



Fitorremediação como proposta interdisciplinar no ensino de química

Jonathan Pereira De Souza¹, Cristiane Bessa Katasho², Marcia Costa Rebelo³

Resumo

A presente pesquisa tem por finalidade utilizar a metodologia interdisciplinar por meio da técnica fitorremediação como conexão no ensino e aprendizagem de soluções químicas. O objetivo deste estudo tem por finalidade utilizar a fitorremediação como metodologia alternativa no processo de ensino-aprendizagem de soluções químicas com discentes do 2º ano do ensino médio. O referencial teórico está apoiado em orientações da aprendizagem significativa e na abordagem da interdisciplinaridade entre as ciências. A pesquisa foi realizada entre os meses de abril a agosto de 2018, em duas turmas com os discentes do 2º ano 02 e 05, do colégio do sistema de ensino estadual de nível médio Roderick de Castelo Branco, localizado na cidade de Manaus/AM. A metodologia é de caráter quantitativo e qualitativo, sendo o material da pesquisa obtido através de questionários, aulas teóricas e experimentais sobre o conteúdo de soluções químicas, precipitação de metais e por fim a construção de mapas conceituais para análise qualitativa do aprendizado. Os resultados percentuais demonstraram uma variação positiva, indicando que a pesquisa alcançou a sua finalidade proposta, tendo em vista que pode-se inserir propostas auxiliares que mesclam o caráter experimental e contextual, deste modo, ocorre a possibilidade da aprendizagem significativa.

Palavras-Chave: Soluções Químicas, Metodologia interdisciplinar, Metais.

Phytoremediation as an interdisciplinary proposal in the teaching of chemistry. The present research has for purpose to use the methodology to interdisciplinary by means of the technique phytoremediation as connection in education and learning of chemical solutions. The objective of this study has for purpose to use the phytoremediation as alternative methodology in the teach-learning process of chemical solutions with learning of 2º year of average education. The theoretical benchmark is supported in guidelines of the material learning and the boarding of the interdisciplinary between sciences. The research is carried through enters the April months the August of 2018, in two groups with the learning of 2º year 02 and 05, of the college of the system of state education of average level Roderick de Castello Branco, located in the city of Manaus/AM. The methodology is of qualitative character quantitative and, being the material of the research gotten through questionnaires, theoretical and experimental lessons on the content of chemical solutions, precipitation of metals and finally the construction of conceptual maps for qualitative analysis of the learning. The percentile results had demonstrated a positive variation, indicating that research reached its proposal, in view of that can be inserted proposals auxiliary that merge the experimental and contextual character, in this way, occur the possibility of the significant learning.

Keywords: Chemical Solutions, Interdisciplinary methodology, Metals.

¹ Licenciado em Química pelo IME-Fametro, Manaus, AM, Brasil. Email: coal.urban@hotmail.com

² Licenciada em Química pelo IME-Fametro, Manaus, AM, Brasil. Email: cristianekatasho@gmail.com

³ Professora Msc de Química do IME-Fametro, Manaus, AM-Brasil. Email: marciarebelo700@gmail.com



1. Introdução

O ensino de química no ensino médio direcionado especificamente para o ENEM (Exame nacional do Ensino Médio realizado Anualmente pelo Ministério da Educação-MEC) tornou-se o desenvolvimento da disciplina totalmente desconexa com a realidade do educado. O ensino na forma tradicionalista se apresenta de forma desconfortável e exigente, entretanto, para que ocorra a aprendizagem eficiente, deve-se, identificar e sistematizar as dificuldades encontradas em sala de aula e propor metodologias que atenuem essas respostas impositivas ao aprendizado de química.

Andrade et al (2011) destaca que as dificuldades de aprendizagem em Química podem ser sistematizadas em cinco categorias:

- I) Ausência de base matemática;
- II) Complexidade dos conteúdos;
- III) Metodologia dos professores;
- IV) Déficit de atenção;
- V) Dificuldades de interpretação;

Essas dificuldades podem ser atenuadas diante de ações corretivas que estimulem e desafiem o intelecto dos alunos.

Várias metodologias de ensino podem ser usadas para o enfrentamento de tais dificuldades de aprendizagem, conforme Siqueira, Feijó, Prates e Pereira (2013), novas abordagens educacionais podem ser utilizadas pelos docentes.

As metodologias ativas, atuam inserindo o aluno como principal atuante no processo educacional. As metodologias ativas podem ser realizadas com o PBL–(aprendizagem baseada na resolução de problemas); POL–(aprendizagem baseada em projetos); PI–(aprendizagem em pares); TBL–(aprendizagem em equipe),

(Oliveira, Chamberlain, Peres, Brandt e Schwertl, 2012). Além desses métodos, outros processos educacionais podem ser utilizados. Destacam-se trabalhos em pequenos grupos, relato crítico de experiências, aula invertida, seminários, mesas-redondas, exposições dialogadas, debates temáticos, oficinas, apresentações de filmes, simulações. As interpretações avaliações orais podem funcionar também como recursos diante da dificuldade enfrentada em sala de aula (Paiva, Parente, Brandão e Queiroz, 2016; Siqueira-Batista e Siqueira-Batista, 2009; Valente, 2018).

A reformulação de metodologias educacionais direciona um caminho para uma aprendizagem dinâmica e atrativa diante da realidade escolar. Desse modo, busca-se maior autonomia para o professor e uma melhor resposta do educando durante a sua aprendizagem, por exemplo em química (OLIVEIRA, 2014).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo utilizar a fitorremediação, expondo-a aos educandos e professores interessados nessa linha de pesquisa, buscando integrar o ensino de soluções químicas através desta técnica como vetor interdisciplinar.

1.1 Ensino interdisciplinar de Metais pesados

A abordagem de temas geradores no processo de ensino, tem sido difundida por diversos pesquisadores, haja visto que possibilitam relacionar o conteúdo científico com os assuntos cotidianos. Rosário (2019), destaca que também é necessário considerar todo o conhecimento prévio que o alunado possui, para assim integrar essas informações e



gerar conhecimento a partir de temas geradores.

Coforme, Fazenda (2011), a utilização da interdisciplinaridade funciona em relacionar os conteúdos científicos e cotidianos pois é promovida uma ação teórico-metodológica comum para todas as áreas envolvidas, ou seja, o problema é resolvido de forma articulada e integrada, mantendo assim os interesses de cada disciplina, para tanto, deve-se o constante aperfeiçoamento e adaptação dos professores e da escola são necessárias para a promoção de práticas interdisciplinares.

A urgência no uso de novas práticas pedagógicas permite a utilização de novos recursos e mecanismos para o ensino. No que concerne a à Química, sendo esta uma disciplina complexa e por muitas vezes abstrata, urge a necessidade da relação entre as ciências.

É necessário que essa interação entre as ciências ocorra com os professores saindo de sua zona de conforto e dialoguem entre as disciplinas, para que as práticas interdisciplinares ocorram de forma robusta e interligada, entretanto, muitas vezes os professores se deparam com obstáculos de infraestrutura escolar ou se acomodam em outras práticas educacionais, ou simplesmente caem na monotonia do ensino tradicionalista, soma-se a isso, a constante dificuldade de aprendizado e desinteresse dos estudantes do Ensino Médio

especificamente com as disciplinas de Física, Química e Biologia.

O importante é salientar que o processo de interdisciplinaridade não consiste na perda da autonomia do professor perante o ensino e nem indica que o professor deverá ser pluridisciplinar, apenas servirá como alternativa que envolva o educando, tornando-o ativo no processo de aprendizagem, ou seja, o educando aprende a partir de sua interação (COSTA; PINHEIRO, 2013). Deste modo o processo de ensino deve ser trabalhado de forma interdisciplinar, na qual o aluno é agente ativo, comprometido, responsável, capaz de planejar suas ações para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Nessa perspectiva, para que o educado adquira novas habilidades, faz-se necessário trabalhar práticas pedagógicas voltadas para a formação do aluno, para o exercício da cidadania plena, respeitando a individualidade de cada um, utilizando-se de conteúdos interdisciplinares e contextualizados (FAVARÃO e ARAÚJO, 2004, p. 104).

Diante do exposto levantado ao longo do texto, a abordagem dos metais pesados por meio da fitorremediação, pode ser utilizada como elemento interdisciplinar no ensino de soluções químicas, onde o professor estimula a resolução de situações-problema, valorizando as capacidades de julgamento e de tomada de decisão.

Além disso, deve-se buscar não só a compreensão dos conceitos

científicos, mas sua correlação com as aplicações tecnológicas, bem como suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Mencionar desastres ambientais para a abordagem do metal pesado em sala de aula se faz necessário devido sua importância química e ambiental, conforme fora concluído por Almeida (2016), no qual relacionou a conceitos de densidade, polaridade, pressão e temperatura, com acidentes ocorridos na região do Paraná com transporte de óleo diesel e derivados de petróleo, aplicado nas turmas de Ensino Médio Regular, pode-se ainda utilizar a química tornando-a mais facilitada e atrativa, integrando-a em diferentes ciências e em diferentes conteúdos, destacando os conteúdos (Classificação periódica, Reações orgânicas, Produto de solubilidade, Reações inorgânicas, eletroquímica e soluções).

A importância de o professor utilizar práticas metodológicas que valorizem as preferências de seus estudantes e contextualizá-las com o conteúdo de Química que será abordado, pode proporcionar ganho real na aprendizagem dos alunos, além de proporcionar uma nova visão sobre a disciplina (VOLPE, 2017).

1.2 Metais pesados

O termo metal pesado é muito utilizado em nosso cotidiano, entretanto, sempre associado a algo nocivo, tóxico ou até mesmo letal.

Levando-se em consideração a extensão dos temas relacionados aos metais e questões que envolvem a química, os metais pesados podem se

tornar um relevante tema interdisciplinar no ensino de química, conforme destacado na Figura 1.

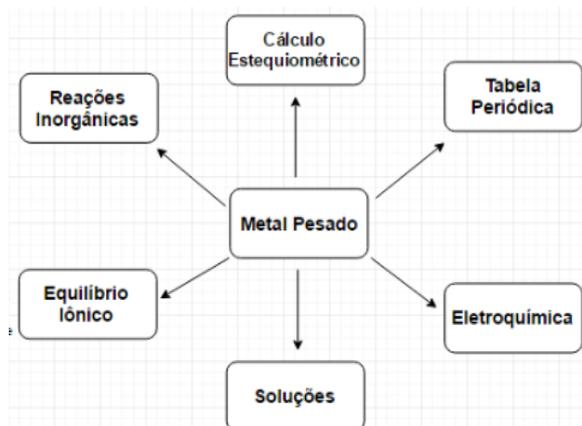


Figura 1: Conteúdos relacionados ao termo metal pesado. **Fonte:** <http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/1672/1/Documento.pdf>.

Os metais pesados podem se tornar poluentes do meio ambiente, sendo o chumbo o potencialmente tóxico e com propriedades acumulativas no solo, provocando danos ao desenvolvimento das plantas, sendo considerado na lista da Agência de Proteção Ambiental dos EUA como o metal mais ameaçador (ATSDR, 2008). A cunho de exemplo, Kosnett (2014), menciona que a contaminação de Mercúrio pode levar ao acúmulo desse metal no organismo, afetando, principalmente, os rins, o fígado, o aparelho digestório e também o sistema nervoso central.

Konestt (2014), cita que a intoxicação por mercúrio pode ser aguda, quando o contato com esse metal é recente e apenas ocorreu uma vez, ou crônica, quando ocorre contato com mercúrio por um longo período de tempo.

Além disso, quanto maior o tempo de exposição, piores são as consequências para a saúde.

Conforme mencionado anteriormente, o impacto da contaminação por metais pesados



pode levar meses ou até anos para se manifestar, entretanto, diversas atividades minerais exercem papel essencial na sociedade, tanto economicamente, quanto socialmente, entretanto, quando não realizada de maneira correta, planejada, pode prejudicar a qualidade de vida. A exploração de minério é um dos setores que mais colaboram com a economia do país, porém, são as que mais contribuem na contaminação por metais em solo, águas.

Dessa forma, também se faz relevante ter conhecimento dos compostos e suas propriedades para que não ocorra desastres históricos.

1.3 Fitorremediação

O descarte irregular e desenfreado tanto da indústria quanto da população, além de uma fiscalização ineficiente dos órgãos de controle gerou o cenário de contaminação por metais pesados em várias cidades do Brasil.

Esses metais, dependendo da quantidade podem ocasionar sérios danos ao meio ambiente e conseqüentemente aos seres humanos. Sendo assim, houve uma necessidade para criação de políticas oficiais de meio ambiente.

No caso específico do Brasil, em janeiro de 1986, foi publicada a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente órgão do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente) que obriga a realização de um estudo de impacto ambiental (EIA) em todos os processos produtivos feitos no país.

A área é considerada contaminada quando, após uma investigação confirmatória, isto é, amostragem e análises químicas de solos ou águas subterrâneas, mostram

valores de concentração de contaminantes superiores a legislação vigente (DIAS e CASARINI, 1996).

A recuperação dessas áreas degradadas tem sido atualmente um grande desafio para o campo acadêmico, bem como para as autoridades que lidam diretamente com as atribuições que esse campo de pesquisa fornece.

Tais ocasiões, onde a contaminação está se tornando cada vez mais recorrente, urge a necessidade de tratar os solos ou efluentes contaminados através das ações humanas.

Tem-se como exemplo o trabalho realizado pelos pesquisadores Mota, Júnior e Santana com o interesse em saber "O potencial de fitorremediação da *Alocasia macrorrhiza* para Co, Cu, Ni e Zn", em quatro locais de Manaus (AM) com diferentes níveis de impacto ambiental, sendo estes por resíduos orgânicos (3°6056'S; 59°58571'0), severamente contaminada por resíduos industriais e domésticos (3°4625'S; 59°58844'0), lixo doméstico (3°5018'S; 59°58817'0), o quarto local sem qualquer impacto ambiental e localizado em área preservada do campus universitário da Universidade Federal do Amazonas (UF) (3°6992'S; 59°58479'0) (Mota, Sargentini Junior e Santana, 2016; Pio, Mota e Santana, 2017).

As principais vantagens que a fitorremediação pode apresentar: O investimento em capital e o custo de operação são baixos, que usa como fonte de energia a luz solar; Aplicável in situ sendo que o solo pode ser posteriormente reutilizado; Remediação de vários contaminantes simultaneamente, incluindo metais, pesticidas e hidrocarbonetos; Técnica esteticamente bem aceita pela sociedade, limitando as perturbações ao meio ambiente se comparado a outras tecnologias (TAVARES, 2013).

O processo de fitorremediação

depende da técnica a ser empregada, da natureza química ou das propriedades do poluente, podendo remediar áreas contaminadas através das seguintes estratégias: fitoextração, fitodegradação, fitovolatilização, fitoestimulação e fitoestabilização. O processo de remediação depende exclusivamente de viabilidade técnica e material.

1.3.1 Fitoextração e suas aplicações

A fitoextração é uma das técnicas da fitorremediação que utilizam plantas (hiperacumuladoras) que absorvem os contaminantes pelas raízes e os acumula nas suas partes aéreas.

A técnica da fitoextração, o vegetal absorve o metal pesado extraído do solo por meio das raízes e o acumula preferencialmente nas partes aéreas de seus tecidos (caule e folhas) (NASCIMENTO; XING, 2006).

Existem espécies vegetais tolerantes, capazes de acumular altas concentrações de Zn, Pb, Cu ou outro metal tóxico (acima de 1% da massa seca) (MOHR e SCHOPFER, 1995), espécies destacadas na Figura 2, apresentam o caráter hiperacumulador.

Espécies hiperacumuladoras de metais, ou seja, são capazes de absorver, através de suas raízes, níveis muito mais altos desses contaminantes e concentrá-los de maneira mais eficiente que as plantas normais, porém uma dificuldade das hiperacumuladoras é que são em geral plantas de crescimento vagaroso, o que indica o acúmulo lento dos metais.

Tem-se buscado cada vez novas espécies fitorremediadoras através de diversos trabalhos interessados em avaliar o potencial fitoextrator de espécies vegetais, dentre as famílias de plantas já identificadas na literatura algumas apresentam tolerância a

metais pesados, segue-se que Santos (2012), avaliaram o acúmulo de Pb no tecido vegetal da mamoneira (*Ricinus communis* L.) em solo contaminado e o potencial de remediação e, tiveram como resultado acúmulo de Pb nas raízes, diminuição do crescimento das plantas em função da diminuição das massas das matérias secas da parte aérea e das raízes conforme aumento gradual da concentração de Pb no solo.



Figura 2: Espécies hiperacumuladoras

A finalidade do uso de plantas para recuperação de áreas contaminadas tem apresentado destaque, pois a redução de contaminantes a níveis seguros à saúde humana, contribui na melhoria das características físicas, químicas e biológicas destas áreas (SILVA, 2019).

2. Metodologia

A pesquisa realizada fora de caráter qualitativo e quantitativo, Coutinho (2013), destaca que a pesquisa quantitativa foca em fatos e "fenômenos que podem ser observáveis e na medição/avaliação comportamentais passíveis de serem medidas" (p.26), enquanto a pesquisa qualitativa "descreve os fenômenos por palavras em



vez de número ou medidas" (p. 28), tendo interesse em apresentar a técnica da fitorremediação e expor aos educandos, professores e acadêmicos interessados nessa linha de pesquisa, buscando a integração no ensino de soluções químicas através desta técnica como vetor interdisciplinar.

Esta prática foi realizada no laboratório de ciências da referida escola aplicada a discentes das turmas 2º ano 02 e 05 do ensino médio no turno matutino da escola estadual Roderick de Castelo Branco, localizada na cidade de Manaus-AM, sendo desenvolvida em quatro etapas.

Etapa 1: Preenchimento do questionário de pré sondagem e aula teórica expositiva por meio de slides sobre o tema soluções químicas com a duração de 30 minutos.

Etapa 2: Utilização de 5 minutos iniciais para sanar dúvidas acerca do conteúdo de soluções químicas e aplicação três experimentos básicos com os seguintes materiais: Água Destilada, Alcool, Permanganato de Potássio, Óleo De Soja, Cloreto De Sódio, Água da torneira, Gasolina;

Os experimentos realizados pelos alunos foram os seguintes: Saturação do cloreto de sódio, Torre de líquidos com os materiais água destilada, alcool, permanganato e óleo de soja, Diluição de permanganato de potássio e por fim o Teor de alcool na gasolina.

Etapa 3: Apresentação de uma palestra com os aplicadores do projeto sobre o tema fitorremediação e suas características com a duração de 20 minutos; A posteriori o procedimento de caracterização dos metais, onde os discentes tiveram contato visualmente e experimentalmente com os metais presentes em extratos de plantas coletados previamente, conforme a figura-3A e 3B.

Menciona-se que os extratos foram contaminados com os metais devido a

possibilidade de não ocorrer a precipitação, bem como, devido dificuldade em detectar a concentração dos metais, conforme a ausência regular deste tipo de detector em escola pública, deste modo, os discentes foram avisados previamente como ocorreria o procedimento, identificação e precipitação dos metais pesados extraídos de extratos de plantas que foram coletadas.

Após a coleta, as amostras das plantas utilizadas foram submetidas às etapas conforme os passos abaixo, para obtenção das soluções que foram usadas na precipitação dos metais.

As amostras A e B São as folhas da espécie *Poaceae (Capim Colonião)* e (*Araceae*), foram submetidas ao seguinte processo prévio.

- Lavagem em água corrente;
- Maceração com auxílio de um almofariz e pistilo; Acrescentando água destilada para extração da seiva.
- Filtração através de papeis filtros qualitativos quadrado 60x60 cm da marca CIENLAB;
- Posteriormente filtrou-se as amostras com o auxílio de um bequer, papel fitro, funil comum da marca plena lab, com a obtenção das soluções, onde as mesmas foram acondicionadas em garrafas plásticas.
- Nesta etapa do projeto, o método abaixo descrito foi idealizado por um artigo na revista REDEQUIM intitulado "Poluição do Solo por Pilhas Baterias: Identificação de Metais Pesados em Amostras de Solo" (KLEIN e BRAIBANTE, 2016).



Figura-3A: Local de coleta



Figura-3B Local de coleta

Os materiais e reagentes utilizados na precipitação dos metais estão nos Quadros 1 e 2.

Fora retirado 20mL de cada solução das amostras A e B e colocadas em tubos de ensaio e fora acrescentando 1mL de cada contaminante do metal para cada amostra respectivamente CoCl_2 e HgCl_2 .

Essa etapa ocorreu antes dos alunos adentrarem no laboratório, assim já receberam as amostras contaminadas, sendo que o laboratório já estava todo preparado para etapa seguinte do procedimento para a precipitação e identificação dos metais, conforme a Figura-4.

A identificação dos metais ocorrera com os alunos adicionando 1mL do reagente específico NaOH a 0,2 mol/L preparados pelos estudantes que foram auxiliados pelos aplicadores, e sendo adicionados nos respectivos tubos de ensaios, de modo que fora observado a precipitação e mudança de coloração e formação de precipitado nas amostras, de acordo com o Quadro-2 abaixo estão descritos

os materiais utilizados.

Quadro-1: Materiais utilizados

Reagentes	Materiais
- Cloreto de cobalto (II)	- Tubos de ensaio
- CoCl_2 (0,2 mol/L)	- Balões volumétricos de 100mL
- Cloreto de mercúrio (II)	- Suporte para tubos
- HgCl_2 (0,2 mol/L)	- Béqueres de 50mL
- Hidróxido de sódio	- Pipeta Pasteur
- NaOH (0,2mol/)	- Balança
	- Funil
	- Vasilhas plásticas
	- Garrafas pets
	- Planta da espécie (Araceae)
	- Planta da espécie Poaceae (Capim Colonião)



Figura-4: Preparação das Amostras

Quadro-2: Reagentes Utilizados

Metal	Reagente	Identificação
Cobalto (II)	1,0mL de NaOH 0,2 mol/L	Formação de precipitado azul
Mercúrio	1,0mL de NaOH 0,2 mol/L	Formação de precipitado Amarelo

Vale ressaltar que para realização de análises químicas qualitativas empregam-se reações que se processam acompanhadas de variações de suas propriedades

químicas e físicas visíveis. Desta forma, as (reações 1-2) de identificação foram utilizadas no projeto.



Etapa 4: A criação de mapas conceituais auxiliados pelos aplicativos do projeto e o preenchimento do questionário de pós-sondagem.

Essa programação compreendeu duas semanas do mês de abril, sendo aplicada em forma sequencial, aula após aula, com o objetivo de demonstrar que é possível aplicar metodologia auxiliadora com o tempo disponível para cada conteúdo.

3. Resultados e discussão

Os resultados estão estruturados em quantitativos, onde busca-se através da indagação de questionários pré e pos-sondagem, sendo que estes serão obtidos de uma amostra que representará significativamente uma população maior e qualitativos onde busca-se conhecer o que pensa esse sujeito ou grupo através da avaliação por meio de construção de mapa conceitual (SOUZA MOL, 2017).

Conforme os dados acima, antes a aplicação dos experimentos que o quantitativo dos alunos que se interessam pela prática experimental é expressivo, por isso, a metodologia de ensino experimental se faz necessária para que os educandos consigam interagir ainda mais com os fenômenos físicos-químicos e observá-los para que assim aprimorem seus conceitos e desenvolvam seus conhecimentos.

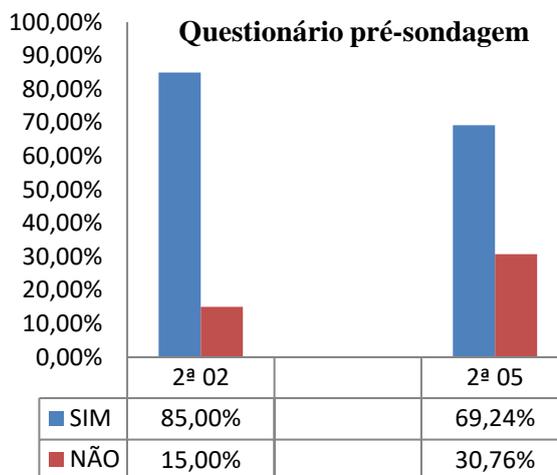


GRÁFICO 1- O método de ensino experimental facilita a sua aprendizagem?

Barbosa (2016), menciona que a experimentação enriquece na construção do conhecimento, além disso, indica que esse instrumento pedagógico contribui na melhoria do ensino, essa deve ainda na articulação do diálogo/debate, para que assim um pensamento mais crítico e reflexivo adentre nesse aluno.

Diante dos dados coletados tem-se que a utilização de práticas experimentais demonstra que os alunos se interessam pela prática experimental é expressivo conforme destacado na figura-5, por isso, a metodologia de ensino experimental se faz necessária para que os educandos consigam interagir ainda mais com os fenômenos físicos-químicos.

Ademais, a atividade experimental é um elemento crucial para o aprendizado quando contribui para o estímulo de capacidades como: verificação de hipóteses, compreensão de problemas, simplificação e criação de modelos (Takahashi e Cardoso, 2011).



Figura-5: Preparação das Amostras

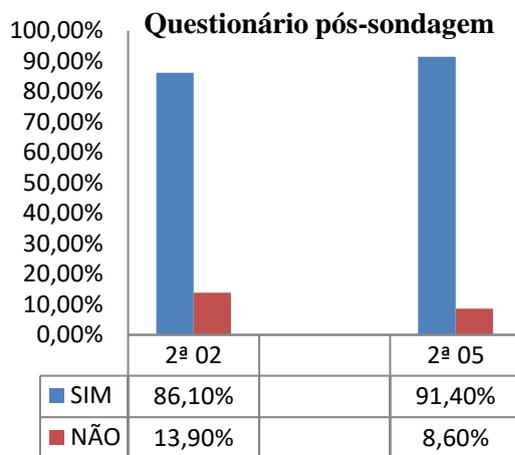


GRÁFICO 2- Percentuais do ensino experimental

Os percentuais mostram que os grande parte dos educandos tem certa noção que os metais pesados em quantidade expressivas no meio ambiente possam gerar algum dano ao meio ambiente. Dito isso deve-se instruir os educados a identificar as fontes poluidoras e a fim de prevenir e conter maiores impactos (PAIVA *et al*, 2016).

Conforme Veiga (2016), A abordagem do metal pesado em sala de aula se faz necessária devido a sua importância química e ambiental, além disso, consegue-se integrá-lo em diferentes ciências e em diferentes series do ensino médio, destacando os conteúdos (Classificação periódica, reações orgânicas, produto de solubilidade, reações inorgânicas, eletroquímica e soluções)

Após as atividades experimentais, percebe-se nos percentuais que os

educandos verificaram a nocividade dos metais pesados descartados em quantidade no meio ambiente.

Destacado na figura-6 e figura-7, durante o procedimento de caracterização dos metais pesados, os discentes tiveram contato visualmente e experimentalmente com os metais presente em uma planta, além disso, o objetivo intrínseco desta prática foi conscientizar os jovens para que os mesmos não joguem resíduos no meio ambiente se estes não forem recicláveis

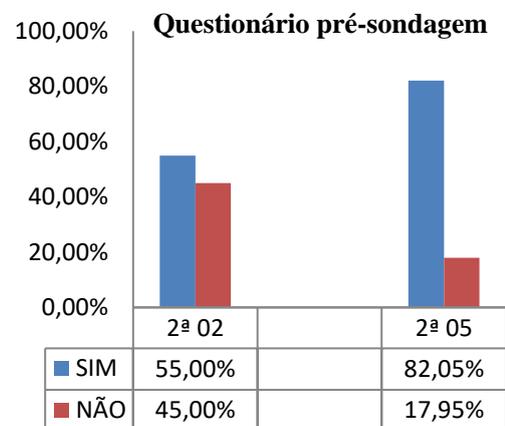


GRÁFICO 3- Você tem conhecimento que os metais pesados, dentre os quais, Pb(Chumbo), Co (Cobalto), Hg (Mercúrio), em quantidades elevadas podem causar sérios problemas ao meio ambiente e ao homem?

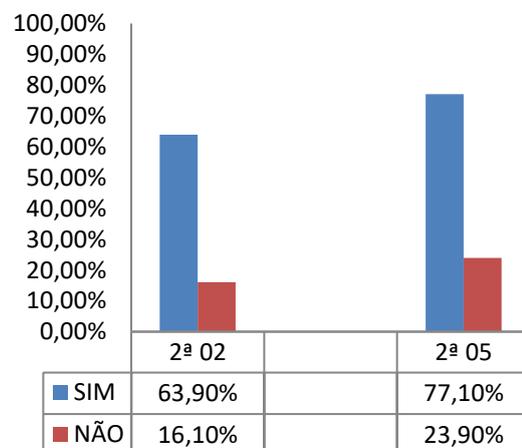


Gráfico-4: Percentuais acerca da nocividade dos metais pesados



significativas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro; 4º- Exemplos: Se forem válidos, dentro da proposta de trabalho, que se designem dos termos conceituais.

Diante do exposto, fundamenta-se, por meio de (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 17), que a aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações apresentam uma estrutura lógica, interagindo com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis em sua estrutura cognitiva. que o uso de aprendizados mais conceituais e menos mecânicos, proporcionem caminhos eficiente para o desenvolvimento da disciplina de Química.

No que no refere aos minutos finais, estes foram utilizados para o questionário pós-sondagem, para quantificação dos dados, além disso, verificar o quanto a didática alcançou os discentes em sua experiência educacional.

4. Conclusão

Os dados destacados nos Gráficos, foram satisfatórios e condizentes com o método de ensino experimental. A metodologia aplicada proporcionou a interdisciplinaridade entre a química e o meio ambiente, sendo assim, o projeto alcançou a sua proposta em despertar o interesse dos discentes diante da prática educacional.

Dessa forma pode-se concluir que o trabalho foi expressivo para a aprendizagem dos alunos, conectando o conteúdo de soluções químicas ao meio ambiente, por meio da técnica da fitorremediação e a conexão com o conteúdo de soluções químicas, por fim, os resultados alcançados mostraram que a prática experimental e o mapa conceitual é um recurso

válido para esta área do conhecimento.

Deste modo, indica-se aos professores esta estratégia educacional para propor algo diferente aos seus alunos e sair dos meios tradicionais, pois é urgente a necessidade de novos instrumentos facilitadores de aprendizado, portanto, os professores devem atentar a novos meios de ensino que facilitem o ensino de conceitos físicos e químicos que estejam próximos a realidade dos estudantes para que assim ocorra uma expansão em seus conhecimentos.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ALLOWAY, B.J; AYERS, D. C., 1996, **Chemical principles of environmental pollution. 2 ed. CRC Press. 395 p** ALLOWAY, B.J., 1995, Heavy metals in soils. London, Blackie Academic. 368 p.
- ALMEIDA, A. F., DANTAS, B. P, MIOLA, D., EVANGELISTA, L. **Proposta de Atividade Contextualizada para o Ensino de Química com Abordagem Ambiental** . In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis. 2016.
- ANDRADE, D; SANTOS, A. O. & SANTOS, J. L. **Contextualização do conhecimento químico: uma alternativa para promover mudanças conceituais**. In. V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, São Cristóvão, UFS, 2011.
- ATSDR - **Agency for Toxic Substances & Disease Registry**. 2008. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/05list.html>>.



- ARLANCH, A. B.; FALKOWSKI, D. J.; SARTORI, R. A.; CONSOLIN, M. F. B.; MEDEIROS, F. V. S.; CONSOLIN FILHO, N.. **Estudo de teores de metais pesados em materiais escolares e possível contaminação ambiental e humana.** *Environmental Scientiae*, v.2, n.1, p.16-30, 2020.
- BARBOSA, L. D. S; PIRES, D. A. T. **A importância da experimentação e da contextualização no ensino de ciências e no ensino de Química.** *Revista CTS IFG Luziânia – Volume 2, número 1, 2016.*
- BAIRD, C. **Química Ambiental;** RÉCIO, M.A.L.; CARRERA, L.C.M. 2.ed. Porto Alegre. Bookman 2002.
- BRASIL. (2016). **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR.** 3º ED. Brasília, 396 p. Disponível em:<<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCCpublicacao.pdf>>. Acesso em : 15 de Nov 2017.
- COSTA, Jaqueline de Moraes; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. **O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar.** *Imagens da Educação*, v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013
- COUTINHO, C. P. **Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e Prática.** 2. ed. Coimbra: Edições Almedina, 2013.
- DIAS, C.L.; CASARINI, D.C.P. **Gerenciamento da qualidade de solos e águas subterrâneas. Relatório técnico de viagem à Holanda.** São Paulo: CETESB. p. 50, 1996.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org.). **Práticas interdisciplinares na escola.** São Paulo: Cortez, p. 33-35, 2011
- FAVARÃO, N. R. L.; ARAÚJO. C. S. A. **Importância da Interdisciplinaridade no Ensino Superior.** *EDUCERE*. Umuarama, v.4, n.2, p.103-115, jul./dez., 2004.
- FREIRE, P.; **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa,** Paz e terra: São Paulo, 2001.
- FURMAN, M. **O ensino de Ciências no Ensino Fundamental: colocando as pedras fundacionais do pensamento científico.** Vila Siqueira - SP: Sangari Brasil, 2009.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants.** Flórida: CRC Press, 1992. p. 365.
- KAFER, G. A.; MARCHI, M. I. **Aprendizagem sobre soluções por meio de atividades experimentais e construção de mapas experimentais.** *Ciência e Natura*, v. 38, p. 544-553, 2016.
- KLEIN, S. G; Braibante, M. E. F. **Poluição do solo por pilhas e baterias: Identificação de metais pesados em amostras de solos contaminados.** *REDEQUIM*, V2, N1, ABR, 2016.
- KOSNETT, Michael J. Arsênio. In: Kent R. Olson; Ilene B. Anderson et al. **Manual de Toxicologia Clínica.** Porto Alegre, 2014, p. 144-148.
- MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant Physiology.** Berlin: Springer-Verlag, 1995. 629 p.
- MOTA, F. A. C., SARGENTINI JUNIOR, E., SANTANA, G. P. Potencial de fitorremediação da *Alocasia macrorrhiza* para Co, Cu, Ni e Zn. *Scientia Amazonia*, 5 (1), 22-36, 2016
- NASCIMENTO, C.W. A.; XING, B. **Phytoextraction: a review on enhanced metal availability and plant accumulation.** *Scientia Agricola*, São Paulo, v. 63, p. 299–311, 2006.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, B.. **Aprender a aprender.** Lisboa: Plátano, 1999.
- OLIVEIRA, A.R. D. **Proposta metodológica para o ensino de Química através de projetos, em escola pública de Santa Rita PB** [manuscrito]/ Andreza Rodrigues de Oliveira- 2014. 61 p.
- Oliveira, V., Chamberlain, Z., Peres, A., Brandt, P. R., e Schwertl, S. L. (2012). **Desafios da Educação Em Engenharia: Vocação, Formação, Exercício Profissional, Experiências Metodológicas e Proposições.** (W. A. Bazzo, A. M. Tonini, V. Villas-Boas, L. C. de; Campos, e L. L. Loder, Eds.). Abenge e Edifurb.
- Paiva, M. R. F., Parente, J. R. F., Brandão, I. R., e Queiroz, A. H. B. (2016). **Metodologias Ativas De Ensino-Aprendizagem: Revisão Integrativa.** *Sanare*, 15(02), 145–153.
- Pio, M. C. S., Mota, F. A. C., Santana, G. P. Performance of constructed wetland in the decontamination of water contaminated with potentially



toxic metals: efficiency of the consortium *Pistia stratiotes* and *Alocasia machorrhiza*. **Review of Research**, 6, 1-7, 2017

RODRIGUES, V. **A importância dos metais na natureza e seu comportamento diante da química inorgânica: Apostila metais**. EBAH. Disponível em: <
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABWwAK>

/apostila-metais>2018.

Silva, T. J.; Hansted, F.; Tonello, P. S.; Goveia, D.* Rev. Virtual Quim., 2019, 11 (1), no prelo. Data de publicação na Web: 4 de fevereiro de 2019. **Fitorremediação de Solos Contaminados com Metais: Panorama Atual e Perspectivas de uso de Espécies Florestais**.

Rosário, L. O; Ferreira, J. L. A; Santos, R. O. S; Rodrigues, K, K, P; Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo. **PROPOSTA DE ENSINO INTERDISCIPLINAR: ABORDAGEM DE TEMÁTICAS DIVERSIFICADAS NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFPB, CAMPUS JOÃO PESSOA**. VI CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS COINTER-PDLV 2019.

Santos, C. H.; Garcia, A. L. O.; Calonego, J. C.; Spósito, T. H. N.; Rigolin, I. M.; **Potencial de fitoextração de Pb por mamoneiras em solo contaminado**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1427-1434, jul./ago. 2012

Siqueira, A. M. De O., Feijo, A. L. M. F., Prates, L. H. F., Pereira, G. M. DA C. (2013). **Estilos de aprendizagem e estratégias de ensino eem engenharia química**. In XI LACCEI Latin American and Caribbean conference for engineering and Technology (pp. 1-9) . cancon, México.

Siqueira-Batista, R., e Siqueira-Batista, R. (2009). **Os anéis da serpente: a aprendizagem baseada em problemas e as sociedades de controle**. Ciência e Saúde Coletiva, 14(4), 1183– 1192. Acesso em 06 de março, em <https://doi.org/10.1590/s1413->

1232009000400024

SOUZA MOL, G. **PESQUISA QUALITATIVA EM ENSINO DE QUÍMICA**. Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v.5, n.9, p. 495-513, dez 2017.

VASCONCELLOS, M. C.; PAGLIUSO, D.; SOTOMAIOR, V. S. **Fitorremediação: uma proposta de descontaminação do solo**. **Estudos Biológicos**. v. 34, n. 83, p. 261-7, jul./dez. 2012.

Vasconcellos, M. C.; Pagliuso, D.; Sotomaior, V. S. **Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo**. **Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade** 2012, 83, 261.

TAVARES, S. R. de L. **Técnicas Remediação**. In: TAVARES, S. R. de L. **Remediação de solos e águas contaminadas por metais pesados: conceitos básicos e fundamentos**. Joinville: Clube de Autores, 2013. cap. 2, p. 61-90.

Takahashi, E. K., e Cardoso, D. C. (2011). **Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 11(3), 185-208.

Valente, J. A. (2018). **A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia**. **Metodologias Ativas Para Uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**, (1970), 26–44.

VEIGA, A. O. **Utilização do estudo de caso como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de química**. Monografia (Trabalho de conclusão de curso)- Instituto federal de educação, ciência e tecnologia, Campo dos goyacazes, Rio de janeiro, 2016.

VOLPE, A. L. D; 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**. X CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, N.º EXTRAORDINARIO (2017).