

O Arco de Magueretz como Oportunidade para a Aprendizagem Problematizadora e Ativa no Ensino de Química

Thiago B. Cavassani, Joana J. Andrade e Rosebelly N. Marques

Este trabalho discute a possibilidade de utilização da metodologia problematizadora com o Arco de Magueretz (AM) para o ensino e a aprendizagem contextualizada e ativa de química dos solos em um curso técnico em química integrado ao Ensino Médio. A proposta foi desenvolvida com a participação de 29 estudantes na disciplina de Química Ambiental e Gestão Ambiental, utilizando como recursos didáticos a pesquisa ativa na Internet e a construção de portfólio formativo/avaliativo. Os resultados indicam que a atividade de pesquisa incentivou a proatividade dos estudantes para a compreensão dos fenômenos químicos e para o desenvolvimento do trabalho colaborativo que exigiu dialogicidade e postura reflexiva na reconstrução dos próprios saberes. A proposta mostrou-se como opção viável para criação de momentos de aprendizagem ativa no ensino de química, estimulando a autonomia para o reconhecimento crítico das questões relativas à própria realidade no processo de construção do conhecimento.

► aprendizagem ativa, Arco de Magueretz, abordagem problematizadora ◀

Recebido em 07/10/2021, aceito em 26/03/2022

Há na literatura da área da educação e do ensino de ciências certo consenso de que os conteúdos curriculares de ciências, e em especial aqueles relacionados à Química, apresentam um grande desafio à aprendizagem dos estudantes nos diversos níveis de ensino. O modelo educacional frequentemente calcado no viés tradicionalista privilegia o ensino de aspectos teóricos da ciência Química como a memorização de um grande volume de informações, fórmulas, nomenclaturas ou a excessiva realização de cálculos matemáticos (Schnetzler e Aragão, 1995). Tais características resultam no reforço da concepção simplista de que basta para a compreensão dos fenômenos científicos complexos a mera transmissão acumulativa de leis, regras e conceitos. Os conteúdos escolares trabalhados de forma fragmentada e desconectada da convivência social dos estudantes colaboram para a percepção de que os conceitos científicos apresentam pouca aplicabilidade ou validade no contexto cotidiano (Arroio, *et al.* 2006). Esses fatores acabam dificultando o processo de ensino e desestimulam o aprendizado escolar dos conceitos relacionados à Química.

Os conteúdos escolares trabalhados de forma fragmentada e desconectada da convivência social dos estudantes colaboram para a percepção de que os conceitos científicos apresentam pouca aplicabilidade ou validade no contexto cotidiano (Arroio, *et al.* 2006).

Por outro lado, propostas que visam superar o modelo tradicionalista no ensino de química fundamentam-se na concepção do estudante como sujeito ativo e responsável por sua própria aprendizagem (Chassot, 1995; Maldaner, 2000). Tais propostas, com diferentes metodologias e práticas pedagógicas, preconizam uma relação imbricada entre construção de conhecimentos (conteúdos, conceitos e processos), constituição subjetiva (sujeito investigativo) e contexto sócio-histórico-cultural (realidade). Como consequência, a apropriação dos conhecimentos químicos só poderia ser compreendida como um processo que abarca a experiência de vida como um exercício pleno de cidadania. A formação integral nesses termos implica o desenvolvimento da capacidade de leitura crítica da realidade para que os indivíduos consigam ponderar acerca das condições sociais, ambientais e econômicas geradas pelos atuais modelos sociais de produção. A leitura crítica do próprio entorno social, portanto, torna-se condição para a prospecção de outras realidades possíveis.

Andrade e Smolka (2009) afirmam que tais aspectos já



eram tratados na obra de Bachelard (2005) em meados do século XX, contribuindo para conceber a perspectiva de que a realidade dada e criada são intercambiantes. A *realidade dada* precisa ser problematizada, negada e reelaborada como possibilidade de criarmos outras realidades que “vejam” para além da realidade dada. Ou seja, uma realidade criada é possível e necessária quando se tem como base o pensamento e o espírito científico (Andrade e Smolka, 2009). Segundo Santos (2011), o conhecimento básico em ciências e em química pode contribuir com uma leitura crítica da realidade concreta dos sujeitos e colaborar “para a formação da cidadania na medida em que [favorece] a participação dos alunos na vida comunitária” (p. 302). Ao aproximar conteúdos científicos do mundo da vida dos estudantes com uma abordagem contextualizada e problematizadora do seu âmbito social, os sujeitos estarão também aptos a adquirir as ferramentas culturais para a tomada de decisão e atuação na realidade em que estão inseridos.

Assim, é importante delinear propostas pedagógicas que possibilitem articular a concepção contextualizada e problematizadora do ensino de química com as concepções ativas de aprendizagem. Nesse sentido, analisamos como problema de pesquisa neste trabalho as possibilidades de utilização da metodologia da problematização com o Arco de Magueréz (AM) para o ensino de química. Enfatizamos os processos de (re) construção dos conhecimentos dos estudantes em suas relações com o contexto social próximo a partir do recurso pedagógico da pesquisa ativa e guiada com as ferramentas da Internet - TDIC. Tal esforço tem o condão de deixar à disposição dos professores maior diversidade de propostas ativas para o ensino de química contextualizado na perspectiva de formação crítica, participativa e cidadã.

Arco de Magueréz e sua utilização pedagógica: apontamentos iniciais

Charles Magueréz desenvolveu os pressupostos da metodologia que recebe seu nome em meados da década de 1960, com produções que receberam maior notoriedade a partir de 1970. Francês da Bretanha, Magueréz iniciou sua carreira profissional no recrutamento e orientação de agricultores para a formação de trabalhadores nas áreas industriais francesas. Deu continuidade em seu trabalho viajando para países em desenvolvimento e realizando a formação profissional de trabalhadores na África, Europa e também no Brasil, refinando e aplicando seu método (Magueréz, 2016). Como salienta Berbel (2016), um dos problemas inicialmente enfrentados por Magueréz foi a capacitação de trabalhadores analfabetos para o trabalho em minas de

petróleo, indústrias e empresas agrícolas na África. Como princípio de trabalho, Magueréz iniciou o desenvolvimento de programas que traziam a necessidade de adaptação dos processos de aprendizagem profissional às condições ambientais e culturais dos sujeitos, não dissociando a prática alfabetizadora da formação profissional ofertada. O intuito dessa abordagem era subsidiar a capacidade ampla e autônoma de aprendizagem dos trabalhadores para a aplicação em seu campo profissional.

Sua atividade no Brasil resultou no desenvolvimento de um sistema de assistência às Pequenas e Médias Empresas (PME) em Pernambuco e na promoção de uma análise diagnóstica dos programas de formação de técnicos agrícolas em São Paulo, ainda na década de 1970. O foco da produção de Magueréz centrou-se justamente no desenvolvimento de um caminho metodológico dedicado à formação profissional inicial ou continuada de trabalhadores. Os relatórios produzidos por essas passagens no Brasil formaram as fontes primárias de acesso à metodologia do AM no país (Berbel, 2016). A adaptação e o desenvolvimento da primeira versão

brasileira do AM foi realizado por Bordenave e Pereira no contexto da formação profissional de professores para o ensino superior no início da década de 1980 (Prado *et al.*, 2012).

Essa abordagem foi continuamente alterada ao longo do processo de apropriação e readaptação aos novos contextos educacionais de aplicação da metodologia. Segundo Berbel (2012), as contribuições mais recentes apoiam-se nos fundamentos teóricos e práticos preconizados

pela pedagogia libertadora freireana, agregando ainda as concepções epistemológica do pensamento crítico-dialético e da noção de práxis educativa transformadora. Seu propósito maior é “preparar o estudante/ser humano para tomar consciência de seu mundo e atuar intencionalmente para transformá-lo, sempre para melhor, para um mundo e uma sociedade que permitam uma vida mais digna para o próprio homem” (Berbel, 1998, p. 144).

Propostas de ensino inspiradas no AM possibilitam redimensionar o conteúdo científico disposto no currículo escolar. Ao atribuir significados aos conteúdos por meio do reconhecimento e problematização da sua própria realidade social, os estudantes podem atuar na resolução desses problemas e protagonizar formas de transformar a realidade concreta mediados pela apropriação da base científica subjacente aos temas em estudo.

Recentemente, vêm ganhando destaque na literatura propostas de ensino de química organizadas de acordo com a abordagem do AM. Há relatos envolvendo atividades experimentais (Silva Junior *et al.*, 2014; Kimura e Amaral, 2020); construção de oficinas e sequências didáticas (Wollmann,

Como princípio de trabalho, Magueréz iniciou o desenvolvimento de programas que traziam a necessidade de adaptação dos processos de aprendizagem profissional às condições ambientais e culturais dos sujeitos, não dissociando a prática alfabetizadora da formação profissional ofertada. O intuito dessa abordagem era subsidiar a capacidade ampla e autônoma de aprendizagem dos trabalhadores para a aplicação em seu campo profissional.

2013; Santos e Riehla, 2021); além de experiências na formação inicial docente (Gomes *et al.*, 2017). Em comum nesses trabalhos, destacam-se a mobilização ativa dos sujeitos na construção do conhecimento e a conscientização crítica do próprio contexto social de produção e aplicação desses conhecimentos. Por outro lado, ainda são incipientes as revisões de literatura a respeito do AM no ensino de ciências e também produções específicas sobre as implicações curriculares de sua utilização no campo da formação inicial docente.

Delineando as etapas do Arco de Maguerez em propostas de ensino.

Utilizada como proposta metodológica para o ensino, a abordagem problematizadora com o AM é composta de cinco etapas inter-relacionadas (Berbel, 1998; Colombo e Berbel, 2007; Garcia *et al.*, 2009; Soares *et al.*, 2016):

- i) **Observação da realidade:** A partir de um tema ou assunto de interesse, os alunos são conduzidos a observar a própria realidade social em que estão imersos. Orientados pela ação do docente, é importante que os estudantes discutam, escolham a forma de observação, registrem e analisem o recorte da realidade concreta. Desse modo, fomenta-se a postura ativa para reconhecer e identificar aspectos insatisfatórios e problemáticos das questões sob análise. O professor pode fornecer materiais e questões dirigidas para orientar o aluno na delimitação dos temas importantes, auxiliando o reconhecimento das questões que deverão ser problematizadas. A atitude proativa, a relação dialógica e colaborativa entre professor/aluno e o grupo permeia todo o processo; constituindo atributos essenciais da observação individual e leitura crítica da realidade. Como síntese dessa etapa, os alunos, em conjunto com o professor, estabelecem o problema que será objeto de estudo.
- ii) **Pontos-chave:** Delimitada a problemática de estudo, os estudantes são incentivados a refletirem sobre as causas e, posteriormente, sobre os possíveis determinantes envolvidos na questão. A análise e reflexão sobre os fatores envolvidos nos fenômenos observados possibilita a compreensão da dinâmica multiforme e complexa que envolve os problemas de ordem social. Assim, as ações dessa etapa visam permitir que os estudantes realizem um novo momento de reflexão ao sistematizarem um conjunto de pontos ou questões prioritárias que podem fazer parte do estudo, auxiliando na construção de caminhos para uma solução efetiva.
- iii) **Teorização:** Corresponde ao momento de realização da investigação propriamente dita. Os estudantes e o professor iniciam os processos de compreensão aprofundada dos

Ao trilhar o caminho proposto pelo AM, os estudantes são contemplados com uma dinâmica de aprendizagem dialética, vivenciando momentos conjugados de ação e reflexão em que a própria realidade material é o substrato e o produto da atividade educativa (Berbel, 1998).

assuntos e a construção de respostas para os problemas aventados e discutidos nas etapas anteriores. A partir da pesquisa ativa e da busca de informações relevantes nos mais variados formatos, o estudante é estimulado a mobilizar os saberes necessários para a apropriação e significação dos resultados encontrados. Desse modo, possibilita-se a compreensão das eventuais origens dos fenômenos observados e sua relação com os fundamentos explicativos que a pesquisa guiada pode proporcionar. É um processo ativo, participativo, contínuo e socialmente mediado de (re)construção e significação dos conceitos analisados. A etapa da teorização pode subsidiar a ocorrência de “operações mentais analíticas que favorecem o crescimento intelectual dos alunos” (Prado *et al.*, 2012, p. 175).

- iv) **Hipóteses de solução:** Compreendidos teoricamente os aspectos envolvidos na problemática estudada, é possível articular com criatividade e autonomia as eventuais soluções ou caminhos possíveis para as questões propostas. Berbel (1998) avalia que nessa etapa o aluno seja encaminhado para que as seguintes questões possam ser respondidas: “O que precisa acontecer para que o problema seja solucionado? O que precisa ser providenciado? O que pode realmente ser feito?” (p. 144). Todo o seu trabalho de pesquisa, análise crítica e reflexão é mobilizado para a formulação de possíveis soluções que sejam decorrentes de uma investigação que se orienta para compreensão efetiva do objeto de estudo em suas múltiplas dimensões.
- v) **Aplicação à realidade:** O momento final da metodologia corresponde ao retorno prático à realidade cotidiana e contempla um conjunto de operações que visam a intervenção consciente e crítica na perspectiva da resolução do problema estudado. Corresponde, portanto, à cristalização da atividade na prática cotidiana, revelando o compromisso dos alunos com a própria realidade. Emergem também as componentes sociais, éticas e políticas que são mobilizadas pelos sujeitos em situações de tomada de decisão e ação na realidade concreta. Segundo Berbel (1996, *apud* Berbel, 1998), “do meio observaram os problemas e para o meio levarão uma resposta de seus estudos, visando transformá-lo em algum grau” (p. 144), em um processo que comporta, na ação prática transformativa, a (re)construção de novos saberes (Prado *et al.*, 2012).

Ao trilhar o caminho proposto pelo AM, os estudantes são contemplados com uma dinâmica de aprendizagem dialética, vivenciando momentos conjugados de ação e reflexão em que a própria realidade material é o substrato e o produto da atividade educativa (Berbel, 1998). É o próprio exercício da práxis, exigindo atitude consciente, deliberada e reflexiva ao utilizar-se do próprio meio para aprender com ele enquanto se modifica sua própria visão do mundo.

Percurso metodológico

O trabalho foi desenvolvido no câmpus Catanduva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). A escola localiza-se na região periférica do município e atende prioritariamente estudantes de renda média baixa com a oferta de cursos profissionalizantes em nível médio e superior. A estrutura física é adequada para o atendimento educacional, com laboratório de química e informática à disposição dos estudantes e corpo docente majoritariamente formado por pós-graduados. A proposta desenvolveu-se na disciplina Química Ambiental e Gestão Ambiental, componente obrigatória do curso técnico em química integrado ao Ensino Médio. Participaram da atividade 29 estudantes organizados em 2 duas turmas com 14 e 15 estudantes. Os alunos associaram-se em grupos de 2 ou 3 estudantes para o estudo do tema. A atividade foi estruturada em 4 etapas, realizadas em 4 encontros com duração de 1h40min cada. A seguir, são descritas sucintamente as etapas do trabalho.

Etapa 1 – Ambientação da nova proposta.

O primeiro encontro foi dedicado ao contato inicial com a proposta de atividade e o tema de estudo. O objetivo da atividade, a sequência da proposta, as formas possíveis de realização do trabalho, a pesquisa de materiais, avaliação e os prazos para encerramento foram discutidos, ajustados e coletivamente negociados. Foi explicitada a importância do papel ativo dos alunos para a finalização da proposta, a necessidade de pesquisa autônoma e a discussão crítica dos resultados encontrados para a construção de novos saberes.

Etapa 2 – Mudando o olhar sobre a realidade. Após a negociação e compreensão da proposta de atividade, os grupos assistiram a trechos selecionados do documentário “O Solo” (<https://www.youtube.com/watch?v=rjpJZRM-Z6BA&t=110s>), que discute a importância do solo e de sua manutenção para as mais diversas espécies vegetais e animais. Os alunos foram convidados a assistir a íntegra do documentário dublado em português disponível gratuitamente no repositório de vídeos *YouTube*. Em seguida, os grupos assistiram à reportagem “Uso do solo no Brasil” (<http://redeglobo.globo.com/globocidadania/videos/v/o-uso-do-solo-no-brasil/1488911/>), que faz um panorama das consequências da exploração intensa do solo e técnicas de manejo possíveis para sua conservação. Logo após, os estudantes iniciaram uma ampla discussão sobre o tema e foram orientados a analisar os usos, os manejos do solo do seu entorno, os produtos e as técnicas de produção que conheciam e os eventuais problemas das formas de explorações que conheciam. Em conjunto com o professor, definiram a problemática da exploração, poluição e formas de manejo sustentável do solo para estudo. Realizou-se ainda a reflexão

Os registros das informações, os principais tópicos das discussões realizadas em grupo, dúvidas eventualmente surgidas e, principalmente, os fundamentos científicos das questões que os grupos discutiram e negociaram foram então registrados em portfólio produzidos pelos estudantes.

coletiva e a análise das possíveis causas/determinantes desses problemas. Nessa etapa, os pontos-chave para o desenvolvimento da proposta foram definidos.

Etapa 3 – Postura ativa para a compreensão científica dos problemas. Nessa etapa, os alunos iniciaram a teorização dos conteúdos levantados a partir da definição colaborativa dos pontos-chave anteriormente definidos. Os estudantes realizaram atividades de pesquisa livre dos assuntos em recursos digitais disponíveis na Internet, coletando e socializando as informações que sustentaram suas próprias propostas de resolução dos problemas discutidos. Durante dois encontros semanais os grupos tiveram à disposição os laboratórios de informática da instituição, com computadores e rede de Internet para a realização orientada das atividades. Contaram também com momentos de exposição e discussão de conteúdos selecionados pelo docente.

Os registros das informações, os principais tópicos das discussões realizadas em grupo, dúvidas eventualmente surgidas e, principalmente, os fundamentos científicos das questões que os grupos discutiram e negociaram foram então registrados em portfólio produzidos pelos estudantes. Com isso, tiveram a possibilidade de organizar e refletir sobre seu próprio conhecimento, expressar seu pensamento e seus saberes na inter-relação entre apropriação e autoprodução por meio da linguagem científica. Assim, os portfólios foram implantados como estratégia formativa e como instrumento avaliativo (Araújo, 2007).

Etapa 4 – Atuando no meio social. Os estudantes, em conjunto com o professor, decidiram realizar uma ação de conscientização para o público da própria instituição. Os resultados do processo de pesquisa realizado, das discussões e a reformulação dos próprios saberes nas etapas anteriores subsidiaram a produção e exposição de material impresso e cartazes de divulgação sobre o uso do solo. A produção dos materiais foi realizada extraclasse e discutida no último encontro da atividade. Por fim, os estudantes realizaram uma avaliação individual tanto dos conteúdos trabalhados quanto da própria proposta de ensino por meio de questões abertas e fechadas utilizando-se da ferramenta de formulários disponível no Google Drive.

Resultados e discussão

O percurso de análise do processo aqui apresentado diz respeito à inter-relação entre (a) a proposta pedagógica fundamentada na metodologia problematizadora com o AM que tem como base uma sequência de ações voltada à construção de reflexões e de ações práticas de transformação social; e (b) os produtos e resultados obtidos ao longo de um período de intervenção pedagógica realizada. Para tanto, apresentamos os relatos registrados e as percepções

vivenciadas no desenvolvimento da estratégia pela perspectiva do professor orientador, como também a análise dos materiais (cartazes e portfólio) e trechos das avaliações críticas produzidas pelos estudantes. A Figura 1 sumariza o processo desenvolvido.

A etapa inicial representou um importante período de negociação de significados, no qual as regras implícitas de conduta, as responsabilidades dos parceiros e do professor na relação foram estabelecidas (Souza *et al.*, 2017). Em seguida, o professor orientou a discussão coletiva viabilizando o questionamento das concepções dos alunos, evidenciando suas contradições e as limitações do conhecimento sobre o assunto. Os estudantes, por exemplo, (re) contextualizaram as temáticas propostas pelos vídeos para sua própria realidade ao abordar a problemática do uso de agrotóxicos nos alimentos, como também os custos e a disponibilidade dos produtos orgânicos nos centros urbanos. A prática de queimada pré-colheita da lavoura de cana-de-açúcar e sua relação com a biota e a qualidade do solo também foram mencionadas, discutindo-se ainda a precarização do trabalho rural e sua substituição pela colheita mecanizada. A vinculação de ambos os assuntos com a saúde coletiva foi introduzida na mediação do professor. Os argumentos desenvolvidos exigiram um distanciamento crítico dos posicionamentos inicialmente assumidos pelos estudantes e pelo professor para perceber a necessidade de adquirir novos conhecimentos científicos indispensáveis à compreensão do fenômeno em estudo (Francisco Júnior *et al.*, 2008).

Esse processo deu início à observação e análise da realidade social na qual os indivíduos estão inseridos, buscando uma avaliação crítica e autorreflexiva desse mesmo contexto. Avaliamos que essas ações incentivam a postura ativa na identificação das questões importantes e problemáticas que

exigem a tomada de consciência para ação do indivíduo na sociedade (Berbel, 1998).

A etapa de teorização foi conduzida a partir do compartilhamento com o grupo de informações que se originaram no processo de busca ativa, síntese e análise dos recursos da internet realizadas pelos estudantes individualmente. Essa opção mostrou-se relevante, pois forneceu ao professor a oportunidade de orientar e conscientizar os estudantes sobre o bom uso da internet, uma vez que já é a principal fonte de pesquisa escolar. Além disso, a busca, seleção e validação de informações é apontada como uma das principais habilidades a ser desenvolvida atualmente (Gabriel, 2013). Foi nesse contexto que houve o contínuo processo de teste das hipóteses de soluções, elaborados a partir da reorientação e enriquecimento dos saberes produzidos na fase de teorização (Bessa *et al.*, 2017).

Alguns aspectos importantes desse processo merecem ser salientados. A explicitação e negociação das tarefas e fases da proposta ocorridas na primeira etapa causou certa inquietação e curiosidade nos estudantes. Diante de uma abordagem que exigiu postura ativa, os estudantes intervieram e discutiram durante todo o processo para o entendimento claro dos passos e dos objetivos da proposta. Foi um momento importante para que se obtivesse o engajamento dos estudantes na atuação responsável de construção do processo de aprendizagem. Ainda na primeira fase, a utilização do documentário e reportagem sobre o tema mostrou-se bastante efetiva para a ambientação da problemática e para a identificação dos alunos com as questões de interesse no projeto. Em especial, isso foi observado após assistirem à produção que abordava a degradação do solo gerada pela ampla exploração da monocultura da cana-de-açúcar, pois revelou-se um cenário cotidiano do espaço de vida dos alunos. A escolha desses instrumentos de ensino tornou-se, portanto,

Os argumentos desenvolvidos exigiram um distanciamento crítico dos posicionamentos inicialmente assumidos pelos estudantes e pelo professor para perceber a necessidade de adquirir novos conhecimentos científicos indispensáveis à compreensão do fenômeno em estudo (Francisco Júnior *et al.*, 2008).



Figura 1: Esquema da proposta de trabalho desenvolvida utilizando a metodologia da problematização com o Arco de Maguerez (Adaptado de Colombo e Berbel, 2007)

um fator determinante para a motivação dos estudantes, para além da ilustração e reconhecimento dos problemas em questão. Entretanto, o tempo necessário para a realização da etapa de teorização foi consideravelmente superior ao inicialmente planejado.

A discussão após a apresentação da reportagem e do vídeo do documentário contou com a adesão de grande parte dos estudantes e exigiu a orientação do professor para que a temática dos solos fosse priorizada. Questões relevantes foram pautadas para encaminhar a discussão dos estudantes: Como você acha que o nosso solo foi formado? Quais constituintes químicos estão presentes no solo? Quais processos de degradação ou poluição do solo você conhece? Quais seriam as origens desses processos? Como é a atual ocupação do solo brasileiro? Quais seriam as formas adequadas para evitar ou reverter a degradação do solo? Portanto, além de atuar como um organizador do ensino, o vídeo permitiu o contato com os múltiplos discursos que são traduzidos pela linguagem do audiovisual, auxiliando a construção da competência de leitura crítica da realidade apresentada (Arroio e Giordan, 2006).

Após a etapa de levantamento de questões e discussão coletiva, os alunos sintetizaram os pontos-chave que direcionaram o desenvolvimento do trabalho. Esse levantamento foi feito oralmente e o professor sistematizou na lousa e em um software de geração de nuvem de palavras durante a discussão. As palavras e expressões mais citadas estão descritas na Figura 2.

Em contato com os vídeos e com as negociações resultantes da dinâmica do grupo, observamos que os alunos levantaram temáticas socialmente importantes no que diz respeito à degradação e poluição do solo, como a questão dos agrotóxicos, da gestão do lixo urbano e da produção industrial. Além disso, a temática mineração apareceu com alguma importância na fala dos alunos, provavelmente em decorrência dos desastres ambientais e sociais que o Brasil vivenciou recentemente. Alguns temas surpreenderam positivamente, como o interesse sobre a fertilidade dos solos e a sugestão de avaliar as relações das plantas modificadas geneticamente com o solo.

Esses aspectos retomam a questão sobre a importância do papel da organização do meio social educativo. Organização

que não foi apenas a de intermediação do contato ‘aluno – máquina’, mas sim a orientação no sentido do que apontava Vigotski (2007) como sendo a mediação pedagógica um processo de (re)significação do mundo. Segundo aquele autor, a utilização desses instrumentos “muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar” (Vigotski, 2007, p. 56). Ou seja, as implicações do uso desses recursos artificiais transformam o modo como o sujeito irá se relacionar com o mundo a partir de novos recursos psicológicos. A significação acontece propositadamente, com atenção aos modos de construção de sentidos e significados, intermediados pela linguagem, pelos instrumentos (neste caso, a mídia) e imersos em um complexo processo de apropriação de conhecimentos.

O processo ativo de busca, seleção e socialização de informações que pautou a fase de teorização do AM pelos grupos mostrou-se desafiadora para o progresso da proposta. A pesquisa livre dos assuntos na internet inicialmente deparou-se com a falta de criticidade dos estudantes em utilizar *sites*, *blogues* e *wikis* para a coleta das informações relevantes, exigindo do professor um momento de orientação coletiva sobre a importância de confirmação das informações recebidas, além da necessidade de observar critérios de boas práticas na pesquisa e uso da internet. Ainda foi discutida a questão de autoria em *sites* e *blogues* pesquisados, a problemática sobre a utilização de recursos de construção coletiva do tipo *wikis* para recolha de informações, e a importância de eleger espaços institucionais que utilizam de domínios certificados como prioritários para a recolha de dados, entre outros. Observou-se, após essas orientações, uma importante mudança de postura dos estudantes em relação aos procedimentos de pesquisa na rede, em que a confiabilidade da informação encontrada e discutida entre os grupos passou a direcionar a atividade dos estudantes.

A modalidade de pesquisa livre vem sendo utilizada como recurso didático para ensino de química (Mazaro e Darroz, 2018; Volpe *et al.*, 2017) e representou nesta experiência uma forma de aproximar a atividade didática das práticas

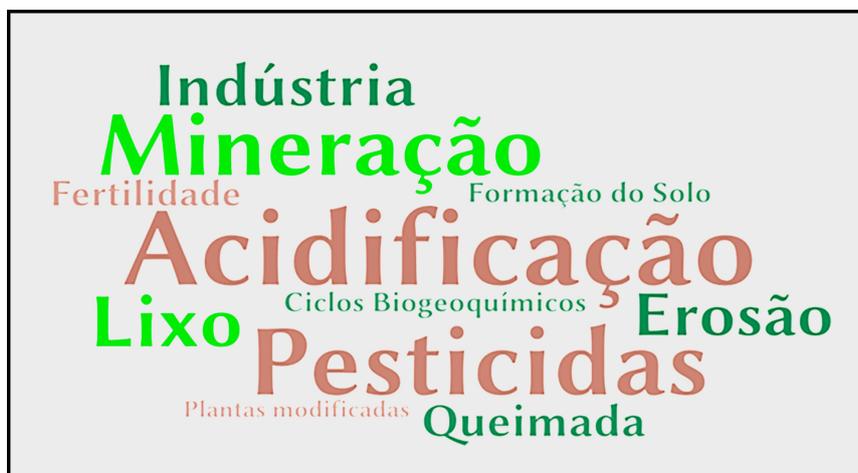


Figura 2: Nuvem de palavras com os pontos-chave discutidos pelos estudantes na etapa 2.

cotidianas de pesquisa normalmente realizadas pelos estudantes. A ausência de um conjunto de indicação de sites ou recursos pré-determinados para consulta, normalmente incluídas em propostas de ensino apoiadas pela internet, exigiu maior responsabilidade dos estudantes. Demandou também maior orientação e supervisão do professor para que os estudantes contemplassem o propósito pedagógico da atividade. Nesse contexto, avalia-se que a pesquisa livre incorporou benefícios das atividades didáticas apoiadas pela internet, como o aumento da motivação e interesse pelos assuntos trabalhados em aula (Moran, 1997), favorecendo o trabalho comunicativo dos alunos e a postura ativa e independente para a construção dos próprios conhecimentos.

Também evidenciamos que a etapa de levantamento de hipóteses de solução ocorreu de forma integrada às atividades de pesquisa e registro no portfólio de trabalho dos estudantes. Houve intensas interações e negociações de sentidos entre os integrantes do grupo, demandando diálogo e orientação contínua com o professor. Em muitos momentos, o intuito da comunicação com o professor centrava-se na tentativa de confirmar ou validar o conjunto de informações acessado, atitude que foi sendo gradativamente reduzida com a aprendizagem das boas práticas de pesquisa. Ao longo do processo de organização das informações encontradas e no diálogo com o docente, portanto, observamos redefinições contínuas das hipóteses inicialmente apresentadas, ressignificando os conhecimentos prévios e propiciando o encaminhamento para resolução autônoma dos problemas levantados (Bessa *et al.*, 2017).

A construção do portfólio pelos grupos foi a atividade de maior dificuldade apontada pelos estudantes. Em diversas ocasiões, o professor precisou retomar as informações que deveriam constar no portfólio, orientando as formas de construção possíveis, a preocupação com a questão ética de autoria e a profundidade com que as questões poderiam ser abordadas. A falta de um modelo a ser seguido foi apontado como um problema na construção desse instrumento. Esse

fato denota, por outro lado, a dificuldade inicialmente enfrentada em abordagens que ensejam postura criativa e proativa no processo de aprendizagem. A avaliação dos portfólios construídos indicou que boa parte dos grupos alcançou resultado satisfatório ao pesquisar, discutir, compreender e fundamentar cientificamente os temas levantados como pontos-chave na primeira etapa. Ainda

que um número expressivo de referências a materiais com baixa confiabilidade e problemas relativos à referência de conteúdos tenham estado presentes, em grande medida os alunos articularam satisfatoriamente os próprios saberes e os novos conhecimentos oriundos do processo de pesquisa ativa para a compreensão das problemáticas em estudo. Tais aspectos podem ser conferidos no estrato abaixo, retirado dos portfólios feitos pelos estudantes.

A ausência de um conjunto de indicação de sites ou recursos pré-determinados para consulta normalmente incluídas em propostas de ensino apoiadas pela internet exigiu maior responsabilidade dos estudantes. Demandou também maior orientação e supervisão do professor para que os estudantes contemplassem o propósito pedagógico da atividade.

GRUPO E: [Referindo-se à acidificação dos solos] - *“Uma das principais causas é a chuva ácida formada por óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre. Para evitar a formação da chuva ácida pode-se reduzir o uso de combustíveis fósseis. [Há outros fatores] que acidificam o solo como: fertilizantes nitrogenados que possuem amoniacais e ureia, responsáveis pela reação de com o solo.*

GRUPO D: [Referindo-se à questão de fertilidade do solo] - *“Para que a infertilidade seja evitada, o manejo correto e a aplicação de corretivos e adubos adequados às características do solo e às necessidades das culturas é essencial para a garantia de bons resultados”.*

GRUPO B: *“A forma de recuperar regiões desertificadas é promover uma arborização massiva das áreas que foram degradadas e realizar uma manutenção rigorosa”.*

Em relação à acidez do solo, os estudantes ressaltaram alguns fatores antrópicos responsáveis pela sua alteração. No entanto, é possível que os solos se apresentem naturalmente ácidos em função da baixa concentração de compostos básicos no material de sua origem, ou devido a outros processos que favoreçam a retirada de cátions básicos como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Como bem salientou o grupo, os processos de adubação com compostos amoniacais podem colaborar com a diminuição do pH do solo a partir de reações de nitrificação por micro-organismos: $2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+$. Desse modo, tais questões dizem respeito à acidez ativa do solo, ou seja, à atividade de H^+ na solução do solo (Villar, 2007).

Esse movimento em direção à ressignificação dos saberes dos estudantes, agora em função do reconhecimento e da apropriação do conhecimento científico obtido, consiste numa importante contribuição do uso dos portfólios para a metodologia do AM. Possibilitou a explicitação do conhecimento do educando (Araújo, 2007), cuja construção envolve a mediação social do coletivo de aprendentes e a autoimplicação do indivíduo por meio da expressão da linguagem escrita que constitui “a relação dialética entre o inter e o intrapessoal” (Firme e Galiazzi, 2014, p. 145).

Na etapa final da proposta, os grupos produziram uma campanha de conscientização sobre a problemática ‘poluição e degradação dos solos’ a partir da confecção e exposição de cartazes de orientação. Em conjunto com as atividades do portfólio, os estudantes atuaram no sentido de compreender e atuar no próprio meio social, articulando os saberes reformulados ao longo do processo de aprendizagem dos conteúdos de forma ativa e autônoma para uma ação reflexiva de tomada de decisão no meio social.

A atividade de conscientização mobilizou a atenção da comunidade escolar que interagiu com os estudantes tanto para reconhecer a importância da problemática discutida quanto para buscar compreender formas de atuar na

preservação do solo. Essa interação não representou apenas atividade pontual, mas perdurou durante algumas semanas com recorrentes relatos de professores e estudantes de outros cursos.

A depender da perspectiva adotada, é justificável o questionamento a respeito do potencial de transformação social proporcionado pelas ações de conscientização efetivadas no espaço escolar. Diante do alcance proporcionado pela atividade realizada, é possível até mesmo analisá-la como uma eventual limitação da abordagem pedagógica inspirada na metodologia de problematização com o AM. De fato, a construção de propostas metodológicas para a atividade didática requer, muitas vezes, ajustes, adaptações e novas apropriações para sua plena implementação. Assim, o formato de intervenção na realidade concreta utilizado nesta experiência reflete, em grande medida, o modo de atuação visualizado como viável e exequível na proposta de ação coletivamente negociada com o grupo. São justamente essas apropriações que fornecem a flexibilidade necessária para que as diferentes orientações metodológicas fundamentem ações capazes de abarcar a complexidade envolvida na dinâmica contextual realmente presente no ambiente escolar.

Além disso, observamos ressonância entre as formas de atuação na realidade concreta utilizada neste trabalho e em outros relatos inspirados na metodologia de problematização com o AM. O trabalho de Vieira e colaboradores (2018), por exemplo, traz essa mesma abordagem com atividades de conscientização para a última etapa do AM, remodelada como ‘compreensão, aplicação e reconstrução da realidade’.

Considerando a dialética subjacente à formação social do sujeito e sua relação com a realidade concreta, por outro lado, podemos compreender que as transformações produzidas pela atividade educacional crítica podem refletir nos modos pelos quais esses mesmos sujeitos compreendem e interagem com o meio social. São essas alterações temporalmente alongadas e sempre processuais dos sujeitos – mediadas pela cultura historicamente constituída e organizadas especificamente a partir da ação educacional – que contemplam o potencial transformador dos sujeitos e da realidade, materializado na ação cidadã da coletividade. Desse modo, foi com esta perspectiva que amparamos os resultados alcançados na pesquisa aqui relatada. Conforme acreditamos, a partir dessa abordagem promove-se a mobilização do “potencial social, político e ético dos alunos, que estudam cientificamente para agir politicamente, como cidadãos e profissionais em formação, como agentes sociais que participam da construção da história de seu tempo, mesmo que em pequena dimensão” (Berbel, 1998, p. 144-45).

Com relação à avaliação da proposta metodológica desenvolvida, reconhecemos certa diversidade de posições na percepção dos estudantes (Quadro 1).

Parte dos estudantes fizeram referência às potencialidades da abordagem com respeito à dinâmica da aprendizagem, ao modelo de pesquisa autônoma e autoguiada para a construção do próprio conhecimento. A atividade de pesquisa livre como recurso didático foi também salientada nos relatos dos estudantes, tanto em seus aspectos positivos quanto nas

Quadro 1: Exemplos de respostas obtidas no formulário online de avaliação da proposta didática com o AM.

| Estudante | Avaliações Positivas |
|-----------|--|
| E04 | “Acredito que a busca ativa me fez entender mais sobre o assunto, de um modo em que as minhas dúvidas foram tiradas especificamente no momento em que as tive por meio de pesquisa. A pesquisa permitiu buscar questões específicas que interessariam apenas a minha curiosidade e permitiu utilizar melhor o tempo da aula, realmente estudando durante o tempo de aula.” |
| E24 | “Porque além de ser algo mais prático e fugir do tradicional, sinto uma certa autonomia para o estudante, quando aplicado corretamente e os esforços de ambos os lados (professor e alunos) são interessantes, deixando-o mais incentivado, motivado a buscar novas informações e estudá-las.” |
| E06 | “Particularmente, ela foi mais eficaz no meu aprendizado. Quando o professor só fala não é tão bom pra mim já que eu gosto de entender e anotar o que aprendo e por slide não dá pra fazer isso. Sou uma pessoa que gosta muito de explicar o assunto e quando só o professor fala eu não tenho esse espaço.” |
| | Avaliações Negativas |
| E03 | “A aula expositiva tem melhores resultados e eu a escolheria, pois não sou acostumado com um portfólio. É a primeira vez que fiz um trabalho desses.” |
| E22 | “Eu escolheria as aulas tradicionais, pois acho que aprendo bem mais com o professor falando e escrevendo na lousa. Porém acho que não se deve descartar o método de busca ativa, ele deve ser utilizado, mas com menos frequência pois toma muito tempo.” |
| | Posicionamentos Conciliatórios |
| E12 | “O mais eficiente é conciliar os dois, para mim aula expositiva em lousa é muito importante tanto quanto a metodologia de busca ativa. A mesma aula todos os dias não é a melhor escolha, pois as aulas se tornam monótonas, cansativas e desinteressantes para os alunos. Poderia até conciliar os dois na mesma aula, que seria muito legal.” |
| E17 | “Preferiria uma mescla entre essas duas formas de ensino, pois gosto de ouvir o professor explicando a matéria e pedindo para os alunos sintetizarem o que entenderam sobre determinado assunto e, ao mesmo tempo, gosto de pesquisar sobre questões ambientais para aprender mais. As duas formas são eficientes se forem mescladas.” |

lacunas evidenciadas com sua utilização. O Quadro 2 sumariza alguns excertos desse aspecto na avaliação da proposta recolhida pela plataforma do Google Drive.

Um número significativo de alunos, no entanto, acredita que a metodologia expositiva auxilia na forma de organização do estudo, facilitando a própria aprendizagem, enquanto outros indicaram o tempo necessário para executar as tarefas

Quadro 2: Relatos dos estudantes sobre o processo da pesquisa ativa como recurso didático.

| Estudante | Relatos Produzidos |
|-----------|--|
| E8 | [A pesquisa] incentiva que os grupos busquem de forma apropriada as informações coerentes com a questão a ser avaliada. O ponto forte é que os grupos buscam novas informações e as adquirem no decorrer da pesquisa. Com isso acabam obtendo mais conhecimentos. O ponto fraco é que muitas vezes o aluno apenas copia o que está na internet e não procura conhecer mais do assunto abordado. Muitas informações que estão na rede são falsas. |
| E20 | Esse método de ensino é bem eficaz, pois faz com que pesquisemos a fundo sobre o tema específico. Cada aluno pesquisou coisas diferentes. As imagens e os textos fizeram com que aprendêssemos mais. O ponto fraco seria as muitas informações que [podem causar confusão]. |

e a baixa familiaridade com a construção de portfólio, por exemplo, como dificuldades na utilização da metodologia de ensino. De todo modo, os resultados da avaliação dos alunos sobre o AM na aprendizagem dos conceitos científicos superaram as expectativas, pois é sabido que há uma grande resistência inicial dos estudantes a práticas ativas de ensino (Leite e Soares, 2013). Observamos que na experiência desenvolvida, por outro lado, houve um comprometimento e engajamento dos alunos envolvidos ao longo das quatro etapas de trabalho. Mesmo entre os estudantes que avaliaram negativamente a proposta, alguns relataram as potencialidades da prática realizada e ressaltaram a importância de oferecer metodologias ativas para o ensino de química.

Considerações finais

Experimentar metodologias de ensino que ofereçam aos estudantes oportunidades para contextualizar os conteúdos científicos e promover a significação desses conceitos para a ação consciente na realidade social é um processo latente e necessário no campo da educação química. Nesse sentido, a metodologia de problematização com AM, ainda que em vias de consolidação no ensino de química, pode ser compreendida como uma opção prática/metodológica viável para compor o rol de atividades do educador químico.

Entendemos que essa estratégia incentivou a leitura crítica da realidade dos estudantes, problematizando as questões de relevância social fundamentada no percurso dialógico e colaborativo orientado pela ação docente. Desse modo, oportunizou a (re)construção permanente de seus saberes com a apropriação dos conceitos científicos, constituindo a base para a tomada de decisão consciente nos mais variados âmbitos da vivência social.

Na experiência relatada, os recursos didáticos do portfólio na perspectiva formativa-avaliativa e da pesquisa livre na internet agregaram valor à proposta do AM ao fomentar

e viabilizar a postura ativa e responsável de pesquisa dos problemas levantados e de seus fundamentos científicos. Houve maior engajamento dos estudantes, incentivando a postura proativa na compreensão dos fenômenos. Além disso, observamos o desenvolvimento do trabalho colaborativo que exigiu a dialogicidade, a postura reflexiva e a negociação dos sentidos que constituem condição necessária para a construção e organização dos próprios saberes. Ao promover a autonomia e o senso de responsabilidade, a proposta permitiu respeitar o tempo de aprendizado dos estudantes, criando um ambiente de multiplicidade que agrega valor à compreensão da Química como construto social e histórico relevante para a atuação crítica em prol de uma sociedade mais justa e igualitária.

Thiago Bernardo Cavassani (thiagocavassani@yahoo.com.br), bacharel e mestre em Química pelo Instituto de Química da UNESP/Araraquara, licenciado em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP) e doutor em Química pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é professor do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). São Paulo, SP – BR. **Joana de Jesus de Andrade** (joanaj@ffclrp.usp.br), licenciada em Ciências Naturais e em Biologia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste, mestra em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, doutora e pós-doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. É docente do departamento de Química e do programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP. Ribeirão Preto, SP – BR. **Rosebelly Nunes Marques** (rosebelly.esalq@usp.br), bacharel, licenciada, mestra e doutora em Química pelo Instituto de Química da UNESP/Araraquara e doutora em Educação pela Faculdade de Ciências e Letras da Unesp/Araraquara. É professora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP). Piracicaba, SP – BR.

Referências

- ANDRADE, J. J. e SMOLKA, A. L. B. A construção do conhecimento em diferentes perspectivas: contribuições de um diálogo entre Bachelard e Vigotski. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 2, p. 245-268, 2009.
- ARAÚJO, E. S. O uso do portfólio reflexivo na perspectiva histórico-cultural. In: *Anais do XXX Reunião da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação* (ANPED). Caxambu, MG, 2007.
- ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; HOMEM-DE-MELLO, P.; GAMBARELLA, M. T. P. e SILVA, A. B. F. O show da química: motivando o interesse científico. *Química Nova*, v. 29, n. 1, p. 173-178, 2006.
- ARROIO, A. e GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola*, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.
- BERBEL, N. A. N. A metodologia da problematização em três versões no contexto da didática e da formação de professores. *Revista Diálogo Educacional*, v. 12, n. 35, p. 101-118, 2012.
- BERBEL, N. A. N. *A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma reflexão teórico-epistemológica*. Londrina: EDUEL, 2016.
- BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? *Interface*, v. 2, n. 2, p. 139-154, 1998.
- BESSA, S.; CASTRO, E. A. S. e GONÇALVES, J. R.

Metodologia da problematização no curso de pedagogia: um relato de experiência. *Revista Profissão Docente*, v. 17, n. 37, p. 102-114, 2017.

CHASSOT, A. I. *Para que(m) é útil o ensino?: alternativas para um ensino (de química) mais crítico*. Canoas: ULBRA, 1995.

COLOMBO, A. A. e BERBEL, N. A. N. A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez e sua relação com os saberes de professores. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 28, n. 2, p. 121-146, 2007.

FIRME, M. V. F. e GALIAZZI, M. C. A Aula Experimental Registrada em Portfólios Coletivos: A Formação Potencializada pela Integração entre Licenciandos e Professores da Escola Básica. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 2, p. 144-149, 2014.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 34-41, 2008.

GABRIEL, M. *Educar: a (r)evolução digital na educação*. São Paulo: Saraiva, 2013.

GARCIA, M. F.; LORENCINI JR., A. e ZOMPERO, A. F. Análise da metodologia da problematização utilizando temas da sexualidade: tendências e possibilidades. In: *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Florianópolis, SC, 2009.

GOMES, C. A.; MATHIAS, M. S.; BARBOSA, L. T. C.; RAMOS, C. N.; BARCELLOS, P. S.; HYGINO, C. B. e MARCELINO, V. S. Uso de metodologias problematizadoras em aulas de Química: uma proposta na formação inicial. *ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS*, v. 4, n. 1, p. 116-132, 2017.

KIMURA, R. K. e AMARAL, C. L. C. Aplicação da metodologia da problematização com o arco de Maguerez nas aulas experimentais de química. *Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, v. 4, n. 1, p. 127-149, 2020.

LEITE, V. C. e SOARES, M. H. F. B. Formação inicial de professores: concepções e resistências de estagiários em uma perspectiva problematizadora. In: *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Águas de Lindóia, SP, 2013.

MAGUEREZ, G. Prefácio. In: BERBEL, N. A. N. *A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma reflexão teórico-epistemológica*. Londrina: EDUEL, 2016.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

MAZARO, S. e DARROZ, L. O ensino de termodinâmica a partir de pesquisas em ferramentas da internet. *Revista CIATEC-UPF*, v. 9, n. 2, p. 74-83, 2018.

MORAN, J. M. Como utilizar a Internet na educação. *Ciência da Informação*, v. 26, n. 2, 1997.

PRADO, M. L.; VELHO, M. B.; ESPÍNDOLA, D. S.; SOBRINHO, S. H. e BACKES, V. M. S. Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na

formação de profissionais de saúde. *Escola Anna Nery*, v. 16, n. 1, p. 172-177, 2012.

SANTOS, P. E. N. e RIEHLA, C. A. S. Aplicação de uma sequência didática para o ensino médio na temática drogas através do arco de Maguerez para a desmistificação da ciência. *Revista Virtual de Química*, v. 13, n. 3, p. 836-844, 2021.

SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. *Educación Química*, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 1, n. 1, p. 27-31, 1995.

SILVA JUNIOR, J. N.; BARBOSA, F. G.; MAFEZOLI, J. e LIMA, M. A. S. Utilização do Arco de Maguerez Modificado como uma Metodologia Problematizadora na Síntese da p-Nitroacetanilida. *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 4, p. 978-988, 2014.

SOARES, A. B.; BOTEGA, S. P. e BARIN, C. S. O Arco de Maguerez como proposta metodológica para o Ensino de Química: um panorama dos últimos dez anos. In: *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, Florianópolis, SC, 2016.

SOUZA, L. O.; SIMÕES NETO, J. E. e LIMA, A. P. A. B. O contrato didático em aulas de energia no ensino da química e da física. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 2, n. 3, p. 4-20, 2017.

VIEIRA, M. A.; SOARES, J. P. P.; FIGUEIREDO, P. S. M.; SOUSA NETO, R. B.; SILVA, S. G.; AZEVEDO, B. T. Problematização a partir do arco de Maguerez: ciclo hidrológico e implicações sociais. In: MARCELINO, V. e SILVA, P. G. S. (Org.). *Metodologias para o ensino: teoria e exemplos de sequências didáticas*. Campos dos Goytacazes: Brasil Multicultural, 2018.

VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VILLAR, M. L. P. *Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação*. Série Documentos n. 35. Cuiabá: EMPAER-MT, 2007.

DELLA VOLPE, A. L.; CASTRO, F. P.; MIRANDA, M. C. R.; ROCHA, Q. G. S. e MARQUES, R. N. Química e arte para a eternidade: pinturas murais do Egito Antigo como proposta de Ensino de química valorizando a história da ciência. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, p. 3657-3662, 2017.

WOLLMANN, E. M. *A temática atmosfera como ferramenta para o ensino de Química*. 2013. 157 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

Para saber mais

BACK, B. T. e SILVEIRA, Z. M. Utilização da estratégia do arco de Maguerez na problematização dos conteúdos na disciplina de ciências do ensino fundamental II. *Revista Saberes Pedagógicos*, v. 5, n. 1, p. 39-52, 2021.

Abstract: *The maguerez arch as an opportunity for problematizing and active learning in chemistry teaching.* This work discusses the possibility of using the problematizing methodology with the Maguerez arch (AM) for contextualized and active learning of soil chemistry in a class of secondary level Chemistry technician course. The proposal was developed with the participation of 29 students in the discipline of Environmental Chemistry and Environmental Management, using active research on the Internet and the construction of a training/evaluative portfolio as teaching resources. The results indicate that the research activity encouraged students to be proactive in understanding chemical phenomena and in developing collaborative work that required dialogicity and a reflective posture in the reconstruction of their own knowledge. The proposal proved to be a viable option for creating moments of active learning in chemistry teaching, stimulating autonomy for the critical recognition of issues related to reality itself in the process of knowledge construction.

Keywords: active learning, Maguerez Arch, problematizing approach