

## EXTRAÇÃO DE SAL DE CHUMBO POR FITORREMEDIAÇÃO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

### LEAD SALT EXTRACTION BY PHYTOREMEDIATION AND SIGNIFICANT LEARNING IN ENVIRONMENTAL EDUCATION

### EXTRACCIÓN DE SAL DE PLOMO MEDIANTE FITORREMEDIACIÓN Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN EDUCACIÓN AMBIENTAL

Alana Maria Corá<sup>1</sup>  
Ana Paula Paglione Aniceto<sup>2</sup>  
Silvia Pierre Irazusta<sup>3</sup>

Artigo recebido em fevereiro de 2024  
Artigo aceito em setembro de 2024

DOI: 10.26853/Refas\_ISSN-2359-182X\_v11n01\_06

#### RESUMO

Paulo Freire defendia a educação para todos, a partir dos saberes individuais de cada educando, ao compreender que a pesquisa se faz a partir do conhecimento prévio e desse modo buscar novos saberes. Para a área das ciências naturais não é diferente, onde o campo das disciplinas de química está ancorado. O objetivo deste estudo foi praticar conceitos por meio de uma abordagem de aprendizagem significativa, junto aos alunos de um curso técnico, onde conceitos como qualidade do solo, impactos da contaminação antrópica na vegetação e biorremediadores foram abordados a partir de uma simulação, em laboratório, de uma contaminação de solo por chumbo, com a utilização de mudas da espécie *Syngonium podophyllum*. Ao trabalhar com os estudantes foi possível demonstrar o envolvimento e compreensão dos alunos a cerca destes conceitos propostos, de forma simples e objetiva, pela vivência do estudante com uma situação prática dentro de sua realidade.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa; *Syngonium podophyllum*; Metal Pesado; Hiperacumulação; Chumbo.

<sup>1</sup> Graduanda em Tecnologia de Polímeros pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. E-mail: alana.cora@fatec.sp.gov.br. OrcId: <https://orcid.org/0000-0003-2410-4077>.

<sup>2</sup> Química, professora em curso técnico em química. E-mail: ana.aniceto@etec.sp.gov.br. OrcId: <https://orcid.org/0000-0002-9564-7936>.

<sup>3</sup> Mestra em Ciências Biológicas (Fisiologia) pela Universidade Estadual de Campinas e doutora em Anatomia Patológica pela Universidade Estadual de Campinas. Pós-doutorado em Toxinologia pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail: silvia.pierre@hotmail.com. OrcId: <https://orcid.org/0000-0002-6856-4035>.

## ABSTRACT

Paulo Freire defended education for all, based on the individual knowledge of each student, understanding that research is carried out based on prior knowledge and thus seeking new knowledge. It is no different for the area of natural sciences, where the field of chemistry disciplines is anchored. The objective of this study was to practice concepts through a meaningful learning approach, with the students of a technical course, where concepts such as soil quality, impacts of anthropic contamination on vegetation and bioremediators were approached from a simulation, in the laboratory, of soil contamination by lead, using seedlings of the *Syngonium podophyllum* species. By working with the students, it was possible to demonstrate the involvement and understanding of the students about these proposed concepts, in a simple and objective way, through the student's experience with a practical situation within their reality.

**Keywords:** Meaningful learning; *Syngonium podophyllum*; Heavy metal; Hyperaccumulation; Lead.

## RESUMEN

Paulo Freire defendió la educación para todos, basada en el conocimiento individual de cada alumno, entendiendo que la investigación se basa en conocimientos previos y así buscar nuevos conocimientos. No es diferente para el área de las ciencias naturales, donde está anclado el campo de las disciplinas químicas. El objetivo de este estudio fue practicar conceptos mediante un enfoque de aprendizaje significativo, con estudiantes de un curso técnico, donde se abordaron conceptos como calidad del suelo, impactos de la contaminación antropogénica sobre la vegetación y biorremediadores a través de una simulación, en laboratorio, de la contaminación del suelo. mediante plomo, utilizando plántulas de la especie *Syngonium podophyllum*. Al trabajar con los estudiantes, fue posible demostrar su involucramiento y comprensión de estos conceptos propuestos, de manera simple y objetiva, a través de la experiencia del estudiante con una situación práctica dentro de su realidad.

**Palabras clave:** Aprendizaje significativo, *Syngonium podophyllum*, Metal pesado, Hiperacumulación, Plomo.

## 1 INTRODUÇÃO

Alguns educadores têm usado a pesquisa-ação para desenvolver as suas práticas e os questionamentos que podem gerar através do vínculo entre prática e a teoria, dando a autonomia aos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (Gomes, 2019). A pesquisa-ação exige rigor metodológico, descrita por fases e, para a área ambiental, a pesquisa-ação contribui ainda para a melhoria da educação ambiental, com estratégias inovadoras, sociais e transformadoras. Nas ciências naturais a área da educação ambiental pode ser desenvolvida de forma qualitativa, nas múltiplas áreas do conhecimento que essa reflexão gera (Tozoni-Reis, 2008).

As observações para a área de química, especificamente, são de experimentações e descobertas por observação (Pereira, 2018). Os fenômenos relacionados à química vão além de memorização de fórmulas e leis, que são os conceitos abstratos (Ferreira *et al.*, 2019). Uma estratégia de ensino para essa área das ciências naturais pode ser o uso do desenvolvimento intelectual a partir de simulações, ao relacionar a cognição com os conceitos de base dos estudantes.

A fitorremediação é uma técnica que vem crescendo por ser um processo simples, rápido e de custo baixo (Leal *et al.*, 2013), bastante promissor frente às tecnologias convencionais, sendo um método pouco invasivo de inserção de espécies vegetativas capazes de diminuir a quantidade de metal pesado (HM) em resíduos contaminados por metais tóxicos (Shyamala et

al, 2019). Algumas espécies apresentam maior tolerância à agressividade dos contaminantes, porque desenvolveram mecanismos de adaptação e respondem com taxas de crescimento maiores, aumento de biomassa radicular e total e mecanismos de proteção aos fatores contaminantes (Camargo, 2017).

A Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu em 2015, os 17 objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS), num documento chamado Agenda 2030, no qual ressaltam-se as preocupações com a erradicação da pobreza e fome, tão importantes quanto a proteção do clima e do meio ambiente, por um futuro mais limpo e sustentável (Henzel *et al.*, 2020; Marques, 2019).

Assim, foi objetivo deste trabalho foi aplicar uma técnica de metodologia ativa, por meio de um ensaio de fitorremediação, realizado em laboratório, utilizando uma planta fitorremediadora, a *S. podophyllum*, simulando um solo contaminado por metais, onde foram trabalhados os conceitos de química, meio ambiente e civilidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Paulo Freire foi um marco na educação do mundo todo. Defendeu, em 1959, a sua tese na área de Educação e a partir daí encabeçou no Brasil o projeto de alfabetização de jovens e adultos de forma inclusiva, o que levou muitos alfabetizados a ter a chance de votar pela primeira vez, já que a falta de letramento os impedia de serem eleitores (Almeida *et al.*, 2020). Seu projeto foi até 1964, quando o seu Plano Nacional de Alfabetização foi cancelado (Freire, 2018).

Apesar de todos os traumas em sua vida, Paulo Freire nunca desistiu da Educação para todos, onde quer que estivessem. Em um de seus livros, Pedagogia da Autonomia, apresentou práticas para os educadores, onde aborda a relação entre a teoria e a prática educacionais. Nesse mesmo livro, o capítulo 1.2 inicia com a seguinte frase: " Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino". (Paiva *et al.*, 2019; Freire, 2021).

### 2.1 Aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa ocorre quando as ideias ensinadas apresentam uma estrutura lógica, passível de assimilação pelos estudantes, e, portanto, é o produto do processo do conhecimento (Oliveira *et al.*, 2016). De acordo com Ausubel, o indivíduo que adquire estudo passa a compreender e absorver novos conteúdos, tornando os conceitos significativos a ele (Agra *et al.*, 2019). O “aprender a aprender” faz parte de uma busca científica, trabalhando a interação entre os aprendizes no processo da aprendizagem (Duarte, 2021).

Ao relacionar um problema, os questionamentos vão sendo elucidados entre eles, na busca de respostas, algumas vezes por acertos e erros e novos questionamentos (Soares, 2018). Existem conceitos mais abstratos, assuntos que não são do cotidiano dos aprendizes, que exigem respostas mais difíceis de serem concretizadas e o auxílio de um professor para orientar se faz necessário (Raimondi *et al.*, 2020). Por exemplo, uma estratégia seria a utilização de jogos didáticos, que podem ajudar a atingir diversos objetivos, como também os relacionados ao desenvolvimento da inteligência e da personalidade, a simulação de vida em grupo, a motivação e a criatividade (Silveira *et al.*, 2019).

Cada educando pode melhorar a assimilação de conceitos e a sua relação com o mundo à sua volta (Silva *et al.*, 2020). Partindo desse princípio, a relação do aluno frente às novas realidades contribui para que a aprendizagem tenha significado a ele, superando e completando lacunas de conhecimento (Leite *et al.*, 2017). Ao considerar que o sujeito já tem um entendimento prévio, a interação a partir desse domínio com as novas áreas é o real aprendizado, como defendia Paulo Freire e em harmonia com David Ausubel (Carril *et al.*, 2017).

## 2.2 Disciplina de Química e Metodologias Ativas

A abordagem da temática ambiental em aulas de Química no ensino médio e técnico, além dos conceitos exatos da química contribuem para o desenvolvimento de valores, comportamentos e atitudes nos alunos, favorecendo o senso crítico, ampliando a consciência de como suas ações impactam sua vida e para a vida de uma sociedade inteira, hoje e no futuro.

A percepção de que a compreensão dos conceitos de Química e Meio Ambiente é maior quando se utiliza a metodologia da pesquisa-ação, provendo ao aluno uma contextualização com significado é observada por vários pesquisadores (Gomes, 2019; Tozoni-Reis, 2017; Oliveira *et al.*, 2016). Abordados sob este enfoque, aos conteúdos de química e meio ambiente são mais facilmente compreendidos uma vez que estes estarão associados a eventos que ocorrem na vida cotidiana do estudante (Pereira, 2018; Silveira *et al.*, 2019).

A química qualitativa deriva das grandes áreas da química e necessita da compreensão de fenômenos e observação, com a evidência em reações químicas de identificação de elementos químicos, reações ácido-base entre outras (Mól, 2017). Essa disciplina requer a ideia de um pesquisador, cujas amostras em geral são desconhecidas e algumas podem ser obtidas de contaminações de áreas, o que sensibiliza a atenção dos educandos (Postigo *et al.*, 2021).

Deste modo, deve-se ressaltar a relevância das metodologias ativas aplicadas no ensino da química e o planejamento de ensaios controlados para que o educando possa associar os eventos ambientais observados no seu cotidiano com os conceitos da química, contribuindo para sua melhor assimilação, como por exemplo, relacionar o pH da água de chuva com o fenômeno da “chuva ácida” (Oliveira, 2016). Alguns trabalhos com íons metálicos demonstram as questões socioambientais abordadas nesse artigo, como o trabalho de Santos e Ventapane (2021), com íons metálicos e permeou o ODS 6 em oficinas de experimentação.

Para solos contaminados, as análises mais simples são para os metais pesados, hoje chamados metais tóxicos, cuja presença nos ambientes aquáticos e terrestres é decorrente da ação antrópica, pela incorreta destinação de resíduos, podendo levar a formação de passivos ambientais nos municípios (Rosa, 2015; Mondelli *et al.*, 2016; Valentim, 2007).

Esses metais não estão presentes na forma metálica, mas sim em forma de cátions, os quais podem ser facilmente assimilados pelos tecidos dos organismos vivos, sendo capazes de alterar funções celulares e levar a sua acumulação em tecidos alvo (Aquino, 2019). O seu potencial de bioacumulação nos tecidos, afeta toda uma cadeia trófica, e tende a aumentar conforme o seu nível (Cardoso *et al.*, 2014).

Para os vegetais, por exemplo, o chumbo afeta desde o processo da fotossíntese, o que pode levar às alterações macroscópicas como a necrose foliar, redução de raiz, entre outros problemas a nível celular. (Boffe *et al.*, 2017).

### 2.3 Plantas Bioacumuladoras: *Syngonium podophyllum*

A espécie *Syngonium podophyllum* é uma planta ornamental da família Araceae, pertencente ao gênero *Syngonium* que possui 33 espécies, é originária do México (Hossain *et al.*, 2017), e é considerada fitorremediadora (Souza *et al.*, 2018; Barbosa *et al.*, 2018; Barbosa *et al.*, 2013). O sistema radicular robusto, rápido crescimento e boa resistência a pragas são características desejáveis para seu uso como fitoextrator de MT (Prabakaran *et al.*, 2019; Gupta, Huang, Corpas, 2013). A *Syngonium podophyllum* foi descrita como adequada para a remoção de chumbo apresentando acumulação na biomassa radicular em sistema hidropônico, não interferindo na formação da sua biomassa em presença do contaminante, apenas no tamanho da raiz. Na parte aérea não demonstrou taxas sensíveis de acúmulo do metal, denotando resistência na transferência aérea (Batista, 2013). Além de Pb, a planta também hiperacumula outros metais tóxicos, como Cádmio e Urânio (He *et al.*, 2015), trata-se de um vegetal ornamental, da família Araceae, é utilizada em jardins ornamentais (Hossain *et al.*, 2017).

## 3 MÉTODO

Inicia-se o método pelos indivíduos.

### 3.1 Indivíduos

Participaram do estudo alunos do curso técnico em Meio Ambiente da Escola Técnica Estadual (ETEC) Guaracy Silveira, em Pinheiros, cidade de São Paulo no ano de 2021.

### 3.2 Escolha da espécie vegetal

Os estudantes iniciaram com as pesquisas sobre contaminação de solos e em seguida com os possíveis vegetais a serem estudados. A planta escolhida foi a *Syngonium podophyllum*, com nome popular “orelha de burro”, por suas características de ser de fácil cultivo e por serem abundantes em jardins.

### 3.3. Experimental

A parte experimental consistiu da confecção de 2 vasos contendo solo adubado, identificados pelas letras A e B. No vaso B o solo foi contaminado com 1,0g/Kg de nitrato de chumbo II [Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] e o vaso A serviu como controle negativo do ensaio. Mudanças de *Syngonium podophyllum* do mesmo tamanho foram plantadas nos dois vasos, os quais ficaram ao ar livre, em local sombreado no pátio da escola, por 75 dias. Após esse tempo as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas com água deionizada para observação macroscópica das folhas e raízes. Em seguida a parte radicular foi separada da planta, secas e picadas. Treze gramas dessa raiz contaminada foram imersos em 24mL de uma solução de ácido nítrico/ácido clorídrico (1:3) por 7 dias em capela de exaustão, para digestão da matéria orgânica e solubilização dos metais presentes. O material resultante da digestão foi seco em chapa de aquecimento, por duas horas, com a capela ligada para exaustão dos gases e reduzir a cinzas.

Finalmente, uma análise qualitativa de identificação da presença de Pb foi realizada com a aplicação de gotas de dicromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ) na concentração 0,01mol/L, sobre as cinzas. A coloração amarela resultante indica a presença do Pb na amostra.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, foi possível tratar os conceitos da química, como a classificação dos metais e seu comportamento em pH ácido, o que na natureza contribui para sua acumulação em sedimento e solo (Ferreira *et al.*, 2019; Postigo *et al.*, 2021). Também foi abordada a possibilidade de reconhecimento do metal em amostras ambientais, por meio de um método rápido, pelo desenvolvimento de cor quando em reação com certos ânions, característica de cada metal, pelo uso da química qualitativa (Mól, 2017). A biomassa após secagem reagiu fortemente com cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ), formando um precipitado de cor amarela intensa, característica para cromato de chumbo ( $PbCrO_4$ ). Este resultado possibilitou evidenciar aos estudantes, que a raiz absorveu o contaminante do solo após apenas 75 dias de contato, permitiu a visualização de como ocorre o fenômeno químico na natureza.

A *Syngonium Podophyllum* é adequada a fitorremediação de solo (Hossain *et al.*, 2017), mostrando-se útil para diferentes espécies metálicas, como chumbo, cromo, entre outros, o que comprova seu caráter bioacumulador (Camargos, 2017; He *et al.*, 2015; Leal *et al.*, 2013; Shyamala *et al.*, 2019). Do ponto de vista ambiental, ficou evidente para os estudantes o impacto de ações antrópicas, como a má gestão de resíduos dos sistemas produtivos e o problema do manejo de passivos ambientais (ROSA, 2015). Além disso, ao compararmos as plantas, a que sofreu contaminação pelo sal de chumbo em solo apresentou maior volume de folhas, passando de quatro para seis centímetros, sendo que a que não estava no material contaminado não apresentou aumento de folhas (Tabela 1).

Tabela 1. Medidas das plantas antes e após a fitoextração

CONTROLE				EXPOSTA A METAIS			
ALTURA DO CAULE (cm)		FOLHAS (cm <sup>2</sup> )		ALTURA DO CAULE		FOLHAS (( ±dpcm <sup>2</sup> )	
INÍCIO	APÓS 75 DIAS	INÍCIO	APÓS 75 DIAS	INÍCIO	APÓS 75 DIAS	INÍCIO	APÓS 75 DIAS
4	4	15	15,5± 1,25	6	8	28	54± 1,81

Fonte: Produzida pelos autores

Ao observar a tabela acima, percebe-se que a planta em solo contaminado teve um crescimento de 50% em seu caule (6cm para 8cm), com aumento de aproximadamente 100% na área das folhas ( $28 \pm 1,25 \text{ cm}^2$  para  $54 \pm 1,81 \text{ cm}^2$ ) de folhas. Na observação macroscópica com os estudantes, verificou-se também que a planta contaminada apresentava mais brilho, mais intensa em cor que a não contaminada, observações anteriormente relatadas por Batista (2013). Apesar de ser uma amostra unitária e insuficiente, do ponto de vista do rigor estatístico, o experimento foi adequado para atender aos objetivos desta atividade, isto é, foi esclarecedor para os estudantes.

Os estudantes dessa turma do curso técnico em meio ambiente seguiram as metodologias pregadas por Paulo Freire e por David Ausubel e foram orientados por um

professor que atuou como orientador de aprendizagem, somente. Eles fizeram uso de seu conhecimento prévio buscado na literatura e colocando em prática, na forma de uma contaminação de solo simulada (Agra *et al.*, 2019; Carril, Natário, Zoccal, 2021; Freire, 2021). A experimentação desenvolvida pelos alunos, orientados pelo professor, proporcionou-lhes a fixação dos conceitos pela vivência do fenômeno, dando significado ao seu trabalho de conclusão de curso. A nossa experiência corroborou nas asserções de outros autores, com os mesmos objetivos (Oliveira *et al.*, 2016; Duarte, 2021; Leite *et al.*, 2017).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ferramenta de aprendizagem significativa foi utilizada com sucesso na transmissão dos conceitos e aprendizagem para os estudantes. Sabendo que o objetivo desse artigo foi, através da aprendizagem significativa, entregar um trabalho de conclusão de curso a partir dos saberes dos estudantes, a abordagem com pesquisa experimental e uso de materiais simples, de fácil acesso, e diretamente relacionada a vivência do estudante, atingiu plenamente os objetivos propostos, pela resposta positiva dos alunos, que demonstraram conhecimento e segurança na elaboração de seu trabalho de conclusão de curso.

Trabalhos relacionados na área demonstram de forma semelhante que a disciplina de química pode se beneficiar das estratégias de metodologias ativas para o desenvolvimento de seus conteúdos, utilizando temas ambientais, os quais são de grande importância na formação de indivíduos comprometidos com as urgentes questões ambientais, alinhando a escola com alguns dos ODSs da Agenda 2030 da ONU, como ODS 4, que se refere a *educação de qualidade*, ODS 11, *idades e comunidades sustentáveis* e ODS 15, *ecossistema terrestre e biodiversidade*.

## 6 REFERÊNCIAS

AGRA, G et al. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel, **Revista Brasileira de Enfermagem**. Vol. 72, p. 248-255, 2019.

ALMEIDA, A. S. et al. **Aprendizagem significativa**. 1ª edição. São Paulo: S. L. Editora, 2020.

AQUINO, I. N. Técnicas de análise de danos em DNA e cromossomos: uma revisão sistemática de literatura. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada**, 2019.

BATISTA, A. A. Seleção de espécies com potencial fitorremediador de chumbo. **Dissertação submetida ao curso de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do**

**grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas**, Área de concentração: Manejo de Resíduos e Remediação de Áreas Impactadas. Cruz das Almas, Bahia, 2013.

BOFFE, P. M.; CALEGARI, R. P.; SYMCZAK, D. A.; TESSARO, D. Potencial fitoextrator da espécie vegetal *Helianthus annuus l.* em solo contaminado por chumbo; **Revista Espacios**, Vol. 38, Nº 09, 2017.

CAMARGOS, L. M. G. G.; Tolerância e potencial bioacumulador de *vetiveria zizanioidesl. nash* cultivada in vitro sob efeito de zinco e cobre. **Dissertação apresentada ao Instituto Federal Minas Gerais –Campus Bambuí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, para a obtenção do título de Mestre**, 2017.

CARDOSO, P.G.; PEREIRA, E; DUARTE, A.C.; AZEITEIRO, U.M. Temporal characterization of mercury accumulation at different trophic levels and implications for metal biomagnification along a coastal food web. **Marine Pollution Bulletin**, Volume 87, n. 1–2, 15, p.39-47, 2014.

CARRIL, M. G. P.; NATÁRIO, E. G.; ZOCCAL, S. I. Considerações sobre aprendizagem significativa, a partir da visão de FREIRE e AUSUBEL – uma reflexão teórica; **Revista multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura, e-Mosaicos; Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)**, v6, n13, p.68-78, 2017.

DUARTE, N. **Vitgoski e o "aprender a aprender": crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana**. 5ª edição. Editora Autores Associados, 2021.

FERREIRA, M. S. F.; SENA, V. G. V. B.; OSÓRIO, E. S. E. Química dos alimentos: análises de propostas de transversalidade para o ensino médio; **Anais VI CONEDU, Campina Grande. Realize Editora**, 2019.

FREIRE, A. M. A. **Paulo Freire: uma história de vida**. 1ª edição. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**; 1ª edição. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2021.

GOMES, A. L. Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio: uma pesquisa-ação. **Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação**. Araranguá, 2019.



HE, J et al. An artificially constructed *Syngonium podophyllum-Aspergillus niger* combine system for removal of uranium from wastewater. **Environmental Science and Pollution Research**, 22(23), 18918–18926, 2015.

HENZEL, M. E.; FERNANDES, S. B. V. Política ambiental: princípios e instrumentos para o alinhamento com os ODS 12; **Salão do Conhecimento, X Seminário de Inovação e Tecnologia; UNIJUÍ**, 2020.

HOSSAIN, M. S.; UDDIN, M. S.; KABIR, M. T.; BEGUM, M. M.; KOUSHAL, P.; HERRERA, O. In Vitro Screening for Phytochemicals and Antioxidant Activities of *Syngonium podophyllum* L.: An Incredible Therapeutic Plant. **Biomedical and Pharmacology Journal**, v. 10, n. 3, p. 1267–1277, 2017.

LEAL, E. F.; MOREIRA, F. M.; CARVALHO, M. A.; AMORIM, L. O.; SANTOS, J. A. G.; SOUZA, L. S. Fitorremediação de chumbo pelas espécies Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L), Feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), e Singônio (*Syngonium angustatum*); **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis, SC**, 2013.

LEITE, F. A.; RADETZKE, F. S. Contextualização no ensino de ciências: compreensões de professores da educação básica; **VIDYA**, v. 37, n. 1, p. 273-286. Santa Maria, 2017.

MARQUES, M. F. C. Agenda 2030 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU – Desafios ao Desenvolvimento Tecnológico e à Inovação Empresarial. **Dissertação apresentada como trabalho final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente; Instituto Superior de Engenharia de Lisboa**. Lisboa, 2019.

MÓL, G. S. Pesquisa qualitativa em Ensino de química; **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo (SP), v.5, n.9, p. 495-513, dez. 2017.

MONDELLI, G.; GIACHETI, H. L.; HAMADA, J. Avaliação da contaminação no entorno de um aterro de resíduos sólidos urbanos com base em resultados de poços de monitoramento. **Engenharia Sanitária Ambiental**. 21 (01), 14 páginas; 2016.

OLIVEIRA, R.; CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTA, S. P. Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública. **Revista Virtual Química**. 8 (3), 913-925, 2016.

PAIVA, J.; HADDAD, S.; SOARES, L. J. G. Pesquisa em educação de jovens e adultos: memórias e ações na constituição do direito à educação para todos. **Revista brasileira de educação**. v. 24, 2019.

PEREIRA, M. F. S. D. A utilização da experimentação problematizadora para a compreensão do conteúdo de cinética química em uma escola pública no município de Iajedo-PE. **Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química**. Caruaru, 2018.

POSTIGO, J. P.; BARBOSA, H. F. G.; CALEFI, R. M.; JESUS, J. H. F.; CERVINI, P.; BUORO, R. M.; OTERO, R. L. S.; CAVALHEIRO, E. T. G. Uma proposta para o ensino de laboratório de química analítica qualitativa. **Química Nova**. Vol. 44, No. 4, 502-511, 2021.

RAIMONDI, A. C.; RAZZOTO, E. S. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de química analítica qualitativa. **Revista Insignare Scientia**, v 3, edição 2, p 36 - 48; 2020.

ROSA, K. M. Efeitos adversos da contaminação dos alimentos por metais pesados (cádmio e chumbo) na saúde ambiental e a importância do saneamento de alimentos: o caso de Santo Amaro da Purificação, BA. **Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR**. Campus Medianeira, 2015.

SANTOS, P. M. L.; VENTAPANE, A. L. S. Aplicação de princípios de Química Verde em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água. **Química nova na escola**. V.43, n.2, p. 201-205. São Paulo 2021.

SHYAMALA, S.; MANIKANDAN, N. A.; PAKSHIRAJAN, K.; TANG, V. T.; RENE, E. R.; HUNG-SUCK, P.; BEHERA, S. K. Phytoremediation of nitrate contaminated water using ornamental plants. **AQUA - Journal of Water Supply: Research and Technology**. v 68, edition 8, p 731-743. 2019.

SILVA, J. C. S.; BIANCO, G. Jogos didáticos: a formação educativa através de uma aprendizagem significativa e um currículo adaptado por projetos. **Research, Society and Development**. v. 9, n.9, e820997969, 2020.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K.; SAMPAIO, C. G. Análise do jogo MixQuímico no ensino de química segundo o contexto da teoria da aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 248-269, 2019.

SOARES, G. V. O ensino da matemática na educação infantil: desvendando problemas e possibilidades. **Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de Licenciada em Pedagogia**. 2018.

TOZONI-REIS, M. F. C. (Org). A pesquisa-ação participativa em educação ambiental: reflexões teóricas; **Editora Fundbio; Annablume**. 1ª edição, 165p, 2007.

TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**. vol. 3, n. 1 – p. 155-169, 2008.

VALENTIM, L. S. O. Requalificação urbana, contaminação do solo e riscos à saúde: um caso na cidade de São Paulo. **Editora Annablume FAPESP**. p. 15–43. 2007.

