



Contribuições do clube de ciências na educação e formação de alunos do ensino médio

Contributions of the science club in the education and training of high school students

Luma Sales Neto MACEDO

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro
lumas.macedo78@gmail.com

Natasha Xavier dos SANTOS

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro
natasha.xavier@gmail.com

Suelen Pereira CARMINATI

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro
natasha.xavier@gmail.com

Priscila TAMIASSO MARTINHON

Instituto de Química, Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das
Técnicas e Epistemologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro
pris-martinhon@hotmail.com

Maria de Lourdes SILVA

Instituto de Química, Programa de Mestrado Profissional em Química
Universidade Federal do Rio de Janeiro
lullua2@yahoo.com.br

Abstract. *Teaching of exact sciences can often be classified as difficult, uninteresting, and even, far from the reality of society. But what would happen if this teaching aroused in students the desire to put their scientific knowledge into practice to propose solutions for environmental and social problems? This paper reports, therefore, the contributions from the implementation of a sciences group in the training and education of high school students in a college located in the city of Rio de Janeiro; addressing how the group's experiences, the exercise of research, and the scientific, interdisciplinary and contextualized education influence and contribute to more meaningful science education and the training of students as citizens.*



Keywords: *Science Club. Science Teaching. Teaching Research. Teaching-Learning Process.*

Resumo. O ensino de ciências exatas muitas vezes pode ser classificado como difícil, desinteressante e, ainda, longe da realidade da sociedade. Mas o que aconteceria se esse ensino despertasse nos alunos o desejo de colocar em prática seus conhecimentos científicos a fim de propor soluções para problemas ambientais e sociais? Este trabalho relata, portanto, as contribuições da implementação de um clube de ciências na formação e educação de alunos do Ensino Médio em um colégio localizado na cidade do Rio de Janeiro, abordando como a vivência do grupo, o exercício da pesquisa, a educação científica, interdisciplinar e contextualizada influenciam e contribuem para um ensino de ciências mais significativo e para a formação dos alunos como cidadãos.

Palavras-chave: Clube de Ciências. Ensino de Ciências. Pesquisa do Ensino. Ensino-aprendizagem.

Recebido: 30/04/2023 Aceito: 29/10/2023 Publicado: 20/12/2023

DOI:10.51919/revista_sh.v1i0.309

1. Introdução

O ensino de química tem sofrido com problemas e dificuldades metodológicas e que, em boa parte se deve à utilização de metodologias inadequadas que dificultam o processo ensino aprendizagem dos discentes. A maneira como muitos professores introduzem e trabalham os conceitos das ciências da natureza em escolas do Ensino Médio tem se mostrado frequentemente ineficiente. Frações significativas dos alunos apresentam grandes dificuldades com os modelos tradicionais do ensino das ciências, representadas não apenas pela pobre compreensão dos conteúdos, mas também pela falta de conexão destes com o cotidiano da vida em sociedade.

Para Silva (2011), a metodologia inadequada é aquela que se baseia na transmissão de conteúdo e na memorização, justificando as principais dificuldades que o ensino de química tem sofrido. Segundo o autor, muitos professores se limitam a aulas teóricas tradicionais, em lugar de alterná-las com outras metodologias potencialmente mais interessantes aos discentes. As aulas e o ensino se tornam pesadas, desagradáveis e menos eficazes.

Para muitos alunos, o estudo de ciências, como representadas pela química, se resume apenas à memorização ou aprendizado mínimo necessário para alcançar nota satisfatória na avaliação. Não conseguem, portanto, perceber a relevância do conhecimento científico para uma melhor compreensão do mundo. Acompanhando esta problemática, a falta de diálogo e de integração entre as disciplinas. Sobre essas carências, no contexto da realidade do ensino brasileiro, Marília Freitas de Campos Pires (1998, p. 174) explica que:

A realidade do ensino no Brasil, em todos os níveis, é a convivência cotidiana com uma organização de ensino fragmentada e desarticulada, em que os currículos escolares são constituídos por compartimentos estanques e incommunicáveis, que produzem uma formação humana e profissional de alunos e professores insuficiente para o enfrentamento das práticas sociais que exigem formação mais crítica e competente. Este caráter fragmentado e desarticulado tem origem na exigência material de formação dos indivíduos que a sociedade moderna, com suas formas de organização social, impôs às instituições educacionais, inclusive à escola em todos os níveis.

Essa forma de ensinar, como a autora define, “fragmentada e desarticulada” contribui para a formação incompleta do aluno, estritamente conteudista. Os alunos, portanto, demonstram pouco interesse pelos conceitos propostos, estudando-os simplesmente para obter a nota desejada na disciplina; o processo de ensino-aprendizagem se torna simplista e ineficiente. Perde, assim, a missão de formar cidadãos capazes de se situarem na realidade social, e, sobretudo, na realidade em que vivem, tão necessárias ao desenvolvimento do pensamento, da capacidade de reflexão, da problematização como exercício prévio à criação de soluções a partir de ideias, pesquisas e relações complexas humano-meio.

Entendemos que as limitações do ensino conforme apresentadas hoje, por maiores e mais complexas que pareçam, podem ser amenizadas e até eliminadas ao se promover a incorporação da teoria e da prática no humano em sala de aula, nas relações mais diretas entre os professores e os estudantes, através das quais sejam apresentados os conhecimentos científicos essenciais para sua formação (GERPE *et al.*, 2017).

2. Algumas considerações teórico-práticas

Para pesquisadores em educação como Alessandra Meireles do Amaral e colaboradores (2018), e que vêm experimentando modelos e sistemas de aulas práticas para o ensino de química, ou seja, que já estão lidando com os frutos de um trabalho que se lança para além das aulas teóricas tradicionais, é evidente a necessidade de que o ensino de ciências transponha os limites destas velhas metodologias, demasiadamente conceituais e conteudistas, rompendo com o modelo de isolamento para com outras disciplinas, e para com a vida real, tão ineficientes para o preparo de alunos para a vida social (DO AMARAL *et al.*, 2018, p.89). Subjacente a estas práticas, segundo os autores, está a demanda por formar seres humanos pensantes, capazes de atuar de maneira relevante e responsável na sociedade em que vivem, olhando para o entorno com crivo crítico e atento aos problemas contemporâneos, do local ao global, e com a prontidão para agir, ao invés de fazê-lo como observadores passivos e indiferentes. O ensino deve explorar aspectos sociais, tecnológicos, científicos, políticos e ambientais, habilitando os alunos a fazerem uso de seus conhecimentos a fim de suprir necessidades e solucionar problemas vividos pela sociedade. Tornam-se, assim, a partir de perspectivas de coletivos que os integram, capazes de trabalhar de maneira colaborativa em grupo, respeitando as individualidades, mesmo em momentos de

divergências, exercitando e valorizando competências necessárias à vida e bem-estar em comunidade (DO AMARAL *et al.*, 2018, p. 89).

A renovação do ensino de ciências, segundo Paixão (2016), se insere num processo constante que busca melhorias e desenvolvimentos da qualidade da educação científica. Em suas bases, um ensino para além de dimensões técnicas, englobando aspectos sociais e históricos de forma contextualizada, e considerando ideias, saberes e competências de todos os envolvidos.

Corroborando os pressupostos apresentados por Paixão (2016) e Do Amaral e colaboradores (2018) trazemos aqui a experiência recente e resultados obtidos com dinâmicas no ensino de ciências adotadas em colégio do Rio de Janeiro no ano de 2019, em torno da criação de um clube de ciências. O clube foi criado por uma das professoras de ciências do colégio que, ao observar o interesse de alguns alunos em compreender melhor de que forma os conceitos estudados em sala de aula poderiam ser aplicados e utilizados para benefício da sociedade, propôs a formação de um grupo que se reuniria para discutir assuntos de importância social, científica, tecnológica e ambiental. Ao grupo caberia propor ideias, estratégias e até soluções para as problemáticas discutidas. Nessa perspectiva, portanto, o clube de ciências se insinuava como ferramenta didático- metodológica, capaz de trazer inovações no ensino de ciências para alunos do Ensino Médio. Além disso, o clube proporcionaria uma descentralização do papel do professor, tornando-o mediador do ensino- aprendizagem ao invés de um agente central e detentor do conhecimento, que transfere para seus alunos, passivos e inoperantes, tal conhecimento.

O conceito de mediação na aprendizagem foi introduzido por Lev Vygotsky (1896-1934), que afirma que a “mediação em termos genéricos é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 2002, p. 26). Desta forma, o professor no clube de ciências é posicionado como um agente de mediação entre o aluno e o conhecimento e o processo ensino-aprendizagem. Este professor se torna um facilitador e um cooperador do processo ensino-aprendizagem dos alunos que possuem papel ativo no processo, orientando-os e “caminhando ao lado e não à frente”.

Segundo OLIVEIRA (2002), para Vygotsky a relação estabelecida entre o homem e o ambiente em que vive não é uma relação direta, mas sim, uma relação mediada; e essas relações podem ser observadas também no ambiente escolar. Vygotsky, então, estabelece que a mediação, no tocante aos elementos pertencentes, ocorre através de instrumentos e signos. Os instrumentos são estabelecidos na perspectiva do trabalho realizado pelo ser humano, realizando a mediação entre o trabalhador e o objeto de trabalho.

Além das discussões e articulações verbais entre os participantes do clube de ciências, são realizadas, em laboratório ou mesmo na sala de aula, pesquisas e experimentos científicos com propósitos específicos. Desta forma, um medidor de pH utilizado para verificação da acidez de uma amostra de água coletada para análise pode ser considerado um instrumento de mediação entre o aluno e o objeto de trabalho do mesmo, facilitando o trabalho e a relação entre o

indivíduo e o mundo. Quanto aos signos, também chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”; estes são utilizados pelo ser humano de maneira análoga aos instrumentos, porém no âmbito psicológico, auxiliando os processos psicológicos humanos (OLIVEIRA, 2002, p. 30). Nessa perspectiva, a linguagem científica e até o significado da simbologia de elementos químicos ou das fórmulas matemáticas ou físicas utilizadas pelo grupo durante as pesquisas, auxiliam processos psicológicos, sendo também um fator unificador e facilitador da comunicação científica universal.

No clube de ciências, o processo de mediação ocorre em todas as esferas descritas acima. Além disso, saberes, habilidades e competências são empregadas e desenvolvidas à medida em que o grupo se reúne de maneira virtual ou presencial para desenvolver projetos, realizar as atividades de pesquisa experimental e não experimental, debater os resultados, entre outras atividades. A interação social e relacional entre o grupo promove também o desenvolvimento de habilidades e competências sociais como o respeito ao próximo, empatia, consideração à opinião e às ideias apresentadas por todos os participantes, ética e resolução de problemas. Oliveira (2002, p. 56) lembra que “o aprendizado está relacionado ao desenvolvimento”, segundo Vygotsky. O desenvolvimento decorreria de processos de maturação do próprio organismo do indivíduo, porém o aprendizado impulsionaria os processos de desenvolvimento. Esse processo, todavia, responde à interação do ser humano com o ambiente cultural, sendo, portanto, uma construção também sócio-cultural.

3. Formação, motivação e elementos metodológicos do clube de ciências

O clube de ciências aqui apresentado foi criado no ano de 2019 por um grupo de alunos do ensino médio e sua professora de ciências em colégio localizado na zona norte do Rio de Janeiro. A iniciativa da professora surgiu ao observar o interesse com que os alunos debatiam em aula acontecimentos recentes relacionados à poluição de efluentes, à qualidade da água que abastece as casas das populações no Brasil e à sustentabilidade. A professora, então, sugeriu que fosse criado um grupo formado por todos que tivessem interesse em discutir, refletir, pesquisar e aplicar os conhecimentos de ciências em favor da sociedade. Os alunos, muito empolgados, concordaram e passaram a se reunir com a professora a cada quinze dias no laboratório do colégio ou na sala de estudos. Durante os encontros, o grupo decidiu começar a pesquisar com mais afinco uma estratégia sustentável que pudesse solucionar a problemática ambiental da poluição de efluentes, bem como da qualidade de água que abastece as casas da população brasileira. A pesquisa nascente tinha como objetivo investigar, refletir e propor uma resolução dessa problemática. Os alunos contaram com a orientação da professora em todas as etapas, com os quais compartilhava sua experiência, opinião e referenciais para a pesquisa, bem como contribuía com ideias que pudessem potencializar as iniciativas de investigação criativa. Nessa primeira etapa, o clube era composto por seis alunos, a professora de ciências, um professor

estagiário de química e um técnico de laboratório, todos voluntários; que apresentavam diferentes propostas e ideias e propunham reflexões.

Com o passar do tempo o grupo optou por estudar o processo de fitorremediação que, segundo Tavares (2009) “é a tecnologia que faz uso de plantas e seus microrganismos associados” para realizar o tratamento de solos e recursos hídricos, por exemplo, tendo também “muito potencial para a limpeza eficaz e barata de uma larga escala de poluentes orgânicos e inorgânicos”. Os estudantes se dedicaram à técnica, com o auxílio de uma planta aquática. Por meio de testes qualitativos, verificaram a eficiência do tratamento da água de um rio da própria cidade. Diversas análises foram realizadas, dentre as quais condutibilidade, pH e detecção de íons, todas orientadas e mediadas pelos professores. Os resultados, as conclusões e as informações relevantes ao projeto eram computadas em um diário de bordo manual e virtual, ao qual todos os participantes podiam ter igual acesso, realizando contribuições, levantando dúvidas pertinentes e descrevendo detalhadamente cada etapa percorrida pelo grupo.

3. Contribuições do clube de ciências

O ensino através da pesquisa, segundo PAIXÃO (2016, p. 45), se constitui como uma modalidade que proporciona aos envolvidos a oportunidade de problematizar, refletir, debater, analisar, pensar criticamente de forma autônoma sobre situações e desafios enfrentados pela sociedade atual. Favorece ainda a organização de dados e informações que geram compreensão mais clara sobre a realidade. O clube de ciências foi desenvolvendo as pesquisas baseadas em problematizações da realidade e buscando respostas para estas. No processo, os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver as habilidades de argumentação significativa e coerente, assim como de organização das ideias e das informações. Uma das ferramentas que mediarão e auxiliaram o desenvolvimento dessas habilidades foi a elaboração do diário de bordo e de fluxogramas de projeto e processo. Estas foram ferramentas importantes, pois auxiliaram na organização dos procedimentos realizados em todas as etapas, os materiais utilizados, os resultados, e as informações adicionais pertinentes às etapas seguintes. Os estudantes, então, realizavam as atividades propostas, anotando os dados e resultados, para posteriormente discuti-los e propor conclusões e explicações plausíveis. Através da problematização da realidade e dos projetos desenvolvidos, os alunos também puderam aprofundar seus conhecimentos científicos, especialmente das ciências naturais, e adquirir novos conhecimentos. As atividades propostas e realizadas exigiram a aplicação dos conceitos estudados em sala de aula, além da busca e o estudo de novos conceitos relevantes ao projeto.

Ao participar também de eventos científicos, como feiras de ciências, os estudantes precisaram desenvolver habilidades e competências complementares como elaboração e composição de trabalhos e aprimoramento da escrita, num esforço de adequação às propostas do evento. No bojo destes treinamentos complementares, a organização de ideias, conceitos, dados e informações referentes ao projeto, bem como aprofundamento dos conceitos científicos

envolvidos. Quanto a apresentação oral do projeto os participantes puderam aperfeiçoar a capacidade de comunicação: eloquência, oralidade, argumentação e sustentação da pesquisa de maneira clara e coerente, vencendo diversas limitações como, por exemplo, a timidez, que sem dúvida foi um dos fatores cruciais a ser vencido.

Assim como em muitas atividades e trabalhos coletivos e colaborativos, o clube de ciências é formado por pessoas de diferentes idades, gêneros, áreas de conhecimento, formações e interesses diversos, níveis de escolaridade, bem como outras particularidades que agregam à diversidade. Desta forma, é de extrema importância buscar o desenvolvimento do equilíbrio em suas participações e de habilidades necessárias aos relacionamentos interpessoais saudáveis. Virtudes como paciência, respeito mútuo, empatia, cordialidade, pro atividade, companheirismo, tolerância, entre outras. Todas essas virtudes são de grande valia, não somente, em relacionamentos interpessoais no ambiente escolar, mas também em qualquer outro contexto de relacionamento interpessoal. Avaliando essas características do grupo de ciências pode-se compreender a aplicabilidade do que Oliveira (2002) afirma sobre a relação entre o aprendizado e o desenvolvimento, e como as interações sociais e culturais influenciam diretamente esse processo, ou seja, pode-se compreender tal processo como uma construção também sócio-cultural. De fato, através da convivência no clube de ciências, os integrantes puderam se desenvolver e auxiliar no desenvolvimento mútuo; os alunos receberam uma educação que foi além da ciência, com potencial para prepará-los para relacionamentos interpessoais futuros, em contextos diferentes, porém igualmente necessários e até desafiadores.

Os professores acompanharam os alunos oferecendo o apoio necessário, propondo também ideias, artigos e outros materiais de referência bibliográfica, ajudando a sanar dúvidas e orientando quanto às etapas dos projetos e sua execução, seja no âmbito teórico seja no prático. Os alunos assumiram papéis e funções autônomas, crítico- reflexivas; abrindo espaço para a criatividade, o reconhecimento do erro como inerente e necessário ao processo, novas ideias e concepções da realidade. A elaboração e o desenvolvimento das pesquisas realizadas pelo grupo se colocam como uma forma de “renovação do ensino de ciências”, como afirma Paixão (2016). Tal renovação favorece a formação de alunos enquanto cidadãos responsáveis, críticos, atuantes e preocupados em defender valores e conhecimentos não somente em prol de si mesmos, mas também da sociedade e do meio ambiente. Trabalhada no contexto dos projetos, acreditamos que a capacidade crítica estimulada dá ao estudante o alicerce para identificar e resistir a visões que se apresentam, na sociedade, deturpadas sobre a ciência e o conhecimento.

Mais uma vez, conforme preconizado por Vygotsky (OLIVEIRA, 2002), o diário de bordo, os equipamentos, materiais e reagentes utilizados em todas as etapas de testes, assim como a interpretação de dados e resultados e a linguagem simbólica e científica utilizada, se provaram como instrumentos e signos pelos quais a mediação no processo ensino-aprendizagem ocorre. Da mesma forma, a interação equilibrada, de respeito e de equidade entre os participantes, sejam alunos ou professores, se apresentou como uma aplicação prática da mediação dos

professores juntamente com seus alunos, valorizando as práticas de colaboração, facilitação e incentivo ao crescimento, desenvolvimento e aprendizado individual e coletivo.

No mesmo ano de sua formação, o grupo participou de eventos científicos, apresentando o projeto científico e até ganhando premiações. No ano de 2020, mesmo em meio a situações adversas e à impossibilidade de prosseguir o projeto na forma presencial, o grupo deu continuidade aos estudos iniciados no ano anterior, com encontros virtuais semanais; acrescentando novos projetos científicos ainda em desenvolvimento e participando de alguns eventos científicos, buscando constantes melhorias e aprendizados que contribuem para uma melhor formação científica, pedagógica e social. Além de alcançar novas perspectivas, o clube recebeu novos alunos integrantes e professores colaboradores de diferentes disciplinas e áreas científicas, tornando-se ainda mais dinâmico, interdisciplinar e com múltiplas singularidades enriquecedoras.

5. Sobre o uso da tecnologia em meio à pandemia COVID-19

Em 2020, devido à situação de saúde pública referente à pandemia do vírus Covid-19, o grupo foi impedido de prosseguir seus estudos de maneira presencial como de costume, porém decidiu continuar se reunindo semanalmente virtualmente através de plataformas de reuniões online, dando assim continuidade aos projetos de pesquisa e estudos. Nessa perspectiva o uso da tecnologia e da internet foi providencial e essencial para que o grupo pudesse realizar seu desejo de prosseguir, independente das circunstâncias adversas. A internet, então, passou a ser ainda mais utilizada como ferramenta de ensino pelo grupo, proporcionando não somente que a realização de encontros virtuais como também a integração de novos alunos e professores colaboradores interessados em somar com o grupo. Foi necessário que todos os participantes se adaptassem a uma nova realidade, com novos desafios a serem vencidos, novas estratégias a serem traçadas, novos aprendizados, inclusive referentes ao uso apropriado das plataformas de reuniões e apresentações, entre outras. O grupo, porém, não desanimou, tamanha a relevância e relação afetiva dos integrantes entre si e da própria significância que o grupo de ciências estabeleceu e continua estabelecendo. Considerando a sociedade em que vivemos e os avanços tecnológicos, proporcionar uma educação na qual alunos e professores possam aprender a fazer o uso consciente, responsável e criativo da internet a fim de promover um processo de ensino-aprendizagem ainda mais significativo, representa mais um avanço na educação.

6. Considerações finais

Através das vivências com o clube de ciências podemos afirmar seus desdobramentos positivos para o ensino de ciências a alunos do ensino médio, integrando as disciplinas e os saberes com problematizações reais, e abordando-as de maneira contextualizada na sociedade em que seus participantes vivem, e nas situações e desafios enfrentados daquele tempo e lugar.

Profissionais da área da educação no Brasil se empenham de forma incansável na busca constante de inovações e melhorias que proporcionem ensino mais significativo, com abordagens, metodologias, atividades e estratégias que tornem o processo de ensino-aprendizagem proveitoso na perspectiva do estudante. Nesse cenário, foi fundamental que os professores cooperadores e a professora responsável pelo clube de ciências se dispusessem, desde o princípio, a enfrentar os desafios e prosseguir em estratégias que permitissem aos alunos um ensino focado no processo ensino-aprendizagem, assim como na formação de alunos enquanto seres humanos autônomos, responsáveis, habilidosos, éticos e criativos, capazes de pensar criticamente, estabelecer conexões significativas entre os conceitos estudados no ambiente escolar e em meio a situações vividas em sociedade, gerando problematizações e propondo soluções para as mesmas, baseadas nos conhecimentos científicos, sociais, ambientais e tecnológicos. Estudantes se apropriaram da liberdade, embutida na proposta, para se expressarem e exercerem o pensamento crítico, reflexivo. Se mostraram mais conscientes da relação entre os conceitos científicos estudados e a realidade vivida, compreendendo a relevância de tais conceitos para a sociedade; entendendo melhor a responsabilidade e o papel ativo, pensante e crítico que possuem. Estudantes e professores motivaram-se uns aos outros em nome da educação e da ciência nesta experiência.

O clube de ciências se apresenta como uma das formas de renovar o ensino de ciências, distanciando-se do estilo de ensino tradicional, baseado na transmissão de conteúdo do professor para os alunos, que ainda predomina em muitas escolas brasileiras. Considerando os problemas da atualidade, relacionados às sociedades, à ciência, à tecnologia e ao meio ambiente, entendemos que promover um ensino relevante de ciências, enraizado nos contextos de realidade vivenciados pelos estudantes, é necessário e impositivo para a formação de alunos e cidadãos mais conscientes.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

DO AMARAL, A. M. et al. **Dessalinizador Solar Portátil: um artefato transdisciplinar**. Revista Conhecimento Online. Novo Hamburgo, v. 1, p. 88-110, jan. 2018. ISSN 2176-8501. Acessado em: 30 de abril de 2021.

GERPE, R.; JOSÉ FIGUEIREDO COELHO, F.; SANCHES ROCHA, A.; TOMIASSO - MARTINHON, P.; SOUSA, C. Educação Ambiental e o Ensino de Química: contextualização e construção de modelos. **Revista Scientiarum Historia**, v. 1, n. 1, p. 8. 11 maio 2017. Acessado em: 30 de abril de 2021.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. 4ª edição. São Paulo: Scipione, 2002. Acessado em: 30 de abril de 2021.

PAIXÃO, C. C. **Experiências docentes no clube de ciências da UFPA: Contribuições à renovação do ensino de ciências**. 2016. Tese Doutorado em Educação em Ciências- Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2016. Acessado em: 30 de abril de 2021.

PIRES, M. F. C. **Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino**. Interface - Comunicação, Saúde, Educação. UNESP, v. 2, n. 2, p. 173-182, 1998. Acessado em: 30 de abril de 2021.

SILVA, A. M. Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. Revista de Química Industrial, p. 7-12, 2011. Disponível em: < <http://www.abq.org.br/rqi/2011/731/RQI-731-pagina7Proposta-para-Tornar-o-Ensino-de-Quimica-mais-Atraente.pdf> >. Acessado em: 30 de abril de 2021.

TAVARES, S. R. L. **Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos**. 2009. Tese Doutorado em Ciências em Engenharia Civil- Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós- Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Acessado em: 30 de abril de 2021.