contendo perguntas sobre o conteúdo trabalhado ao longo da SD. Cada pergunta correspondeu a um verbo da Taxonomia de Bloom (Quadro 2). E também correspondeu a um nível exigência cognitiva Suart; Marcondes (2009) bem como à porcentagem de êxito do software pNota (Nascimento, 2020). Assim, optou-se por utilizar a metodologia desenvolvida por Nascimento (2020). A autora criou 3 níveis de classificações que foram atrelados aos níveis de resposta do software (insuficiente, adequado e avançado). Dessa maneira, cada nível correspondeu a uma classificação.

**Quadro 2** - Relação das perguntas utilizadas no instrumento de coleta de dados que foi analisado pelo pNOTA.

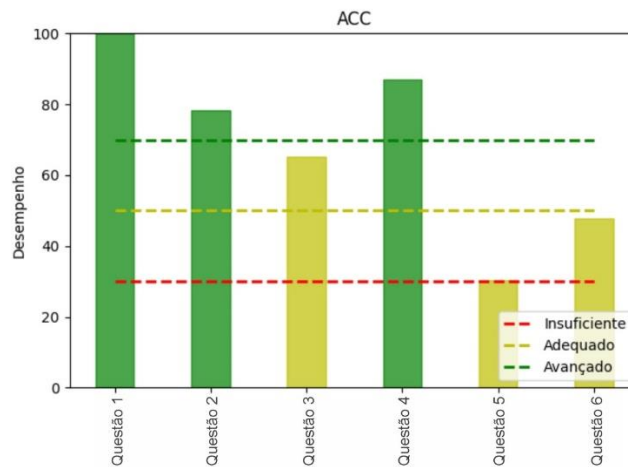
Nível	Faixa de êxito no pNota	Classificação	Verbo	Pergunta
1	0 – 35%	Insuficiente	Lembrar	1) Descreva o nome do processo pelo qual há o enferrujamento de um metal.
			Entender	2) Explique a diferença entre oxidação e redução.
2	36% - 75%	Adequado	Aplicar	3) Determine a principal característica de uma reação que envolve oxirredução.
			Analisar	4) Qual seria a evidência química de que houve uma reação de oxirredução?
3	76% - 100%	Avançado	Avaliar	5) Aponte o que poderia ser feito para evitar a oxidação de um portão de ferro.
			Criar	6) Formule uma maneira de apresentar à Dona Maria a ação antioxidante da vitamina C.

Fonte: O Autor (2021).

## Resultados e discussão

A Acurácia (ACC) representa o primeiro parâmetro qualitativo descrito no relatório gerado pelo Software pNota. De acordo com Nascimento (2020) essa métrica aponta a quantidade de respostas que foram avaliadas de modo semelhante pelo Software pNota e pelo professor. A Figura 1 traz o percentual de êxito das respostas dos alunos a partir do parâmetro Acurácia (ACC).

Figura 1 - Percentual de êxito da AEP no parâmetro ACC.



Fonte: Software pNota (2022).

A Questão 1 contemplava uma pergunta dimensão do “Lembrar” (Quadro 4). Para essa resposta houve um certo de 100%. Nesta dimensão do processo cognitivo, de acordo com Ferraz e Belhot (p. 429, 2010), o aprendiz distingue e seleciona uma determinada informação e reproduz ou recorda busca por uma informação relevante memorizada. Sendo assim, o resultado mostra que todos os alunos conseguiram recordar algo que foi memorizado durante a sua vida escolar para responder essa questão.

Resultado parecido pode ser observado na Questão 2. Essa questão contemplava uma pergunta da dimensão do “Entender” (Quadro 4) no qual apresentaram desempenho de cerca de 80%. Para atingir essa dimensão do processo cognitivo, os alunos devem, de acordo com Ferraz e Belhot (2010) ser capazes de estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”.

Na Questão 3 o desempenho dos alunos foi de aproximadamente 65%, nível classificado como adequado. Essa questão tratava uma pergunta do campo do “Aplicar”. Neste campo do processo cognitivo os alunos, segundo Ferraz e Belhot (2010) devem relacionar a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova.

A Questão 3 apresentou um nível de desempenho menor do que o resultado menor do que as Questões 1 e 2. Passando do nível Avançado para o Adequado. Tal resultado não significa que houve um retrocesso na aprendizagem dos alunos pois, segundo Ausubel (2003), para uma aprendizagem significativa de fato ocorrer são necessários que materiais potencialmente significativos sejam introduzidos para o processo educacional que possam se ligar logicamente a estrutura cognitiva do aluno, bem como o aluno manifeste a disposição para aprender que seria a presença de conceitos âncoras em sua mente que se relacionará de forma substantiva e não-arbitrária aos novos conceitos propostos.

Na questão 4 o desempenho dos alunos teve um acréscimo de cerca de 90% e atingiu um nível considerado Avançado pelo programa. Nesta questão, que exigia do aluno “Analisar” era esperado que eles deveriam, de acordo com Ferraz e Belhot (2010), dividir a informação em

partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes.

A Questão 5 contemplava uma pergunta do domínio do nível 5 “Avaliar”. Essa questão foi avaliada com o desempenho de 30%. Fato que o pNota classificou-o no nível Adequado. Questões que contemplem esse domínio cognitivo exigem que o aluno, de acordo com Ferraz e Behot (2010) realize julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.

Na Questão 6 o desempenho dos alunos aumentou para aproximadamente 50% e por isso o software manteve sua classificação no nível Adequado. Essa questão abordava um nível cognitivo do campo do “Criar”. Nesse nível cognitivo os alunos devem, segundo Ferraz e Behot (2010) colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos.

Em relação as respostas dos alunos à Questão 6: Formule uma maneira de apresentar a Dona Maria a ação antioxidante da vitamina C. Alguns alunos comentaram algo do próprio cotidiano, como no preparo de uma salada de frutas quando sua mãe colocava suco de laranja na salada para que ela não ficasse escura.

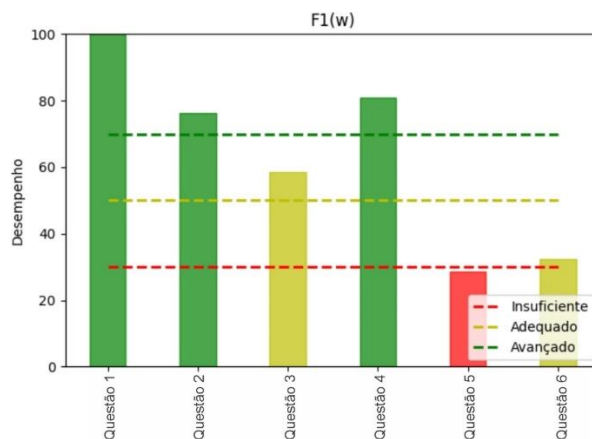
Em relação a classificação das habilidades cognitivas, Suart e Marcondes (2009) as classificam em habilidades cognitivas de baixa ordem e de alta ordem. As habilidades cognitivas de baixa ordem são caracterizadas por capacidades tais como: conhecer, recordar/relembrar a informação ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolução de exercícios; já as de Alta Ordem são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo. Assim, observando o Gráfico 1, nota-se que as questões de alta ordem foram as que obtiveram uma altos êxitos de acerto.

A Questão 5, que está classificada como nível 3 e de acordo com o Quadro 2 requeria “que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer referências, avaliar condições e generalizar”, obteve um nível mais baixo de todas as questões, porém ainda assim pode ser classificada com Adequado. Como esse nível cognitivo exigia que o aluno, de acordo com Nascimento (2020) respondesse a pergunta com a palavra-chave.

A segunda métrica gerada pelo pNota é o de Ponderação ( $F1(w)$ ). De acordo com Nascimento (2020) esse parâmetro estabelece o impacto no sistema computacional para amostras verdadeiras avaliadas de forma incorreta e amostras falsas que foram avaliadas de forma incoerente. Esse resultado traz o grau de confiabilidade maior na análise qualitativa. A Figura 2 apresenta o percentual de êxito dentro da AEP por meio da análise de  $F1(w)$ .

**Figura 2** - Percentual de êxito da AEP no parâmetro  $F1(w)$ .





Fonte: Software pNota (2022).

As questões 1 e 2 alcançaram o nível cognitivo Avançado pois a faixa de erros encontrados pelo pNota deu-se entre 76% a 100% de êxito de Ponderação (F1w). A Questão 3 obteve uma variação diferente quanto as anteriores. Este fato pode ser explicado pelo aumento de complexidade do nível cognitivo, do nível 1 para o nível 2, demandado para responder tal item.

A Questão 4 alcançou o nível considerado Avançado (percentual de êxito de 80%). Percebe-se que houve uma superação significativa em termos de aprendizagem da questão anterior para a essa questão. A Questão 5 apresentou o resultado mais crítico e mais eficaz. Uma que vez a habilidade estudada nesta questão foi a mais provocada cognitivamente. Uma vez que houve um avanço no desempenho alcançado na próxima questão (Questão 6), saindo no nível Insuficiente para o Adequado.

Esse parâmetro, de acordo com Nascimento (2020) traz o grau de confiabilidade na análise qualitativa pois estabelece o impacto no sistema computacional para amostras falsas que foram avaliadas de forma incoerente. A questões 1, 2, 3, 4 e 6, que apresentaram um grau de desempenho considerado Adequado e Suficiente pelo software.

## Conclusão

Pode concluir que o processo de ensinar Ciências denominado Atividade Experimental Problematizada (AEP) atrelado a uma sequência didática possibilita um avanço cognitivo dos estudantes de maneira significativa dos princípios relacionados à Eletroquímica partindo de uma situação problema envolvendo os processos antioxidantes da vitamina C. Além disso, também é possível apontar que avaliação da aprendizagem significativa dos princípios relacionados à Eletroquímica também pode ser realizada por meio de um software educacional de avaliação qualitativa. Desse modo, o professor ganha mais uma ferramenta de trabalho.

## Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vila Velha - ES por ofertar o Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui) o que permitiu a realização deste trabalho.

## Referências

ATKINS, Peter. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente [recurso eletrônico] / Peter Atkins, Loretta Jones, Leroy Laverman; tradutor: Félix José Nonnenmacher; revisão técnica: Ricardo Bicca de Alencastro. – 7. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2018.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:  
<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)>  
Acesso em: 22 set. 2020.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção** [online]. 2010, v. 17, n. 2, p. 421-431. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>>. Acesso em: 15 out. 2021.

FURLAN, P. Y.; KISTON, H.; ANDES, C.; **Chemistry, Poetry and Artistic Illustration: An interdisciplinary Approach to Teaching and Promoting Chemistry**. Journal of Chemical Education, v.84, n.10 (2007).

MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa na escola**. 1. ed. Curitiba, PR: CRV, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NASCIMENTO, Paula Vivaldi. **Ensino de Química e Atividade Experimental Problematizada AEP: Avaliando aprendizagem dos conteúdos químicos por meio do software pNota no contexto do Ensino Fundamental**. Orientadora: Fabiana da Silva Kauark. Espírito Santo: 2020. 126f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Instituto Federal do Espírito Santo. Disponível em: [https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/03/IFES\\_Dissertacao\\_Paula-Vivaldi-Nascimento\\_2018.pdf](https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/03/IFES_Dissertacao_Paula-Vivaldi-Nascimento_2018.pdf). Acesso em: 15 set. 2021.

NOGUEIRA, K. S. C., GOES, L. F., FERNANDEZ, C. O estado da arte sobre o ensino de reações redox nos principais eventos na área de educação no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 410-434, 2017. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_3\\_1\\_ex1106.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_3_1_ex1106.pdf). Acesso em: 14 jun. 2022.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química**: algumas reflexões. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 25 a 28 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2022.



SILVA, André Luís da (org.); MOURA, Paulo Rogério Garcez de (org.). **Ensino Experimental de Ciências – uma proposta**: Atividade Experimental Problematicada (AEP). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de; DEL PINO, José Cláudio. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da atividade experimental problematizada (AEP). **REVELLI**, Inhumas/Goiás, v. 10, n. 4, p. 41-66, Dezembro, 2018. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/view/7568>. Acesso em: 17 set. 2020.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, p. 50-74, 2009. Disponível em: [http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14\\_1/m318318.pdf](http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf). Acesso em: 27 jul. 2021.

