

Avaliação das capacidades metacognitivas no ensino de química analítica

Assessment of metacognitive abilities in teaching analytical chemistry

Evaluación de las habilidades metacognitivas en la enseñanza de la química analítica

*Bruna Marine Damm*¹

*Rafael de Queiroz Ferreira*²

*Paulo Rogerio Garcez de Moura*³

Resumo

A prática da metacognição na condução das atividades de ensino potencializa o processo de aprendizagem do estudante e melhora seu desempenho acadêmico. Tendo em vista a demanda e a importância do acompanhamento da aprendizagem que mensurem as capacidades desenvolvidas pelos estudantes, se propõe a elaboração e análise de indicadores metacognitivos das aprendizagens, a partir da aplicação da metodologia de ensino denominada aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) nas aulas de química analítica. Para isso, elaborou-se previamente indicadores que foram destinados à avaliação de três capacidades metacognitivas: a criativa, a analítica e a prática. Estes indicadores foram estabelecidos em conformidade com a teoria triárquica da inteligência, de Robert Sternberg. Esse levantamento possibilitou as reflexões e decisões sobre os pressupostos do autoconhecimento dos estudantes em termos de suas características e capacidades, e por outro lado, atentou-se na análise das especificidades das tarefas acadêmicas realizadas durante a execução da ABRP.

Palavras-chave: metacognição; inteligência triárquica; problemas químicos.

Abstract

The practice of metacognition in conducting teaching activities enhances the student's learning process and improves their academic performance. Bearing in mind the demand and the importance of monitoring learning that measures the skills developed by students, proposes the elaboration and analysis of metacognitive indicators of learning, based on the activities experienced with the application of an active teaching methodology, problem-based learning (PBL), during analytical chemistry classes. For this, indicators were previously elaborated that were destined for the evaluation of three metacognitive capacities of the undergraduates, namely, the creative, the analytical, and the practical. These indicators were established according to the triarchic theory of intelligence, by Robert Sternberg. This survey enabled reflections and decisions on the assumptions of students' self-knowledge in terms of their characteristics and abilities, and on the other hand, attention was paid to the analysis of the specificities of the academic tasks carried out during the execution of the PBL.

Keywords: metacognition; triarchic intelligence; chemistry problem.

Resumen

La práctica de la metacognición en la realización de actividades docentes potencia el proceso de aprendizaje del alumno y mejora su rendimiento académico. Teniendo en cuenta la demanda y la importancia de un seguimiento del aprendizaje que mida las habilidades desarrolladas por los estudiantes, se propone la elaboración y análisis de indicadores metacognitivos del aprendizaje a partir de la aplicación de una metodología de enseñanza denominada aprendizaje basado en resolución de problemas (ABRP) durante las clases de química analítica. Para ello, previamente se elaboraron indicadores que se destinaron a la evaluación de tres capacidades metacognitivas: la

¹ UFES, Vitória/ES – Brasil. E-mail: bruna.damm@edu.ufes.br. ORCID: [0000-0001-9384-0014](https://orcid.org/0000-0001-9384-0014).

² UFES, Vitória/ES – Brasil. E-mail: rafael.q.ferreira@ufes.br. ORCID: [0000-0002-5190-8508](https://orcid.org/0000-0002-5190-8508).

³ UFES, Vitória/ES – Brasil. E-mail: paulo.moura@ufes.br. ORCID: [0000-0002-6893-3873](https://orcid.org/0000-0002-6893-3873).

creativa, la analítica y la práctica. Estos indicadores se establecieron de acuerdo con la teoría triárquica de la inteligencia Robert Sternberg. Este estudio permitió evaluar las reflexiones y decisiones sobre los supuestos del autoconocimiento de los estudiantes en función de sus características y capacidades, y por otro lado, se prestó atención al análisis de las especificidades de las tareas académicas realizadas durante la ejecución de la ABRP.

Palabras clave: metacognición; inteligencia triárquica; problemas químicos.

Introdução

Um dos grandes desafios no âmbito do ensino de química é a estruturação didática e a explicação dos conhecimentos científicos para os estudantes, de uma forma que eles consigam estabelecer uma conexão entre o que é ensinado e como isso se relaciona com o mundo real (SILVA; LORENZETTI, 2020). Arelada à esta condição, considera-se que ainda há uma predominância do uso de metodologias tradicionais de ensino que são baseadas na transmissão/recepção de conhecimentos, para os quais os estudantes “participam” de forma passiva e individual do processo educativo (ROLIM, 2022). Assim, é perceptível que capacidades ou habilidades, competências e atitudes que são fundamentais para a formação do estudante, tais como: a criticidade, a criatividade, o trabalho colaborativo, a comunicação e a capacidade de resolver problemas e de tomar decisões, estão sendo pouco exploradas neste contexto (MARQUES *et al.*, 2021; RIBEIRO, 2005). Neste estudo, optou-se por usar preferencialmente o termo *capacidade*, em substituição de *habilidade*, por considerá-lo mais aproximado do referencial teórico adotado.

Em busca de se sobressair ao exposto, a abordagem dos assuntos por meio de uma prática didática que proporcione as capacidades citadas e que aproxime o estudante do conhecimento científico, pode enriquecer o seu envolvimento e aprendizado (FIORI; BERTOLDO, 2013; BACICH; MORAN, 2018; PAZINATO; SOUZA, REGIANI, 2019; SANTANA *et al.*, 2022).

Dentre as mais diversas metodologias de ensino utilizadas para engajar a participação dos estudantes durante a abordagem didática, infere-se que a metodologia da aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) mobiliza e potencializa capacidades no estudante para resolver problemas, tomar decisões, se posicionar e argumentar com criticidade, agir com autonomia, trabalhar de forma colaborativa, e articular os conhecimentos químicos aprendidos com viés de aplicação no contexto no qual se encontra inserido. Em consequência disso, a experiência pedagógica tende a favorecer o desenvolvimento de competências e capacidades que são essenciais para a formação acadêmica do estudante, sobressaindo-se ao isolamento, ao individualismo e à competitividade excessiva, visto que isso ainda é tão presente nos ambientes acadêmicos (LUCAS *et al.*, 2021; PEREIRA *et al.*, 2022; BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014; FIORI; BERTOLDO, 2013; VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Ao considerar essas indagações, ressalta-se que a avaliação da aprendizagem e acompanhamento das capacidades adquiridas pelos estudantes é algo que demanda um trabalho criterioso por parte do professor, que se inicia desde o planejamento dos objetivos da aula e necessita de uma abordagem formativa durante o processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, essa condição irá direcionar o trabalho do professor quanto ao diagnóstico e aos “tempos” de aprendizagens de cada estudante; assim como terá a função de proporcionar ao estudante o *feedback* dos ciclos/processos

educativos vivenciados (AQUINO; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2022; SANTANA *et al.*, 2022).

Por outro lado, a prática da metacognição na condução das atividades cognitivas, isto é, nas preocupações no que se refere ao estudante refletir, regular e conhecer como ele mesmo está aprendendo química, potencializa seu processo de aprendizagem e melhora seu desempenho acadêmico. Assim, quando o estudante conhece sobre seu próprio conhecimento, ele pode tomar consciência dos processos e competências necessárias para a realização das tarefas e assim criar estratégias e decisões mais assertivas (RIBEIRO, 2003).

Tendo em vista a demanda e a importância do acompanhamento da aprendizagem como forma de mensurar as capacidades desenvolvidas pelos estudantes, este artigo propõe a elaboração e análise de indicadores metacognitivos (metas, objetivos, variáveis, critérios e itens) das aprendizagens do estudante de graduação, a partir das atividades vivenciadas com a aplicação da metodologia de ensino ABRP, no decorrer das aulas da disciplina de química analítica.

Para isso, elaborou-se previamente indicadores que foram destinados à avaliação de três capacidades cognitivas dos graduandos, sendo elas, as capacidades: criativa, analítica e prática. Estes indicadores foram estabelecidos conforme a teoria triárquica da inteligência, de Sternberg (2008), no que diz respeito ao desenvolvimento e incentivo na prática da inteligência plena. Esse levantamento possibilitou as reflexões e decisões sobre os pressupostos do autoconhecimento dos estudantes em termos de suas características e capacidades, e por outro lado, atentou-se na análise das especificidades das tarefas acadêmicas realizadas durante a ABRP.

Metacognição nos processos de ensino e aprendizagem

A metacognição é a condição do ser humano em ter conhecimento do próprio conhecimento, e assim poder monitorar, avaliar e regular seus próprios processos cognitivos (FLAVELL, 1987; STERNBERG, 2003; RIBEIRO, 2003; DAVIS; NUNES; NUNES, 2005). A cognição se trata de ações para aquisição e armazenamento das informações, já a metacognição se refere a algo de segunda ordem, ou seja, uma direção ao conhecimento sobre o próprio ato de aprender, que se consolida a partir do planejamento, monitoramento e regulação (FABRI *et al.*, 2022; JOU; SPERB, 2006).

Segundo Ribeiro (2003), há duas dimensões essenciais para entendimento da metacognição e que estão intimamente relacionadas à aprendizagem do estudante: (a) conhecimento sobre o conhecimento: trata-se da tomada de consciência sobre os processos (variáveis cognitivas, sociais, emocionais, motivacionais, etc.) que irão influenciar na realização das tarefas; (b) controle e autorregulação da atividade cognitiva: refere-se à capacidade de avaliação da própria execução da tarefa quanto a necessidade de correções, de controle e responsabilidade.

Neste sentido, o conhecimento metacognitivo se desenvolve por meio do estado de consciencialização, ao considerar sobre o modo como determinadas variáveis interagem no sentido de influenciar os resultados das atividades cognitivas (FLAVELL; WELLMAN, 1977; RIBEIRO, 2003). Paralelamente, o processo de autorregulação ocorre quando há o planejamento e a execução da tarefa mediante às variáveis da

atenção e ação, e a autoavaliação, que é quando o indivíduo reflete sobre o seu desempenho (FABRI *et al.*, 2022; ZIMMERMAN, 1998).

Assim, o professor em sua posição mediadora no processo de ensino de aprendizagem, assume um papel de promoção da autorregulação para preparar o estudante a planejar e monitorar suas tarefas. As situações de estudo investigativas e voltadas para resolução de problemas, em que se pressupõem o uso de estratégias de planejamento e monitoramento de metas, são opções para estimular a capacidade de controle sobre a atenção e os processos de memória (FABRI *et al.*, 2022; RIBEIRO, 2003).

Ribeiro (2003) aponta algumas vantagens em relação à aprendizagem direcionada por meio da metacognição, dentre as quais destaca-se:

(1) auto-apreciação e o auto-controle cognitivos como formas de pensamento que o sujeito pode desenvolver e que lhe permitem ter um papel ativo e construtivo no seu próprio conhecimento; (2) novas perspectivas para o estudo das diferenças individuais no rendimento escolar, uma vez que destaca o papel pessoal na avaliação e controle cognitivos - estudantes com idênticas capacidades intelectuais podem ter diferentes níveis de realização escolar, devido à forma como cada um atua sobre os seus próprios processos de aprendizagem; (3) é dependente do desenvolvimento cognitivo, [...] favorece e é o motor do próprio desenvolvimento, uma vez que permite ao sujeito ir mais longe no seu nível de realização.

Ao considerar a aprendizagem do estudante, destaca-se que as capacidades metacognitivas são grandes aliadas durante o desenvolvimento das estratégias didáticas. Isso por conta da metacognição estar vinculada a motivação, pois ao regular e conhecer seus próprios processos cognitivos, os estudantes terão maior clareza sobre as causas e consequências envolvidas na sua aprendizagem, o que lhes conferirá confiança de suas capacidades. Logo, ao situar o estudante em sua aprendizagem, a partir da prática metacognitiva, a tendência é potencializar o desempenho escolar, já que ter este conhecimento pode auxiliá-lo a tomar decisões e entender quais estratégias utilizar em prol de sua aprendizagem.

Teoria triárquica da inteligência plena e a metodologia de ensino ABRP

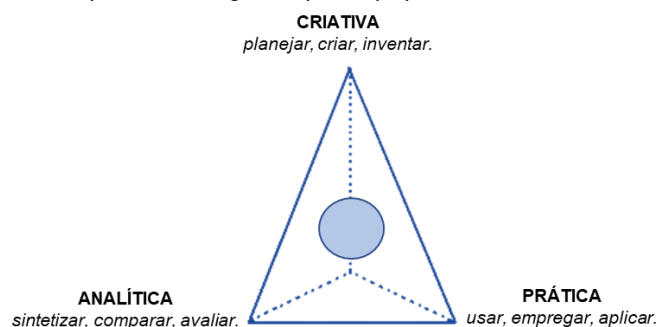
O planejamento da estratégia didática é uma etapa importante para se obter resultados positivos na aprendizagem do estudante. Para isso, é necessário estabelecer previamente os objetivos que se deseja alcançar para que seja contemplada as capacidades tanto cognitivas como metacognitivas do estudante. É interessante partir de situações condizentes com a realidade dos estudantes e que tenham relações com a sua futura prática profissional.

A sequência de atividades precisa tornar o ambiente de aprendizagem favorável e propício para o desenvolvimento de capacidades cognitivas e metacognitivas fundamentais para a formação do estudante. Ademais, o professor também pode propor variadas maneiras de avaliar todo processo didático, o que não é algo tão simples, mas extremamente necessário para acompanhamento da aprendizagem do estudante durante vivência da prática de ensino. Portanto, é importante considerar que a aprendizagem do estudante esteja associada à diferentes domínios pelos quais os

estudantes terão a condição de desenvolver suas capacidades para agir criticamente frente às situações específicas (AQUINO; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2022).

A teoria triárquica da inteligência de Robert J. Sternberg (2008) auxilia para o entendimento de como desenvolver capacidades cognitivas e metacognitivas nos estudantes. Segundo o autor, o conhecimento do indivíduo compreende três aspectos, sendo eles: a capacidade analítica, prática e criativa. A Figura 1 ilustra que as três capacidades juntas são essenciais para formação do estudante e precisam ser trabalhadas de forma integral e equilibrada (COELHO; MALHEIRO, 2021).

Figura 1: Teoria triárquica da inteligência plena (capacidades criativa, analítica e prática)



Fonte: Adaptado de Sternberg (2008)

Segundo Sternberg e Grigorenko (2003), para o desenvolvimento da capacidade analítica, as atividades precisam ser alinhadas à uma situação reconhecida pelo estudante e utilizando procedimentos que influenciam nos elementos de um determinado problema ou nas relações existentes entre eles, ou seja, está relacionada com a capacidade do estudante comparar, analisar, avaliar algo, resolver problemas e tomar decisões sobre algo. Para a promoção da capacidade prática, a atividade deve proporcionar ao estudante a aplicação dos conhecimentos aprendidos e relacionados ao seu cotidiano na solução de um determinado problema, como exemplo, aplicar, usar e transformar a teoria em prática.

Por fim, de modo integrado às capacidades citadas, é primordial que os objetivos didáticos atendam para o desenvolvimento da capacidade criativa, ou seja, o estudante precisa fazer um esforço para pensar sobre soluções de novos problemas surgidos, que ainda não são conhecidos, e de seus componentes de maneira diferenciada e original, como por exemplo, planejar, criar, inventar ou produzir alguma coisa.

Assim, pode-se equiparar os objetivos das aulas com atividades de ensino que prezem as três habilidades, ou seja, no momento do planejamento, o professor pode se basear nos verbos correspondentes a cada capacidade e preparar uma ampla variedade de atividades que possibilitem ao estudante desenvolver as três capacidades. Na execução destas atividades, o professor pode enriquecer todo o processo didático, trazendo orientações, sugestões e questionamentos pertinentes para que o estudante atinja aos objetivos (LOPES *et al.*, 2011).

Portanto, como uma sugestão metodológica para promover as três capacidades (criativa, prática e analítica) e com intuito de favorecer uma aprendizagem cognitiva e metacognitiva a partir de uma situação problema, recorreu-se a denominada Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). A ABRP requer que a

proposta obedeça a quatro etapas (VASCONCELO; ALMEIDA, 2012). O Quadro 1 descreve os principais passos do ciclo da ABRP.

Quadro 1: Tutorial do processo cíclico para aplicação da ABRP

1ª etapa
(1) Cenário: Apresentação aos estudantes, organizados em grupos, do cenário condizente com uma situação real ou com um contexto.
2ª etapa
(2), (3) e (4) Questões-problema, fatos e hipóteses: Os discentes formulam as questões-problemas, para isso, eles devem analisar e reformular os pontos relevantes do cenário, identificando os fatos, levantando as hipóteses para possíveis soluções relacionadas ao cenário apresentado, e registrando-as em uma ficha de monitoramento. Desse modo, identificam as lacunas de conhecimento que impedem ou dificultam a resolução do problema. A partir desse momento, os grupos são encaminhados para uma socialização e a iniciar um planejamento para a resolução do problema. Daí surge a necessidade de estudos e pesquisas mais aprofundadas com o foco na solução viável dos pontos centrais levantados acerca do problema. Esta etapa conduz o estudante para um ciclo de estudos autodirigidos a fim de corrigir as lacunas encontradas.
3ª etapa
(5), (6) e (7) Investigação, evidências e solução: Os discentes verificam as causas e as possíveis soluções por meio de um método investigativo, para que haja apropriação das informações. O professor atua como facilitador e orientador do processo, questionando e provocando os estudantes.
4ª etapa
(8) e (9) Argumentação e comunicação: Os estudantes fazem uma síntese das informações coletadas e são encaminhados para a solução do problema. É fundamental a socialização, comunicação e discussão das conclusões, portanto, os estudantes preparam um produto final da ABRP (vídeos, exposição de fotos, feira de ciências, mostra científica, painel, protótipos, campanhas, etc.) para apresentar para a turma, escola e/ou comunidade.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos e Almeida (2012).

Em virtude do que foi apresentado, infere-se que a execução do ciclo tutorial da ABRP estrutura, articula e consolida a aplicação dos conhecimentos científicos a contextos cotidianos, que permitem consolidar as capacidades essenciais para a formação do estudante. A ABRP oportuniza a resolução de problemas e se fundamenta na teoria da aprendizagem significativa ao considerar que a metodologia possui elementos articuladores para “romper as fronteiras” estabelecidas entre a aprendizagem de novos conhecimentos e o problema anunciado.

O problema integrado às capacidades metacognitivas proporciona ao estudante a curiosidade em planejar, propor, buscar e conhecer por novas informações para resolvê-lo. O processo resulta na investigação mais aprofundada do assunto, pois o estudante formula outros questionamentos, realiza pesquisas e atividades para chegar na solução do problema, ao mesmo tempo que, requer que ele faça uma análise crítica das fontes e das informações científicas levantadas (VENTURELLI, 1997; PEREIRA *et al.*, 2022). Por fim, agem com responsabilidade e criatividade, trazendo argumentos científicos para comunicar a resolução do problema (GUISSO *et al.*, 2019).

Logo, o estudante possui um papel ativo, central, participativo e construtor de seu próprio aprendizado (MARQUES *et al.*, 2021; RIBEIRO, 2005). Cabe dizer que essas situações são propiciadoras para o estudante desenvolver a autorregulação e a autonomia na gestão de tarefas e das aprendizagens, aprimorando suas interpretações metacognitivas com um olhar voltado para a própria maneira de aprender.

Percurso metodológico

O delineamento do presente estudo transcorreu de maneira qualitativa. De acordo com Minayo (2001), o enfoque qualitativo consiste na aquisição de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos, por meio do contato direto do pesquisador com o objeto a ser estudado, objetivando-se, deste modo, compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos próprios sujeitos participantes da situação estudada.

Devido à pandemia de Covid-19, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) havia iniciado a fase 3 de seu plano de contingência, adotando a modalidade híbrida para a disciplina de química analítica, por isso as atividades foram divididas em aulas presenciais e remotas. O estudo foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFES (CEP - UFES, Campus Goiabeiras) e posteriormente aprovado (CAAE: 50064421.2.0000.5542).

Neste sentido, esse estudo apresenta uma aplicação didática nos moldes de uma ABRP, em que no planejamento das atividades em suas etapas, bem como no acompanhamento das aprendizagens dos estudantes com a vivência das ações, estabeleceu-se metas de aprendizagens metacognitivas alinhadas ao desenvolvimento de capacidades analíticas, criativas e práticas. Nesta direção, trata-se de uma experiência didática na prática que foi desenvolvida ao longo do semestre letivo de 2021/2, com 27 estudantes, matriculados na disciplina de química analítica (teórica e experimental), do curso de Bacharelado em Química da UFES (Campus Goiabeiras-ES). A sequência das ações foi dividida em seis encontros, totalizando 18 horas.

No planejamento da estratégia didática, elencaram-se os conteúdos teóricos do currículo da disciplina em busca de compatibilização e contextualização com os assuntos relacionados à planta *Rhizophora mangle* e com base na metodologia de ensino ABRP.

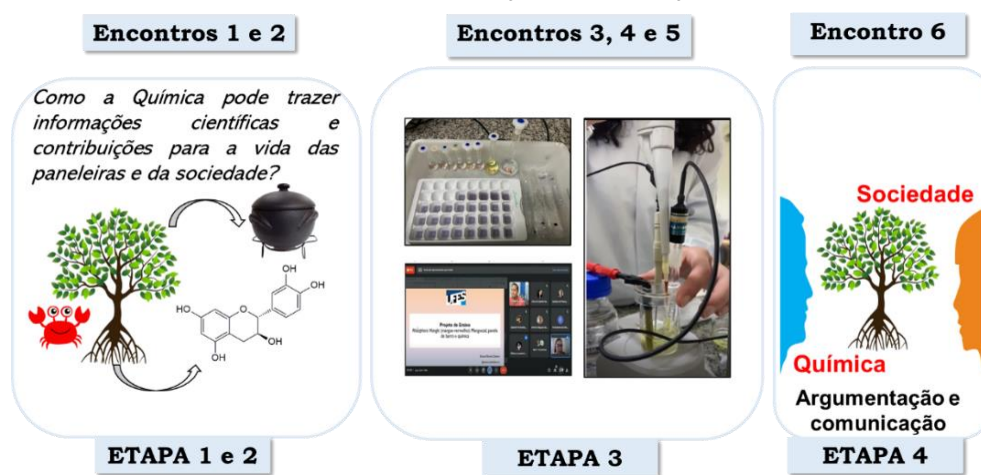
A escolha da temática, deve-se ao fato de o Espírito Santo (ES) ser um estado do sudeste brasileiro que possui uma vasta região litorânea, e por apresentar o ecossistema manguezal. Vitória, a capital do estado, possui um dos maiores manguezais urbanos do Brasil, que, por sua vez, é berçário de muitas espécies de plantas e de animais que vivem nesse local (BRASIL, 2018). A *Rhizophora mangle*, conhecida popularmente como mangue-vermelho, é uma destas espécies, a planta possui um papel fundamental tanto para o ecossistema como para a vida das pessoas que vivem ali no entorno do manguezal. Em Goiabeiras, bairro urbano do município de Vitória (ES), o extrato aquoso da casca da planta é utilizado pela Associação das Paneleiras de Goiabeiras-ES (APG) na confecção das panelas de barro, produto tradicional da cultura local (BRASIL, 2008, 2010; SANTANA *et al.*, 2022).

Cabe aqui destacar que as contribuições da planta vão além das terras capixabas, ou seja, em outros lugares do mundo, onde há ocorrência da espécie, ela é utilizada na medicina popular para fins terapêuticos, sendo relatado o seu uso no tratamento de feridas, de diabetes e de pressão alta, dentre outras funcionalidades (ANDRADE-CETTO *et al.*, 2017; RODRÍGUEZ-GÁRCIA *et al.*, 2019). Alguns estudos experimentais, já indicaram que o extrato aquoso da casca de *Rhizophora mangle* é caracterizado por uma composição química bem complexa, apresentando em sua maioria compostos fenólicos, tais como flavonoides e taninos. Uma das características

dessas substâncias é agir como antioxidantes, e isso tem atraído grande atenção, devido a algumas evidências mostrarem que estes compostos trazem benefícios à saúde (RIBEIRO *et al.*, 2019; REGALADO; SÁNCHEZ; MANCEBO, 2016).

A partir disso, o contexto da planta foi utilizado como referência para a aplicação dos conceitos químicos referentes à espectrofotometria e cronoamperometria, ambas técnicas analíticas abordadas na disciplina de química analítica. O fluxograma da ABRP desenvolvida é ilustrado na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma da metodologia ABRP, nas Etapas 1 e 2 (Encontros 1 e 2) - Contextualização e apresentação do cenário e problema para a formulação dos fatos e hipóteses; na Etapa 3 (Encontros 3, 4 e 5) - Processo de investigação, busca por evidências e soluções ao problema anunciado; e na Etapa 4 (Encontro 6) - Argumentação e comunicação



Fonte: Os autores (2023).

Nas etapas 1 e 2 da ABRP ocorreu a apresentação do cenário e do problema, elas corresponderam aos Encontros 1 e 2. No Encontro 1, remoto, os estudantes foram organizados em grupos (4-5 estudantes) e elegeram um representante. Eles também responderam ao questionário inicial com questões abertas para que o professor pudesse identificar as concepções iniciais e coletar informações sobre a maneira com que aprendem melhor os conceitos. Posteriormente, os estudantes iniciaram a leitura e discussão do texto referente ao cenário da ABRP e ao problema: *Como a Química pode trazer informações e contribuições científicas para a Associação das Panelas e para a sociedade?* Os estudantes receberam orientações para a caminhada pela UFES até as Panelas de Goiabeiras-ES, para conhecer mais de perto a planta *Rhizophora mangle* e seu uso em uma comunidade próxima.

No Encontro 2, presencial, houve a caminhada pelo mangue no entorno da UFES. Um guia (oceanógrafo) explicou e mostrou as espécies sobreviventes (fauna e flora) no local, inclusive a *Rhizophora mangle*. Em seguida, houve uma visita à APG, em que os estudantes conheceram as matérias-primas utilizadas pela Panelas e participaram de uma oficina de confecção da panela de barro. Na ocasião, os estudantes também coletaram a casca da *Rhizophora mangle*. A partir disso, os estudantes identificaram suas questões-problema, registraram os fatos e hipóteses e integraram essas informações ao problema fornecido no texto inicial (cenário).

Na etapa 3 da ABRP, os alunos iniciaram os processos de investigação, evidência e solução. Esta etapa correspondeu aos Encontros 3 e 4, presenciais, e 5, remoto. Os estudantes iniciaram o processo de investigação com pesquisa em fontes científicas e evidências empíricas para encontrar uma solução para o problema proposto. Para isso, dois experimentos foram realizados nos Encontros 3 e 4, respectivamente. No experimento 1, os estudantes usaram os princípios da espectrofotometria de absorção molecular na região ultravioleta-visível e sua instrumentação para determinar a capacidade antioxidante de diferentes extratos da casca de *Rhizophora mangle* usando o ensaio FRAP (poder antioxidante via redução do ferro(III), do inglês, *ferric reducing/antioxidant power*) (BRAND-WILLIAMS; CUVÉLIER; BERSET, 1995).

No experimento 2, os estudantes utilizaram os princípios da cronoamperometria e sua instrumentação com o mesmo objetivo do experimento 1, que foi a determinação da capacidade antioxidante de diferentes extratos da casca de *Rhizophora mangle*, usando o ensaio eletroquímico CRAC (capacidade antioxidante via redução do cério(IV), do inglês, *ceric reducing/antioxidant capacity*) (FERREIRA, AVACA, 2008). No Encontro 5, os estudantes tiveram que planejar e produzir uma ação que visasse divulgar os resultados alcançados.

Na etapa 4 da ABRP, houve a finalização da aplicação da metodologia por meio do processo de argumentação e comunicação. Sendo assim, no Encontro 6, remoto, os grupos expuseram o produto final, em uma apresentação de 15min, com explicações e argumentos científicos para a solução do problema anunciado no Encontro 1.

Para acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem foram elencados indicadores de aprendizagem para cada aula e estes foram alinhados para desenvolver as três capacidades metacognitivas do estudante, a saber, capacidade analítica: analisar, comparar, sintetizar; capacidade prática: usar, aplicar, empregar; e capacidade criativa: planejar, inventar, criar (STERNBERG; GRIGORENKO, 2003; STERNBERG, 2008).

Para cada meta/objetivo/critério, cada estudante precisou marcar uma das seguintes alternativas, seguindo a escala Likert de cinco pontos: concordo totalmente (5), concordo parcialmente (4), não concordo ou discordo (3), discordo parcialmente (2) e discordo totalmente (1) (LIKERT, 1932). Os resultados foram expressos por meio do *ranking* médio (RM), conforme demonstra equação:

$$\text{Ranking médio (RM)} = \sum(fi \times vi)/NT$$

Onde *fi*: Frequência observada (por resposta e item); *vi*: valor de cada resposta; e NT: Número total de informantes

Os indicadores mencionados neste estudo, são rubricas de avaliação que abrangem um conjunto de critérios que se considerou importante mensurar para que os estudantes aprendessem em cada aula. Por meio desse instrumento, foi possível mensurar, sob avaliação do próprio estudante como foram mobilizadas as capacidades analítica, prática e criativa por eles durante os encontros. Em seguida são apresentados os indicadores utilizados pelos próprios estudantes para a avaliação do desenvolvimento das capacidades metacognitivas (Quadro 2).

Quadro 2: Alinhamento entre as capacidades da inteligência (criativa, analítica e prática) e os indicadores para o desenvolvimento das capacidades metacognitivas do estudante, durante o ciclo tutorial da ABRP

Aulas	Capacidades metacognitivas	Indicadores para o desenvolvimento das capacidades metacognitivas
1 e 2: Cenário, questões-problema, fatos e hipóteses	Analítica	1- Identifiquei fatos e hipóteses e formulei questões problema sobre o cenário;
		2- Entendi o problema, selecionei e concentrei os recursos mentais necessários para resolvê-lo;
		3- Reconheci novas informações e as racionalizei para construir uma interação com o que já sabia anteriormente e o que acabei de saber;
	Prática	4- Entendi os processos envolvidos na produção de panelas de barro e suas relações com a química;
		5- Reconheci a importância da flora e fauna presentes no manguezal para o ecossistema e sociedade;
		6- Reconheci os valores próprios da ciência e da cultura para a sociedade;
		7- Correlacionei os assuntos teóricos abordados na disciplina com situações-problema inseridas no contexto das panelas;
		8- Articulei os conhecimentos químicos envolvidos nos processos executados pelas panelas, numa perspectiva de integração e valorização das questões culturais, ambientais e sociais;
	Criativa	9- Representei e organizei as informações em um esquema sobre as etapas da produção da panela, explicando a importância de cada processo e demarcando as possíveis situações-problemas enfrentadas pelas Panelas.
3, 4 e 5: Investigação, Evidências e Solução	Analítica	1- Reconheci a origem e os tipos de métodos instrumentais de análise;
		2- Identifiquei os diferentes componentes eletrônicos, conheci o seu funcionamento individual e a sua relação com os outros;
		3- Determinei a capacidade antioxidante por métodos espectro e eletroanalíticos, a partir dos ensaios FRAP e CRAC;
		4- Selecionei, interpretei e discuti dados, resultados e proposições levantadas durante as atividades desenvolvidas de forma crítica, ética e argumentada em parâmetros científicos;
		5- Questionei as observações feitas, as hipóteses levantadas e os resultados encontrados;
		6- Comparei a capacidade antioxidante entre os extratos da casca de <i>Rhizophora mangle</i> ;
		7- Diferenciei e comparei as vantagens e desvantagens dos métodos analíticos utilizados para determinar a capacidade antioxidante;
	Prática	8- Generalizei o problema em outros contextos, associando os conceitos científicos estudados ao cotidiano e aos conhecimentos prévios;
		9- Utilizei e soube utilizar o equipamento para obtenção de dados e interpretação dos resultados;
		10- Realizei pesquisas em plataformas científicas para propor ações na resolução do problema proposto;
		11- Escolhi a técnica e os equipamentos adequados à resolução dos problemas propostos;
	Criativa	12- Organizei e apresentei as ideias de forma ordenada (gráficos, tabelas, imagens etc.) por meio do relatório da aula prática, explicando com argumentos científicos os resultados alcançados.
6: Argumentação e Comunicação	Analítica	1- Discuti a solução do problema com base em argumentos científicos e experimentais;
		2- Avaliei os processos vivenciados nas aulas 1, 2, 3 e 4 fazendo julgamentos e escolhas quanto aos métodos de análise química empregados na determinação de antioxidantes pelos ensaios FRAP e CRAC;

		3- Compilei e sintetizei os resultados obtidos para a resolução do problema;
	Prática	4- Envolvi a comunidade e estabeleci parcerias com as paineleiras visando a busca de soluções para o problema;
	Criativa	5- Elaborei e planejei uma ação voltada para a divulgação científica dos resultados alcançados.

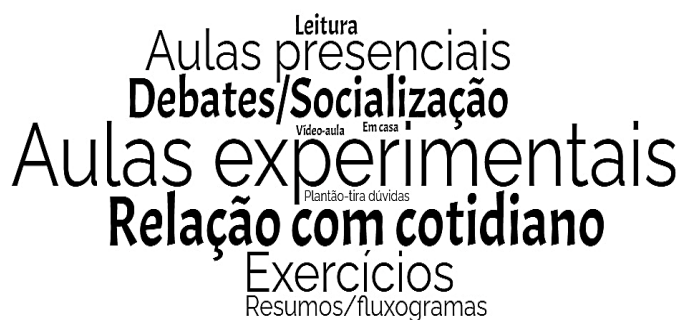
Fonte: Os autores (2023).

Apesar do enfoque da contextualização, tanto nas etapas da ABRP “*Rhizophora mangle*: mangueza!, panela de barro e química” como nos objetivos de aprendizagens metacognitivas, em termos de indicadores de avaliação (Quadro 2), o planejamento do instrumento foi idealizado para que pudesse nortear outras atividades, considerando a realidade/contexto de cada espaço de ensino.

Resultados e discussão

A Figura 3 representa uma “nuvem de palavras” que elenca as estratégias com as quais os estudantes acreditam favorecer o processo de aprendizagem. A partir disso, o professor entende e pode traçar um perfil das fragilidades e potencialidades nos aspectos ligados ao (des)favorecimento da aprendizagem dos estudantes antes da aplicação da estratégia didática.

Figura 3. “Nuvem de palavras” sobre as formas com as quais os estudantes indicaram contribuir para a aprendizagem de conceitos



Fonte: Os autores (2023).

A Figura 3 mostra que as expressões “aulas experimentais” (22,3%) e abordagens que prezem pela aplicabilidade do assunto teórico em situações próximas a sua realidade, que tenham “relação com o cotidiano” (18,5%), somaram juntas (40,8%) das formas com as quais os estudantes apontaram ajudar na aprendizagem dos conceitos. Alguns alunos também apresentaram respostas mais descritivas à questão aberta, por exemplo, o A14 destacou que “*nos estudos práticos, sem dúvida. E na parte teórica, quando se associa conteúdos com situações mais palpáveis, os quais são possíveis de imaginar e efetivamente entender o conhecimento ali envolvido*”. O A10 acentuou que “*aulas práticas ajudam a construir um entendimento melhor, assim como ver as reações/processos. Manter-se apenas na teoria não consolida tão bem a matéria.*”

As aulas práticas ou experimentais que são contextualizadas, problematizadas e investigativas se opõem ao modelo do tipo receita, e têm-se demonstrado positivas

quanto às capacidades ou Habilidades Cognitivas de Ordem Superior (HCOS). Zoller e Pushkinb (2007) propõem a real necessidade do esforço educativo por parte do professor em desenvolver as HCOS no estudante. Segundo o autor, estas capacidades estariam ligadas ao domínio da criatividade, ao desenvolvimento do pensamento crítico, sistêmico e avaliativo, à tomada de decisões e à resolução de problemas.

Diante da necessidade das aulas remotas ocasionada pela pandemia da Covid-19, percebeu-se que os estudantes destacaram que a modalidade de ensino presencial, em oposição às aulas remotas, auxilia para aprender melhor os assuntos, ou seja, “aulas presenciais” (11,1%). Os estudantes também indicaram que “exercícios” (11,1%), “debates” (11,1%), elaborar “resumos” (7,4%), “leitura” (7,4%), assistir “videoaula” (3,7%), no “plantão tira-dúvidas” (3,7%) e complementação dos estudos “em casa” (3,7%) também são estratégias que auxiliam no entendimento dos conceitos.

No que diz respeito a aplicação da ABRP “*Rhizophora mangle*: manguezal, panela de barro e química”, a estratégia proporcionou aos estudantes uma dinâmica de interação que foi determinante para despertar o interesse e a aprendizagem de novos conceitos. A etapa de formulação de perguntas conduziu os grupos de estudantes a buscarem pela resolução do problema e a relacionarem os conhecimentos químicos com situações ligadas à sua realidade. Beber, Silva, Bonfiglio (2014) enfatizam que,

o aprender não se refere apenas ao campo educacional. Ele se insere em diferentes contextos, seja profissional, social, político, dentre outros, necessitando a utilização de técnicas e recursos mentais. O compreender pressupõe a consciência do que envolve a aprendizagem na resolução de um problema.

Na etapa de investigação que se deu a partir dos assuntos abordados e discutidos tanto na aula prática como na aula teórica e por pesquisas individuais, notou-se como se deu a construção dos conhecimentos químicos durante todo processo pedagógico. Percebeu-se que os estudantes tiveram que recorrer às suas capacidades de fazer analogias e ao final avaliar, comparar e escolher um método analítico. Por outro, lado também tiveram que decidir e sugerir como as descobertas encontradas poderiam contribuir de alguma forma para a sociedade/paneiras.

Desta forma, é possível afirmar que os *insights* e as ideias criativas frequentemente resultam da integração de assuntos das mais diferentes áreas. A caminhada pela UFES e a visita às paneiras diferem do ambiente escolar onde a aprendizagem ocorre em “caixinhas” separadas. A exploração de um contexto envolve múltiplos conhecimentos, o que proporciona aos estudantes a fazerem inter-relações e a utilizarem suas habilidades, interesses e capacidades independentemente de qualquer assunto (STERNBERG; GRIGORENKO, 2003; ZOLLER; PUSHKINB, 2007; RODRIGUES, 2014; SANTANA *et al.*, 2022).

Com as atividades propostas por meio da ABRP os estudantes envolveram-se ativamente e de forma colaborativa. Consequentemente, houve o desenvolvimento de capacidades relacionadas a resolução de problemas, colocando em prática o planejamento de suas ações, a comunicação, a curiosidade e a visão crítica, científica, autônoma e transversal dos conhecimentos. Assim, observou-se que o

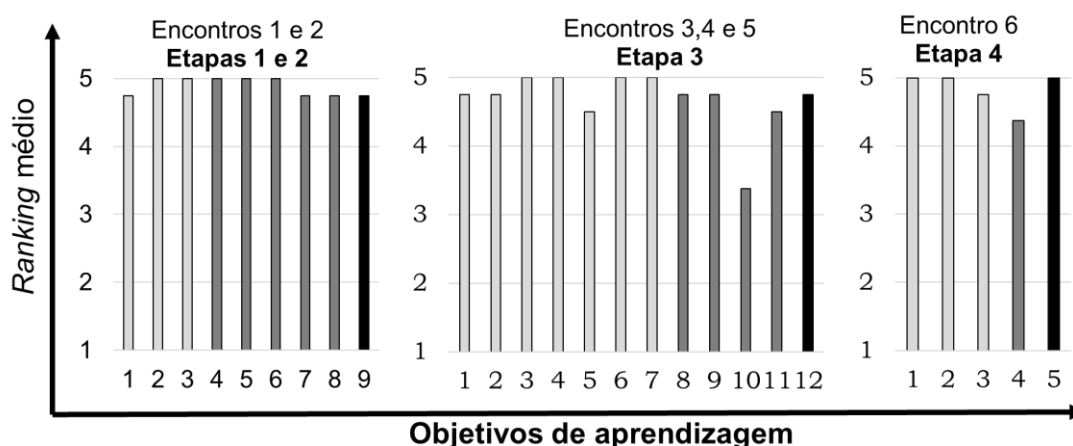
conhecimento metacognitivo coordena e controla as inúmeras formas e tentativas de aprendizagens, levando ao caminho para a resolução de problemas (AMADO, 2015; WILLIAN, 2022; PEREIRA *et al.*, 2022; BEBER; SILVA; BONFIGLIO, 2014).

Os objetivos de aprendizagens estabelecidos para cada aula, baseando-se no ciclo da ABRP “*Rhizophora mangle*: manguezal, panela de barro e química”, e na teoria triárquica da inteligência, de Sternberg (2008), permitiu acompanhar o desenvolvimento das três capacidades essenciais (analítica, prática e criativa) do estudante. Beber, Silva, Bonfiglio (2014) enfatizam que,

o sujeito somente pode ser considerado autorregulado se conseguir desenvolver critérios internos que o ajudem a elaborar, executar atividades autodirigidas e independentes e que possibilite verificar seus avanços com base na ação e na realização.

Por meio do instrumento confeccionado para este estudo e aplicado junto aos estudantes no final da estratégia didática, pôde-se constatar que os estudantes mobilizaram suas capacidades analíticas, atribuindo uma nota média de 4,9 em 5,0; capacidades práticas, dando uma pontuação média de 4,7 em 5,0; e capacidades criativas, dando uma pontuação média de 4,9 em 5,0 (Figura 4).

Figura 4. Indicadores para o desenvolvimento das capacidades metacognitivas do estudante durante os encontros (1 a 6) do ciclo da ABRP.



Legenda: Capacidades analíticas; práticas e; criativas.

*Cálculo de RM (*Ranking médio*) = $\sum(fi \times vi)/NT$. Onde *fi*: Frequência observada (por resposta e item); *vi*: valor de cada resposta; e NT: Número total de informantes (*n* = 16).

Fonte: Os autores (2023).

Os indicadores foram organizados de acordo com a Teoria triárquica da inteligência, de Sternberg (2008). Portanto, na etapa 1 e 2 de apresentação do cenário e problema, os alunos mobilizaram as capacidades analíticas (RM: 4,8-5,0), tais como: identificar os fatos, hipóteses e questões-problema em relação ao cenário apresentado; concentrar e selecionar recursos para planejar ações em busca da resolução de problemas. De forma complementar, houve a promoção de capacidades práticas (RM: 4,8-5,0) e criativas (RM: 4,8), tais como: correlacionar os assuntos teóricos abordados na disciplina com situações-problema inseridas no contexto das Paneleiras; representar e organizar as informações em um esquema sobre as etapas

da produção da panela de barro, explicando a importância de cada processo e demarcando as possíveis situações-problemas enfrentadas pelas Paineleiras.

A etapa 3 da ABRP é demarcada pelos processos de investigação, evidência e solução. Sendo assim, houve a mobilização de capacidades analíticas (RM:4,5-5,0) como, por exemplo: diferenciar e comparar os métodos utilizados para determinar a capacidade antioxidante; determinar e avaliar a capacidade antioxidante de diferentes extratos da casca da planta; selecionar, interpretar e discutir dados, resultados e proposições levantadas durante as atividades desenvolvidas de forma crítica, ética e argumentada em parâmetros científicos. Assim como também foram evidenciadas as capacidades práticas (RM: 3,4-5,0) e criativas (RM: 4,8) como, por exemplo: utilizar e saber utilizar o equipamento para obtenção de dados e interpretação dos resultados; generalizar o problema em outros contextos, associando os conceitos científicos estudados ao cotidiano e aos conhecimentos prévios.

Cabe destacar que, na etapa 3, os alunos apresentaram algumas dificuldades em realizar pesquisas em plataformas científicas (objetivo 10, RM: 3,4) e escolher a técnica adequada (objetivo 11, RM: 4,5) para propor ações na resolução do problema proposto. Isso indicou a necessidade de incluir a orientação aos alunos no que se refere a realização de pesquisas em fontes científicas.

Na etapa 4, os alunos desenvolveram capacidades analíticas (RM: 4,8-5,0) como, por exemplo, compilar e sintetizar os resultados obtidos para a resolução do problema e avaliar os processos vivenciados nos encontros 1, 2, 3 e 4, fazendo julgamentos e escolhas quanto aos métodos de análise química empregados na determinação de antioxidantes pelos ensaios FRAP e CRAC. Do mesmo modo, também houve a combinação de capacidade prática (RM: 4,4) pelos alunos, ao envolver a comunidade e estabelecer parcerias com as Paineleiras visando a busca de soluções para o problema e ao elaborar e planejar uma ação voltada para a divulgação dos resultados alcançados. Nesta etapa, também houve o desenvolvimento do pensar criativo (RM: 5,0), pois os estudantes planejaram, refletiram e criaram produtos para comunicação e argumentação de como a química pode trazer informações e contribuições científicas para a vida das paneleiras e para a sociedade.

Sendo assim, sob a perspectiva do estudante que cursou a disciplina de química analítica, foi possível se inteirar sobre a maneira em que ocorreram as aprendizagens dos conhecimentos químicos. Ademais, por meio do acompanhamento metacognitivo adotado, o estudante passou a se conhecer e a verificar suas potencialidades, fragilidades e progresso, avaliando e modulando seu processo de aprendizagem.

Beber, Silva, Bonfiglio (2014) complementam que tal procedimento torna possível o *aprender a aprender* e o fazer uso de estratégias próprias de aprendizagem. Logo, constatou-se que a aquisição do autoconhecimento pode proporcionar ao estudante o entendimento sobre suas capacidades e limitações, colocando-o em sintonia com sua condição de autorregulação do próprio desenvolvimento cognitivo (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005; BEBER; SILVA; BONFIGLIO, 2014).

Quando o professor se propõe a avaliar as diferentes interações dos estudantes com os objetos do conhecimento também estará analisando e ponderando sua prática docente. Logo, seu olhar retorna para sua própria prática, desde o planejamento configurado a partir do espaço educativo até a maneira singular de como se deu o

delineamento da abordagem didática adotada e da promoção do protagonismo dos estudantes.

Considerações finais

No presente estudo foram apresentados os indicadores metacognitivos de avaliação de aprendizagens e do desenvolvimento das suas capacidades metacognitivas, tendo como base a teoria da inteligência triárquica de Sternberg. Esses indicadores foram utilizados para avaliar as atividades realizadas nas aulas da disciplina de química analítica (UFES), vivenciadas com a aplicação da metodologia de ensino ABRP.

Para isso, averiguou-se a importância da mensuração das capacidades desenvolvidas pelos estudantes, do seu processo de autoconhecimento e do acompanhamento acurado das aprendizagens na execução das tarefas acadêmicas. Também se verificou as potencialidades apresentadas pela abordagem contextualizada e problematizada do cenário que envolveu a planta *Rhizophora mangle*, conectou a teoria e a prática e abrangeu os aspectos ambientais, históricos e culturais ligados à formação dos estudantes de química.

O acompanhamento das aprendizagens durante a aplicação do ciclo ABRP demonstrou que os estudantes desenvolveram suas capacidades analíticas, práticas e criativas. Além de proporcionar o desenvolvimento de capacidades fundamentais para sua formação, como comunicação, capacidade de resolução de problemas e trabalho colaborativo. Por fim, conclui-se que as atividades experimentais permitiram aos estudantes a oportunidade de aplicar conceitos químicos fundamentais em um contexto de mundo real, considerando que esta abordagem visava prepará-los para adentrar ao futuro mundo do trabalho.

Referências

- ANDRADE-CETTO, Adolfo; ESCANDÓN-RIVERA, Sonia M.; TORRES-VALLE, Gerado M.; QUIJANO, Leovigildo. Phytochemical composition and chronic hypoglycemic effect of *Rhizophora mangle* cortex on STZ-NA-induced diabetic rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 27, p.744-750, 2017.
- AQUINO, Katia A. S.; NASCIMENTO, Saulo de T. G. do; OLIVEIRA, José A. B. O. Avaliação da aprendizagem por parâmetros ausubelianos após vivência em uma unidade de ensino potencialmente significativa. *Revista Espaço Pedagógico*, v. 29, n. 2, p. 599-617, 2022.
- AMADO, Manuella V. Aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) na formação continuada de professores de ciências. *Interacções*, n. 39, p. 708-719. 2015.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. 430 p.
- BEBER, Bernadette; SILVA, Eduardo; BONFIGLIO, Simoni U. Metacognição como processo da aprendizagem. *Revista psicopedagogia*, v. 31, n. 95, p. 144-51. 2014.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: avaliação de políticas públicas educacionais*, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.

BRAND-WILLIAMS, Willians; CUVELIER, Marie E.; BERSET, Claudette. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*. v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da cultura. *Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Dossiê: Ofício das paneleiras de Goiabeiras*. Brasília: Ministério da cultura, 2006. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossie_oficio_paneleiras_goiabeiras.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

BRASIL, Ministério da economia. *Instituto Nacional Da Propriedade Industrial. IG 201003: indicação de procedência “Goiabeiras”*. Brasília: Ministério da economia, 2010. Disponível em <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/cadernos-deespecificacoes-tecnicas/Goiabeiras.pdf>>. Acesso em 02 abril de 2023.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos manguezais do Brasil*. Brasília: Ministério do meio ambiente, 2018. 176 p. Disponível em https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod_data/content/14085/atlas%20dos_manguezais_do_brasil.pdf>. Acesso em 02 abril de 2023.

COELHO, Antonia E. de F.; MALHEIRO, João M. da S. Neuroeducação e a construção de Indicadores de Habilidades Cognitivas. *Educação*, v. 46, 2021.

DAVIS, Claudia; NUNES, Marina M. R; NUNES, Cesar A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. *Caderno de pesquisa*, v. 35, n. 125, p. 205-203. 2005.

FABRI, Naila B.; OLIVEIRA, Kátia L. de; INÁCIO, Amanda L. M.; SHIAVON, Andreza; BZUNECK, José A. Autorregulação, estratégias de aprendizagem e compreensão de leitura no Ensino Fundamental I. *Revista Brasileira de Educação*, v. 27, e270068. 2022.

FERREIRA, Rafael de Q.; AVACA, Luis A. Electrochemical determination of the antioxidant capacity: The Ceric Reducing/Antioxidant Capacity (CRAC) assay. *Electroanalysis*, v. 20, n. 12, 1023-1029, 2008.

FIORI, Giovana; BERTOLDO, Raquel B. *Contextualizando o ensino de química por meio das atividades experimentais*. Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE, Paraná, 2013.

FLAVELL, John H. Speculations about the nature and development of metacognition. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer (orgs.). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, N. J.: Erlbaus, 1987. p. 1-16.

FLAVELL, John H.; WELLMAN, Henry M. Metamemory. In: KAIL, Robert V.; HAGEN, John W. (orgs.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1977. p. 3-33.

GUISSO, Diego P.; CESCINETTO, Laisi B.; FIORESI, Solange A. M.; PEIZINI, Angela M. L. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no ensino superior: concepções introdutórias. *Intellecto*, v. 4, n. 3, p. 23-29, 2019.

JOU, Graciela I.; SPERB, Tania M. A Metacognição como Estratégia Reguladora da Aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e crítica*, v. 19, n. 2, p. 177-185, 2006.

LIKERT, Rensis. *A technique for the measurement of attitudes*. New York, *Archives of Psychology*, 1932, p. 44-53.

LOPES, Renato M.; SILVA FILHO, Moacelio V.; MARSDEN, Melissa; ALVES, Neila G. Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma experiência no ensino de química toxicológica. *Química Nova*, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.

LUCAS, Danielle R.; BRESSIANI, Thaianny S. C.; GOMES, Ana C. C.; HAYASHIDE, Ingrid M.; SIMAS, Naomi K.; LELIS, Maria F. F.; KUSTER, Ricardo M.; MOURA, Paulo R. G. Phytochemical Analysis and Determination of the Chemical Composition of Larvicidal Extracts of Black Pepper 157 (*Piper nigrum* L.) Waste: An Undergraduate Chemistry Experiment. *Journal Chemical Education*, v. 98, p. 1397-1403. 2021.

MARQUES, Humberto R.; CAMPOS, Alyce C.; ANDRADE, Daniela M.; ZAMBALDE, André L. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. *Avaliação*, v. 26, n. 03, p. 718-741, 2021.

MINAYO, Maria C. S. *Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade*. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

PAZINATO, Viviane L.; SOUZA, Franciele D. de; REGIANI, Anelise M. A contextualização do ensino de química em artigos da revista Química Nova na Escola. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 2, p. 27-42, 2019.

PEREIRA, Ariel V.; GUIMARAES, Bárbara Q.; SIQUEIRA, Bruno M. M.; LORENZINI, Lucas; FERREIRA, Sandra A. D.; LELIS, Maria de F. F.; MOURA, Paulo R. G. de. Produção de Sais de Ferro e Adsorventes a partir de Rejeito de Mineração em uma Abordagem Educacional. *Revista Virtual de Química*, v. 14, n. 2, p. 167-178, 2022.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprender. *Psicologia: Reflexão e crítica*, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.

RIBEIRO, Geise A. C.; ROCHA, Cláudia Q.; VELOSO, Guilherme B.; FERNANDES, Ridvan N.; SILVA, Iranaldo S. da; TANAKA, Auro A. Determination of the catechin contents of bioactive plant extracts using disposable screen-printed carbon electrodes in a batch injection analysis (BIA) system. *Microchemical Journal*, v. 146, n.1, p. 1249-1254, 2019.

RIBEIRO, Luiz R. de C. *A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos autores*. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade de São Carlos. São Carlos, 2005.

REGALADO, Ada I.; SÁNCHEZ, Luz M.; MANCEBO, Betty. *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo): Una especie con potencialidades de uso terapéutico. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2016.

RODRIGUES, Luciana do N. *Educação química com enfoque CTSA: da indústria química do estado do Espírito Santo à sala de aula do ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em química) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

RODRÍGUEZ-GARCÍA, Cecilia M.; RUIZ-RUIZ, Jorge C.; PERAZA-ECHEVERRÍA, Leticia; PERAZA-SÁNCHEZ, Sergio R.; TORRES-TAPIA, Luis W.; PÉREZ-BRITO, Daisy; TAPIA-TUSSEL, Raúl; HERERRA-CHALÉ, Francisco G.; SEGURA-CAMPOS, Maira R.; QUIJANO-RAMAYO, Andrés; RAMÓN-SIERRA, Jesús M.; ORTIZ-VÁZQUEZ, Elizabeth. Antioxidant, antihypertensive, antihyperglycemic, and antimicrobial activity of aqueous extracts from twelve native plants of the Yucatan coast. *PlosOne*, v. 4, n. 1, 2019.

ROLIM, Ronnielle C. Impactos do ensino tradicional durante a retomada das aulas presenciais. *Revista Científica Multidisciplinar*, v.3, n.4, 2022.

SÁNCHEZ, Luz M.; MELCHOR, Gleiby; ALVAREZ S.; BULNES Carlos. Caracterización química y toxicológica de una formulación cicatrizante de *Rhizophora mangle* L. *Revista Salud Animal*, v. 20, n. 2, p. 69-72, 1998.

SANTANA, Ívina L.; RODRIGUES, Luciana do N.; DAMM, Bruna M.; OLIVEIRA, Mayara L.; FREITAS, Marcos B. J. G.; MOURA, Paulo R. G. de. Projeto 'Preservando as Raízes do Mangue': a aprendizagem de química baseada em projetos e voltada para o desenvolvimento sustentável. *Química nova na escola*, v. 44, n. 2, p. 229-238, 2022.

SILVA, Virginia R. da; LORENZETTI, Leonir. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educação e Pesquisa*, v. 46, e222995, 2020.

STERNBERG, Robert J. *Psicologia Cognitiva*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

STERNBERG, Robert J.; GRIGORENKO, Elena L. *Inteligência Plena: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos estudantes*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VASCONCELOS, Clara; ALMEIDA, Antônio. *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências*: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geografia. Porto, Portugal: Porto Editora, 2012.

VENTURELLI, José. *Educación médica: nuevos enfoques, metas y métodos*. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 1997.

WILLIAN, Dylan P. PBL: Developing a Facilitated Remote Approach to Problem Based Learning. *Journal Chemical Education*, v. 99, p. 1642-1650, 2022.

ZIMMERMAN, Barry J. Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: an analysis of exemplary instructional models. In: SCHUNK, Dale H.; ZIMMERMAN, Barry

J. (org.). *Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice*. Nova York: The Guilford Press, 1998. p. 1-19.

ZOLLER, Uri; PUSHKINB, David; Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 8, n. 2, p. 153- 171, 2007.

Como citar este documento:

DAMM, Bruna Marine; FERREIRA, Rafael de Queiroz; MOURA, Paulo Rogerio Garcez de. Avaliação das capacidades metacognitivas no ensino de química analítica. *Revista Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, v. 30, e14919, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rep.v30i0.14919>.