



PRISCILA MARTINS DE FREITAS

Estudo do teste *Allium cepa* como atividade experimental no ensino de química orgânica

Bagé

2016

M865e Martins de Freitas, Priscila
Estudo do teste Allium cepa como atividade experimental
no ensino de química orgânica/ Priscila Martins de
Freitas. 42 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Universidade
Federal do Pampa, QUÍMICA, 2016.

``Orientação: Tales Leandro Costa Martins".

1. Interdisciplinaridade. 2. Experimentação. 3. Ensino
de Ciências. I. Título.

PRISCILA MARTINS DE FREITAS

Estudo do teste *allium cepa* como atividade experimental no ensino de química orgânica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Tales Leandro Costa Martins

Coorientador: Prof. Nilo Eduardo Kerhwald

Bagé

2016

PRISCILA MARTINS DE FREITAS

Estudo do teste *allium cepa* como atividade experimental no ensino de química orgânica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado aos 13 dias de dezembro de 2016.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tales Leandro Costa Martins

Orientador (UNIPAMPA)

Prof. Dr. Márcio Marques Martins

(UNIPAMPA)

Prof. Dr. Elenilson de Freitas Alves

(UNIPAMPA)

Dedico este trabalho ao meu orientador que me incentivou e nunca deixou de acreditar no meu potencial, mesmo quando até eu duvidava. Sem o seu apoio e confiança não chegaria tão longe.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer ao meu psiquiatra, por questões éticas não citarei seu nome, sem ele e minhas “pílulas da felicidade” não teria condições psicológicas de chegar até aqui.

Ao meu professor, orientador, mestre e anjo da guarda Prof. Dr. Tales Leandro Costa Martins obrigada por acreditar no meu potencial, por me guiar ao longo da minha graduação com tanto esmero e paciência (principalmente paciência). Enfim, sem seu apoio, seus conselhos em forma de metáforas (algumas ainda não entendo) e todas as oportunidades que me proporcionou, eu não teria forças para concluir este curso (lembrando que ainda faltam algumas cadeiras).

Agradeço a meu pai Luiz Inocêncio Cardoso de Freitas (*In memoriam*), que infelizmente me deixou este ano, mas sei que está cuidando de mim onde quer que esteja. Seguir em frente, com um sorriso no rosto foi a melhor coisa que me ensinou, não irei decepcioná-lo.

“... Ao transferir bens materiais, o doador perde sua pose. Há, porém, alguns atributos intrínsecos que não podem ser transferidos de um indivíduo para outro, como a beleza e a coragem. O conhecimento, por outro lado, é algo tão importante que os deuses decidiram que o doador pode retê-lo mesmo que o tenha transmitido...”

Atribuído a Pitágoras de Samos,
520 ~a.c.

RESUMO

O presente estudo é uma proposta experimental para o ensino de ciências e química a qual integra temas geradores e a interdisciplinaridade junto às disciplinas de biologia e matemática. A proposta metodológica se dá através de um bioensaio com a espécie vegetal *Allium cepa*, que nos permite analisar o crescimento de suas raízes em solução. Neste caso utilizamos amostras de tabaco em solução aquosa em diferentes concentrações (1000, 500, 200, 100, 50 e 20 mg/50 mL), para avaliar o desenvolvimento das raízes de *allium cepa* observando o quanto o fumo é prejudicial para este organismo. Os resultados obtidos mostraram-se promissores para a execução do experimento e para fomentar debates em aula. A proposta de ensino-aprendizagem, desenvolvida nesse trabalho, apresenta os conceitos que podem ser abordados de forma interdisciplinar usando o tema gerador fumo e esta atividade experimental.

ABSTRACT

The present study is an experimental proposal for the teaching of science and chemistry which integrates generative themes and interdisciplinarity along the disciplines of biology and mathematics. The methodological proposal is given through a bioassay with the plant species *Allium cepa*, which allows us to analyze the growth of its roots in solution. In this case we used tobacco samples in aqueous solutions at different concentrations (1000, 500, 200, 100, 50 and 20 mg / 50 mL) to evaluate the development of the roots of *allium cepa* observing how much the smoke is harmful to this organism. The results obtained were promising for the execution of the experiment and for encouraging class discussions. The teaching-learning proposal, developed in this work, presents the concepts that can be approached in an interdisciplinary way using the generative theme smoke and this experimental activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento radicular após 168h em comparação ao controle.....	28
Figura 2 – Representação do crescimento radicular em função do tempo.....	29
Figura 3 – Moléculas orgânicas encontradas na solução aquosa de fumo.....	34
Figura 4 – Estrutura da molécula de Nicotina.....	35
Figura 5 – Estrutura das moléculas de Serotonina e Dopamina.....	36

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Análise do crescimento radicular em diferentes concentrações de fumo (cigarro) ao longo do tempo.....	24
Tabela 2 - Crescimento radicular em imersão do fumo a temperatura ambiente (Condição A).....	30
Tabela 3 - Crescimento radicular em infusão (100 °C) do fumo (Condição B).....	31
Tabela 4 - Diferentes amostras de fumo imersas em temperatura ambiente.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	16
2.1 Objetivos específicos.....	16
3. CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1 ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA	17
3.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA.....	19
3.3 INTERDISCIPLINARIDADE E TEMAS GERADORES	20
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 TESTE ALLIUM CEPA (TESTE BIOINDICADOR).....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5.1 Ensaio Allium cepa com FUMO	26
5.2.1 FUMO: COMPOSTOS E EFEITOS NOCIVOS.	35
5.2.2 A APLICAÇÃO NA QUÍMICA ORGÂNICA	37
5.2.3 INTERDISCIPLINARIDADE	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se que o Ensino de Ciências está cada vez mais ligado a uma variedade de práticas pedagógicas tais como a experimentação, as tecnologias da informação e comunicação, o uso do lúdico, da teatralidade, da construção de objetos de aprendizagem, da contextualização com temas geradores, entre outras tantas. Tais metodologias associadas aos conteúdos teóricos buscam contribuir para o processo de ensino-aprendizagem, contextualizar situações e, podem auxiliar na formação de cidadãos críticos e ativos na sociedade. Dentre estas, a experimentação, por meio de temas geradores, é um dos instrumentos que possibilita a problematização, a investigação e a reflexão de conteúdos científicos, colaborando assim com as atuais tendências do ensino de ciências na Educação.

Na educação básica o estudo na área de conhecimento das ciências naturais e exatas (química, física, biologia e matemática) é imprescindível para compreensão do meio ambiente e suas interações. Por serem de cunho experimental, necessitam ser trabalhadas de tal maneira para um melhor aprendizado teórico-prático. Porém a experimentação no âmbito escolar ainda é um desafio e existem diversas limitações. A dificuldade advém do espaço físico inapropriado, da falta de reagentes e equipamentos de segurança, bem como de profissionais aptos dentro das escolas. Em busca de soluções para esta problemática, educadores têm pesquisado diversas alternativas que transgridam o cenário disfuncional da educação em relação ao ensino científico e experimental.

A química como uma ciência fortemente empírica evolui através da compreensão de fenômenos “microscópicos” (em nível atômico-moleculares), portanto a prática experimental didática é tão importante no contexto escolar, meio através do qual pode-se aproximar o conhecimento abstrato de química para uma visualização concreta e real (em nível “macroscópico” da linguagem química) e, contextualizada à vida do aluno. Através da experimentação contextualizada o aluno também pode ser capacitado a analisar o ambiente ao redor de maneira crítica-reflexiva, aspecto que contribui na formação de sua cidadania.

O ensino de química descontextualizado não cumpre seu papel didático, sendo maçante e desconexo do mundo real na visão dos alunos, desmotivando-os e

tornando assim o aprendizado sem significado real. Para Abraham *et al.* (1997, *apud* Soares, 2013) a atividade experimental no ensino da química é uma importante ferramenta pedagógica, apropriada para despertar o interesse dos alunos, cativá-los para os temas propostos pelos professores e ampliar a capacidade para o aprendizado.

Dentre as áreas de conhecimento da química estudadas no ensino médio, a Química Orgânica é trabalhada na maioria das escolas de maneira teórica e desvinculada do cotidiano e de práticas experimentais. Uma das soluções encontradas por pesquisadores, da área do ensino, é o uso de temas geradores, onde professores e alunos podem relacionar questões do cotidiano com o conteúdo curricular. Assim, abrindo possibilidades para que o ensino-aprendizado de química orgânica seja construído juntamente com os alunos, de forma que eles sejam ativos na sua própria aprendizagem.

Ao trabalhar com temas geradores abre-se um leque de possibilidades, sendo uma das mais importantes a interdisciplinaridade, que correlaciona diversos conteúdos didáticos, de áreas diferentes do saber, para o enriquecimento do aprendizado teórico-prático. A inserção da interdisciplinaridade agrega conceitos que contribuem para a não fragmentação do conhecimento específico e para a formação de cidadãos capazes de compreender o seu meio de forma coesa.

Nesse contexto, o presente trabalho de conclusão de curso, busca relacionar atividades experimentais interdisciplinares e temas geradores, no ensino de química orgânica a partir da temática “Fumo”. Assim, investigamos a realização de uma atividade experimental utilizando um teste de toxicidade em organismo vegetal (o *Allium cepa*, de nome popular cebola) e o estudo das moléculas orgânicas presentes no tabaco (p.e.: a Nicotina). Estudou-se também a inserção de conceitos biológicos e matemáticos durante o desenvolvimento metodológico para a confecção da proposta pedagógica.

A apresentação deste trabalho está organizada da seguinte forma. No Item dois (2) apresentamos os objetivos que orientam nossas pesquisas. A seguir, no item três (3) apresentamos uma breve revisão da literatura que aborda os temas experimentação no ensino de ciências, interdisciplinaridade e os temas geradores e, o teste *Allium cepa*. O nosso quarto item refere-se à descrição das metodologias de pesquisa adotadas, onde descreveremos, por exemplo, o teste *Allium cepa* e suas

aplicações. Na quinta etapa, apresentamos os resultados e a análise dos mesmos, bem como a proposta pedagógica que emerge das nossas análises. Finalizaremos com a apresentação das considerações finais (item 6) e com sugestões para pesquisas futuras relacionadas ao tema. O referencial bibliográfico encerra os itens desse trabalho.

2. OBJETIVO

Avaliar a aplicabilidade do teste *Allium cepa* como atividade prática interdisciplinar, adaptado para o contexto da Química Orgânica no ensino médio, testando diferentes metodologias experimentais que possam auxiliar no processo de aprendizagem de conhecimentos científicos.

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar a aplicabilidade do teste *Allium cepa* investigando, a partir da toxicidade do fumo em diferentes condições, os resultados sobre o organismo bioindicador.
- Estimular o aprendizado da química orgânica, investigando as moléculas orgânicas no extrato aquoso de amostras de fumo - possivelmente envolvidas no resultado do teste bioindicador *Allium cepa* - que podem ser exploradas no contexto das aulas de química;
- Construir uma proposta de trabalho interdisciplinar, buscando agregar conceitos de química, matemática, biologia e toxicologia;

3. CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA

O desenvolvimento deste trabalho foi embasado em uma revisão bibliográfica sobre os principais temas abordados em nossa proposta de pesquisa. No seguimento deste item foram ressaltados os conceitos e concepções mais importantes, a fim de se desenvolver e analisar a ideia principal do trabalho. Este tópico foi dividido em seções de acordo com a abordagem do tema. A seguir apresentamos uma breve revisão da literatura que aborda os temas experimentação no ensino de ciências, interdisciplinaridade e os temas geradores e, o teste *Allium cepa*.

3.1 ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA

A educação a nível escolar tem por objetivo formar cidadãos capazes de atuar na sociedade, compreender o mundo físico, científico e tecnológico. A didática está em constante transformação para melhor adaptar-se a evolução social, com intuito de potencializar as habilidades de cada indivíduo.

As demandas do mundo moderno, já há algumas décadas, indicam a necessidade premente de democratização dos conhecimentos científicos e tecnológicos, no sentido de propiciar aos cidadãos uma melhor compreensão do seu habitat, para nele intervir de modo consciente e responsável (AULER; DELIZOICOV, 2001 *apud* VIECHENESKI, 2012). Para a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura – UNESCO (2005) a finalidade da ciência e da tecnologia merece ser destacada já que a Ciência fornece às pessoas, meios para entender o mundo e seu papel nele. O estudo da área de ciências requer métodos experimentais e investigativos que visem trabalhar o intelecto do estudante, fornecendo um cenário problemático em torno de conteúdos programáticos relacionados ao cotidiano, seja local, regional ou globalmente.

Nesse cenário o ensino de Ciências tem se tornado objeto de estudo de muitos pesquisadores, que observam os métodos trabalhados para a transmissão dos conhecimentos científicos com as novas gerações. A forma como os

conhecimentos científicos são apresentados pode ser determinante para o desenvolvimento dos sujeitos, bem como seu envolvimento em diferentes fases de escolaridade. O entendimento de conceitos científicos pode corroborar para que cidadãos tornem-se cientificamente conscientes do mundo ao seu redor. Pomeroy (1994) segundo Gondim e Mól (2008) apresenta algumas estratégias para a educação científica: explorar as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade dentro do contexto de vida dos estudantes; utilizar recursos locais e problemas locais para as problematizações; utilizar textos que abordem narrativas de descobertas científicas para desmistificar a ideia de ciência pronta e acabada. Estas estratégias remetem a utilização das situações sociais, que ocorrem fora do âmbito escolar, com intuito de sobrepor o conhecimento teórico estudado com a realidade do mundo concreto.

O trabalho proposto tem como foco a pesquisa no Ensino de Química e como pode ser utilizada pelos docentes tornando os conteúdos curriculares relevantes para os estudantes de Ensino Médio que estão preparando-se para atuar como cidadãos na sociedade.

A dificuldade de ensinar química é apontada pelo fato de ser uma disciplina abstrata que rotineiramente é desmembrada do cotidiano, tornando assim seu ensino-aprendizagem um desafio, em vista que os discentes veem como algo fora da realidade onde os conhecimentos adquiridos não serão utilizados na sua vida cotidiana. Para tentar superar a dificuldade no ensino de química surgiu uma reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB-9.394/97) que orienta a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Originou-se nas diretrizes que estão definidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais visam um ensino de química centrado na interface entre informação científica e contexto social. Pesquisadores entendem isso de maneira que a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido (SANTOS e SCHNETZLER, 1996). Entre os desafios, para superar deficiências, carências e equívocos, aponta-se a necessidade da convergência de toda a comunidade escolar em torno de um projeto pedagógico que faça a articulação não só das disciplinas de cada área, mas também de todas as áreas, tendo como objetivo central a realização dos objetivos educacionais da escola, a qualificação e promoção de todos os alunos (BRASIL, 1999).

3.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA

A atividade experimental é intrínseca à área de ciência, e consiste na etapa final para comprovação de teorias advindas de observações de fenômenos macroscópicos. Portanto, é seguro dizer que, sem prática não há descoberta.

A compreensão evolui através da experimentação, já defendia Aristóteles quando afirmava que “quem possui a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (ARISTÓTELES, 1979). Naquele tempo, já se reconhecia o caráter particular da experiência, sua natureza factual como elemento imprescindível para se atingir um conhecimento universal (GIORDAN, 1999). Pois a humanidade progride conforme seu avanço intelectual, isto se dá através do conhecimento do mundo ao seu redor.

Na educação de ciências/química pode-se dizer que a experimentação é o gatilho para o desenvolvimento intelectual agregado à compreensão do abstrato. A inserção da “experimentação didática” no ensino dá-se ao longo de reformas didáticas, com intento de auxiliar na formação de cidadãos capazes de atuar no mundo em que vivem de maneira crítica e racional. Porém a experimentação descontextualizada de problemática não oferece ao estudante informações suficientes para construção significativa de conhecimentos, ou seja, seguir um roteiro prático sem ter embasamento teórico e discutível não irá contribuir para o desenvolvimento cognitivo do discente.

Assim tem sido o ensino de ciências até hoje, pois após um longo período de descobertas e formulações teóricas, o conhecimento transmitido nas escolas é somente o resultado final destas pesquisas científicas, ou seja, o ensino de ciências tornou-se teórico e desvinculado de sua principal característica, a experimentação. Para reverter este quadro e inserir a experimentação de forma significativa no ensino de ciências/química várias metodologias vêm sendo pesquisadas. A atividade experimental pode ser compreendida como a atividade desenvolvida num ambiente criado para este fim, envolvendo-se os alunos em experiências de aprendizagem planejadas, interagindo com materiais para observar e compreender os fenômenos em questão através da experimentação (Moreira, Caballero e Saraiva-Neves, 2006).

O PCN também respalda a atividade experimental:

“... visa-se uma aprendizagem ativa e significativa, onde as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de ideias. Desta forma, os dados obtidos em demonstrações ou no laboratório devem permitir, através de trabalho em grupo, discussões coletivas, que se construam conceitos e se desenvolvam competências e habilidades.” (Brasil, 1999)

A citação acima demonstra como o ensino teórico-prático deveria desenvolver-se no âmbito escolar, porém a prática está longe desse modelo ideal. O presente trabalho visa buscar metodologias acessíveis para o professor aplicar em sala de aula, metodologias que venham de encontro com as atuais orientações nacionais e com as concepções sobre o Ensino de Ciências.

3.3 INTERDISCIPLINARIDADE E TEMAS GERADORES

A discussão sobre a temática da interdisciplinaridade tem sido tratada por dois grandes enfoques: o epistemológico e o pedagógico, ambos abarcando conceitos diversos e muitas vezes complementares. No campo da epistemologia, toma-se como categorias para seu estudo o conhecimento em seus aspectos de produção, reconstrução e socialização; a ciência e seus paradigmas; e o método como mediação entre o sujeito e a realidade. Pelo enfoque pedagógico, discutem-se fundamentalmente questões de natureza curricular, de ensino e de aprendizagem escolar (THIESEN, 2008).

A interdisciplinaridade no ensino tem como objetivo multidimensionar o currículo escolar, de modo que as disciplinas não sejam teoricamente isoladas, mas sim relacionadas entre si e estudadas de modo vinculado às problemáticas do cotidiano em cada contexto geográfico. Um dos métodos utilizados para realizar essa ligação entre disciplinas é através de **Temas Geradores**, os quais utilizam uma problemática real para debater sobre conteúdos curriculares.

Os temas geradores são temas que servem ao processo de codificação-decodificação e problematização de situações de ensino-aprendizagem. Eles permitem concretizar, metodologicamente, o esforço de compreensão da realidade vivida para alcançar um nível mais crítico de conhecimento dessa realidade, pela experiência da reflexão coletiva da prática social real. Esse é o caminho metodológico: o trabalho educativo dispensa, pois, um programa pronto e as

atividades tradicionais de escrita e leitura, mecanicamente executadas. A avaliação é um processo coletivo cujo foco não é o 'rendimento' individual, mas o próprio processo de conscientização. O diálogo é, portanto, o método básico, realizado pelos temas geradores de forma radicalmente democrática e participativa (TOZONI-REIS, 2006, *apud* COSTA e PINHEIRO, 2013).

Diante dessa necessidade, percebe-se que o ensino de Química precisa ser tratado dentro de uma perspectiva social, na qual o trabalho do educador prime pela consciência do papel político do ato de ensinar, assumindo a sua posição como professor crítico a serviço de uma classe social, estando assim engajado na tarefa de transformação da sociedade e do modo de produção (COSTA *et al*, 2014).

Temas geradores visam confrontar uma problemática, mundial, regional ou local relacionada à sociedade. Assim o principal desafio do ensino da química no que se refere à aquisição de conhecimento e que esta seja trabalhada de forma a desfragmentar as informações isoladas, através da qual os alunos passarão a ver o mundo de forma diferente de modo que o mesmo vai se mostrar articulado ao conhecimento químico (FARIAS *et al.*, 2010).

A partir da proposta de Temas Geradores de Freire (1987), muitos trabalhos foram pesquisados e aplicados no meio educacional. Segundo Aquino, Santos e Santos (2011) a utilização de temas geradores aliados ao ensino de Química constitui-se como uma viável alternativa à otimização do processo educativo, uma vez que torna a química mais aplicável. Em seu trabalho, Aquino trás a temática beleza e a utilização de produtos químicos que trazem risco a saúde, como o formol.

O tema gerador proposto no presente trabalho é o fumo, o qual causa males à saúde humana por conter nicotina, composto químico que causa dependência e aumenta os riscos de doenças fatais. Explorar um tema gerador desperta a curiosidade e estabelece relações entre os conceitos a serem trabalhados e a problemática social. O tabaco constitui um desafio não só para os serviços de saúde, mas também para o desenvolvimento econômico, social, educacional e ambiental (MACHADO, ALERICO e SENA, 2007 *apud* SCHMITT, 2013).

Após a abordagem dos tópicos anteriores nota-se a importância da pesquisa em torno de metodologias que obtenham uma melhora no ensino/aprendizado na

área das ciências/química. Foram escolhidas duas didáticas que irão embasar nossa proposta experimental, são elas: interdisciplinaridade e temas geradores.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso representa uma pesquisa do tipo empírica e exploratória (CERVO e BERVIAN, 1996). A pesquisa empírica (experimental) caracteriza-se por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo, o que proporcionará a investigação da relação entre causas e efeitos de um determinado fenômeno. Nesse caso representa as atividades experimentais com o teste bioindicador a ser investigado. A pesquisa empírica não é autossuficiente, ela não se sustenta dissociada da teoria que é fundamental para sistematizar o conhecimento produzido. A pesquisa exploratória conduzirá os estudos exploratórios do trabalho destinados ao levantamento do material necessário para a investigação, sejam eles, por exemplo, de cunho conceitual sobre os tópicos a serem estudados. Esta pesquisa (de cunho bibliográfico) serve para dar fundamento aos experimentos realizados e dados observados, bem como para dar suporte às abordagens na área de ensino de ciências (Química, Biologia e Matemática).

Conforme exposto nos objetivos, a proposta consiste na adaptação de uma atividade experimental contextualizada para o ensino médio de química que visa desenvolver uma dinâmica em torno do tema fumo no contexto dos conteúdos de química orgânica. Para tanto, a proposta experimental deste trabalho é utilizar o teste bioindicador *Allium cepa* como metodologia de ensino também na área química. O presente trabalho buscou analisar a melhor forma para aplicação em sala de aula. O procedimento experimental para execução do teste, bem como suas aplicações são descritos a seguir.

4.1 TESTE *ALLIUM CEPA* (TESTE BIOINDICADOR)

Testes bioindicadores são utilizados para monitorar o nível de poluição em ecossistemas através da utilização de organismos teste, sendo animal ou vegetal. Os organismos vivos são capazes de produzir um conjunto de informações sobre biodisponibilidade de substâncias contaminantes assim como sobre sua transferência para a cadeia alimentar, o que faz dos bioindicadores e biossensores ótimas referências para avaliação da toxicidade (ARRAES & LONGHIN, 2012).

Segundo César *et al.* (1997) pode-se determinar o tempo e as concentrações em que o agente químico ou poluente é potencialmente prejudicial através dos testes toxicológicos com tais organismos vivos.

Neste trabalho o teste utilizado foi o teste *Allium cepa*, que utiliza a cebola como bioindicador já que este vegetal desenvolve suas raízes em meio aquoso através dos nutrientes necessários disponíveis ao seu crescimento e desenvolvimento natural. Este teste é muito utilizado para monitoramento ambiental de cursos naturais d'água, com o qual é possível observar se há contaminantes pela inibição macroscópica do desenvolvimento das raízes e pela análise da divisão celular microscópica das células meristemáticas do vegetal.

A indicação macroscópica de toxicidade pode ser observada através dos seguintes parâmetros: inibição do crescimento das raízes; turgescência; tumores; endurecimento e ou mudança de cor. Segundo Carneiro (2004), o biomonitoramento é um método experimental que permite avaliar a resposta de organismos vivos à poluição, oferecendo vantagens como: custos reduzidos, eficiência para o monitoramento de áreas amplas e por longos períodos de tempo, também, avaliação de elementos químicos em baixas concentrações ambientais.

O bioensaio realizado com o *Allium cepa* vem sendo explorado no meio científico em vista do monitoramento ambiental em cursos hídricos (CUCHIARA, 2012), sendo um teste eficaz também para identificação de possíveis agentes toxicológicos em ensaios diretos com os compostos puros ou com misturas complexas. Outra vantagem do teste de *Allium cepa* é a possibilidade de expor o organismo-teste diretamente para misturas complexas sem tratamento prévio da amostra (LEME & MARIN-MORALES, 2009).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) define que a toxicidade é uma propriedade inerente à substância que produz efeitos danosos aos

organismos expostos durante um determinado tempo, a uma concentração específica; esses efeitos adversos podem ser imobilidade, mortalidade, inibição da reprodução e redução do crescimento dos organismos teste.

Se a concentração do produto for baixa ou o tempo de contato for insuficiente o efeito pode não ser adverso, sendo que altas concentrações poderão ter efeitos prejudiciais em tempos de exposição extremamente curtos ao passo que pequenas concentrações geralmente produzem efeitos crônicos sub-letais e, até mesmo, letais durante longos períodos de exposição (CARNIATO et al., 2007).

Testes de mutagenicidade utilizando-se *Allium cepa* são realizados desde o final da década de 30 e foram padronizados por Fiskejö (1985). Esse teste constitui um ensaio muito sensível e confiável para monitoramento ambiental. Ele é baseado na avaliação do potencial genotóxico e mutagênico de substâncias químicas em espécies do gênero *Allium*, onde se registra as alterações na atividade mitótica (mudanças no índice mitótico); anormalidades mitóticas e aberrações cromossômicas em células meristemáticas das raízes dessa planta (VIDAKOVIC-CIFREK et al., 2002; HOSHINA, 2002; MATSUMOTO, 2004; VENTURA, 2004; FERNANDES, 2005).

A espécie é indicada pela sua elevada sensibilidade e excelente correlação com outros sistemas-teste, principalmente com os de mamíferos, fator relevante para avaliação mais minuciosa de riscos ambientais, bem como para análise de outros organismos alvos, como, por exemplo, o homem (FISKESJO, 1985).

Segundo AMARAL (2007) o uso de *Allium cepa*, além das razões expostas, se dá pelo fato de que as células da raiz constituem um sistema conveniente tanto para parâmetros macroscópicos (crescimento, deformidade), quanto para parâmetros microscópicos (aberrações cromossômicas).

A raiz é comumente a parte da planta que entra em contato com os poluentes do solo ou da água. A observação do sistema-teste do crescimento radicular tem mostrado que essa planta é bastante sensível quando da presença de contaminantes ambientais (substâncias solúveis em água) (FISKESJO, 1995).

O procedimento experimental utilizado neste projeto consiste numa técnica que implica na imersão das raízes do vegetal na solução a ser investigada. No presente estudo, as soluções foram preparadas por imersão e/ou infusão de amostras de fumo em diferentes concentrações (m/v), para assim analisar os efeitos toxicológicos dessa planta no teste em questão. Utilizou-se amostras de fumo

provenientes de cigarros, fumo em pacote e fumo em rolo, vendidos no comercio. Para o teste é aconselhado o uso de cebolas de tamanho pequeno, uniforme, de mesmas origens, não germinadas e saudáveis. Os bulbos (18-26g) foram adquiridos comercialmente de supermercados e mantidos em local livre de umidade e ao abrigo da luz.

Os bulbos são postos a germinar sobre recipientes apropriados, neste caso utilizaram-se béqueres, com a parte inferior mergulhada na solução teste. Os extratos consistem em quantidades diferentes da amostra (em gramas) em 50 mL de água destilada, além do teste positivo realizado imerso somente em água da torneira. O tempo de germinação foi avaliado ao longo de sete (07) dias.

Em nossa pesquisa analisamos os resultados em diversos tempos de leitura, visando o acompanhamento do experimento e a adaptação do método para o contexto da sala de aula. Após este período segundo Carneiro e Silva (2007) o procedimento usado para medida das raízes é o crescimento da maior raiz de cada bulbo dentro do recipiente de cultivo. Assim obtemos valores relativos (percentagem de crescimento em relação ao controle) e não valores absolutos. Este tipo de medida é realizado em pouco tempo, além de permitir a continuidade do experimento.

Segundo Fiskesjo (1985), este método é o mais recomendado por sua praticidade e porque não difere estatisticamente da medida individual de cada raiz de um bulbo, também passível de uso. O trabalho em questão analisou somente os parâmetros macroscópicos para avaliar a toxicidade do fumo em meio aquoso. Os ensaios foram realizados com diferentes concentrações, diferentes amostras de fumo e condições experimentais no preparo das soluções. Os dados são comparados entre si, visando à discussão dos resultados bem como vislumbrando a adaptação para o contexto escolar.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Ensaio *Allium cepa* com FUMO

Apresentamos a seguir os resultados dos estudos realizados avaliando-se diferentes amostras de fumo, concentrações e condições de realização do experimento.

Estudo de diferentes concentrações de fumo (cigarro);

Para análise do desenvolvimento radicular primeiramente investigamos diferentes concentrações de fumo imersas, para que assim fosse possível determinar as melhores condições visuais de crescimento e a sensibilidade do organismo teste. Realizamos testes com seis diferentes quantidades (1 g, 0.5 g, 0.2 g, 0.1 g, 0.05 g e 0.02 g). Os testes foram acompanhados por 7 dias e mediu-se o crescimento radicular em milímetros. A tabela 1 apresenta os dados obtidos.

Os experimentos foram realizados em triplicatas, assim pode-se calcular a média de crescimento dos bulbos em cada concentração (Tabela 1). Observando estes valores analisamos as melhores concentrações para serem trabalhadas. Na solução com 1000 mg de fumo o crescimento foi de 5,3 mm em 7 dias, portanto esta concentração foi descartada por não ter desenvolvimento visual relevante. Já na menor concentração analisada, 20 mg, as raízes tiveram média de 53 mm ao final dos 7 dias de exposição à solução. O desenvolvimento foi considerado bom, neste caso, e manteve-se abaixo do controle (teste positivo).

Conforme a tabela os experimentos foram realizados em triplicatas, assim pode-se calcular a média de crescimento dos bulbos em cada concentração. Observando estes valores analisamos as melhores concentrações para serem trabalhadas, em 1000mg de fumo o crescimento foi de 5,3 milímetros em 7 dias, portanto esta concentração foi descartada por não ter desenvolvimento visual relevante. Já na menor concentração analisada, 20 mg, as raízes tiveram média de 53 milímetros ao final dos 7 dias de exposição à solução. O desenvolvimento foi considerado bom, neste caso, porém manteve-se abaixo do controle (teste positivo).

TABELA 1 - Análise do crescimento radicular em diferentes concentrações de fumo (cigarro) ao longo do tempo.

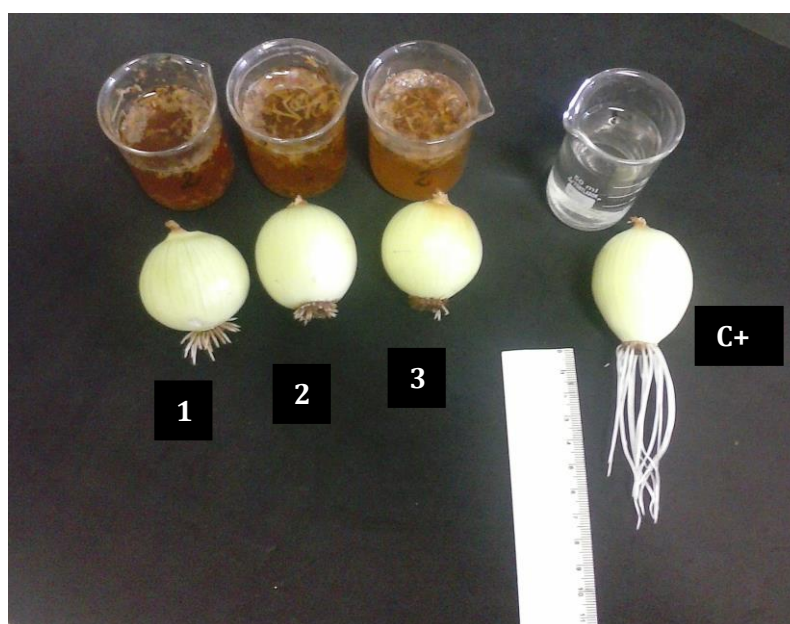
mg/ 50ml	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
1000mg	0	2	3	4	Sáb.	Dom.	7
	3	3	3	3	-	-	5
	2	2	2	2	-	-	4
Média	1,7	2,3	4	3	-	-	5,3
500mg	3	5	6	7	-	-	12
	1	3	3	3	-	-	4
	1	3	4	6	-	-	15
Média	1,7	3,7	6,5	5,3	-	-	10,3
200mg	5	7	9	10	-	-	32
	6	9	12	12	-	-	33
	8	10	12	13	-	-	19
Média	6,3	8,7	11	11,7	-	-	28
100mg	5	Sáb.	Dom.	20	25	29	32
	3	-	-	15	16	24	27
	4	-	-	14	17	20	21
Média	4	-	-	13,7	19,3	24,3	27,4
50mg	1	4	10	12	Sáb.	Dom.	63
	8	12	16	18	-	-	57
	8	11	16	18	-	-	34
Média	5,7	9	14	16	-	-	51,3
20mg	10	14	19	36	-	-	55
	3	7	13	36	-	-	54
	10	19	31	25	-	-	50
Média	7,7	13,3	21	32,3	-	-	53
Controle	7	14	27	38	-	-	82
	10	21	35	43	-	-	75
	7	19	37	45	-	-	86
Média	8	18	33	42	-	-	81

Como esperado conforme a concentração de fumo diminui em solução o *Allium cepa* consegue desenvolver-se, porém não mais que o controle positivo do teste (água de abastecimento público) o que indica que os compostos liberados em solução aquosa retém o crescimento normal do vegetal. Com relação ao controle positivo, Arraes e Longhin (2012) realizando o mesmo teste com água de abastecimento público descrevem o crescimento radicular em 96 h sendo de 35,8 mm. Em nosso teste obtivemos o controle positivo com crescimento de 45 mm, o

que nos mostra um resultado satisfatório visto que não houve crescimento inferior quando comparado ao controle da referência acima citada.

O teste realizado neste trabalho foca no desenvolvimento das raízes, porém há outros parâmetros macroscópicos observados, como raízes escurecidas, intumescimento, baixo crescimento e crescimento disforme. A figura 1 nos mostra o final de um teste, ou seja, o desenvolvimento de raízes em 168 h (7 dias).

FIGURA 1 - Crescimento radicular após 168h em comparação ao controle



Fonte: Autor

Observando as cebolas 1, 2 e 3 nota-se o pequeno desenvolvimento radicular em comparação ao controle (C+). Os parâmetros macroscópicos citados acima também podem ser observados neste teste, como na cebola nº 3 onde temos baixo crescimento e disforme. Já na nº 1 temos pouco crescimento, mas uniforme, observa-se também a coloração das raízes, que apresentam um tom mais escuro em comparação ao controle que exibe raízes brancas e saudáveis. Estes são outros parâmetros observáveis no teste e que podem ser discutidos, pois é importante que os bulbos tenham um crescimento uniforme. Neste caso, o bulbo de nº 3 seria descartado da análise pelo seu crescimento baixo e disforme, o que pode indicar problema do próprio vegetal.

Abaixo apresentamos o gráfico referente à tabela de concentrações, no qual a visualização do crescimento em cada concentração é representada por uma reta em função do tempo.

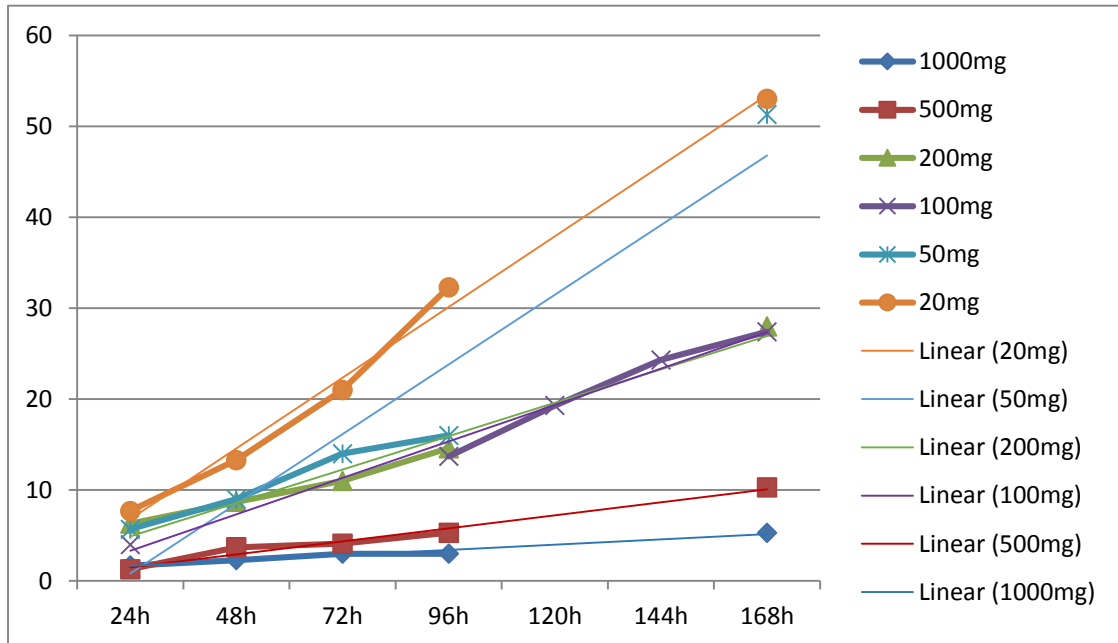


FIGURA 2- Representação do crescimento radicular em função do tempo.

Observamos a inclinação das retas conforme a quantidade de fumo imersa em 50 mL de água. Na maior quantidade de fumo (1000 mg) quase não há inclinação na reta de tendência, já na quantidade de 20 mg (menor massa) temos uma maior inclinação. De um modo geral observa-se que quanto menor a concentração maior a inclinação da reta e quanto maior menor será a inclinação. Sinalizando a partir do gráfico que confirmamos na tabela, quanto maior a concentração maior a inibição da raiz do vegetal.

Com base na observação gráfica desses resultados nas seis concentrações, selecionaram-se três para dar continuidade a sequência de testes. A seleção das três concentrações baseou-se no parâmetro visual de crescimento radicular, onde o teste mais concentrado não obteve uma média relevante, sendo assim descartado para a sequência. Observamos então os que obtiveram bom desenvolvimento visual, que comparados uns com os outros e com o controle fosse visível à disparidade do crescimento das raízes. Acerca da análise, para os demais estudos, foram

selecionadas as concentrações de 200 mg, 50 mg e 20 mg. A sequência dos testes será apresentada a seguir.

Estudo de diferentes condições do extrato de fumo (cigarro);

Com a definição das três concentrações, demos seguimento aos testes modificando as condições para extrair os compostos do fumo. O intuito de modificar as condições serve para analisar a alteração no crescimento radicular. Realizamos ensaios com imersão do fumo em água na temperatura ambiente (experimentos apresentados anteriormente), infusão com água a 100 °C e imersão em álcool 47%. No experimento com infusão após aquecimento a solução foi resfriada até chegar à temperatura ambiente, para que assim os bulbos fossem postos para germinar. As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados obtidos nestas condições.

TABELA 2 – Crescimento radicular em imersão do fumo a temperatura ambiente (Condição A).

	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	144 h	168 h
	5	7	9	10	Sáb.	Dom.	32
200mg	6	9	12	12	-	-	33
	8	10	12	13	-	-	19
Média	6,3	8,7	11,0	11,7	-	-	28,0
	1	4	10	12	-	-	63
50mg	8	12	16	18	-	-	57
	8	11	16	18	-	-	34
Média	5,7	9,0	14,0	16,0	-	-	51,3
	10	14	19	36	-	-	55
20mg	3	7	13	36	-	-	54
	10	19	31	25	-	-	50
Média	7,7	13,3	21	32,3	-	-	53,0

TABELA 3 - Crescimento radicular em infusão (100 °C) do fumo (Condição B).

	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	144 h	168 h
	6	10	13	15	-	-	36
200mg	4	5	6	10	-	-	18
	4	6	8	9	-	-	20
Média	4,7	7,0	9,0	11,3	-	-	24,7
	12	17	24	26	-	-	60
50mg	2	5	9	10	-	-	65
	11	15	20	23	-	-	47
Média	8,3	12,3	17,7	19,7	-	-	57,3
	7	12	16	18	-	-	20
20mg	11	16	20	20	-	-	60
	11	15	24	26	-	-	70
Média	9,7	14,3	20,0	21,3	-	-	50,0

Observando as médias das concentrações nota-se a diferença no crescimento. Na quantidade de 200 mg na condição A temos 28 mm em comparação a 24,7 mm na condição B. A hipótese desta diferença é que o fumo em infusão possivelmente libera mais compostos em solução que seriam prejudiciais ao desenvolvimento do vegetal. Porém observamos que a 50mg em infusão apresentou valor maior que em imersão. Ao analisarmos os dados gerais verifica-se que esses valores de diferenças são relativamente pequenos (de 3-4 mm), sendo que o valor de 50mg apresenta diferença de 6 mm. Podemos considerar estes valores muito próximos, não representando a tendência. A sugestão é que o teste com 50 mg deveria ser repetido.

Estudo da infusão de diferentes amostras de fumo em Etanol (Condição C):

Na condição C não houve desenvolvimento radicular, por isso a ausência de tabela, isto pode ser explicado pela elevada concentração de álcool (47%), já que realizamos adicionalmente um teste em branco, ou seja, a raiz imersa somente no álcool, sem o fumo. O teste em branco também não apresentou desenvolvimento das raízes, indicando que a concentração do álcool impossibilitou o crescimento e não o fumo ou o efeito de maior extração de substâncias/compostos do mesmo.

Estudo de diferentes amostras de fumo em temperatura ambiente;

O objetivo deste teste é comparar o crescimento em função da amostra de fumo utilizada em água na temperatura ambiente.

Condição A – imersão de fumo (cigarro, pacote e rolo)

TABELA 4 - Diferentes amostras de fumo imersas em temperatura ambiente

Amostras/ condições		24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	144 h		168 h
							Sáb.	Dom.	
Cigarro T.A	200 mg	6,3	8,7	11,0	11,7	-	-	28,0	
	50 mg	5,7	9,0	14,0	16,0	-	-	51,3	
	20 mg	7,7	13,3	21	32,3	-	-	53,0	
Pacote T.A	200 mg	2,5	3,3	5,1	7,6	-	-	15,6	
	50 mg	2,5	8,0	12,0	17,0	-	-	38,0	
	20 mg	10	13,6	20,3	23,6	-	-	50,3	
Rolo T.A	200 mg	3,5	11	30,6	38	-	-	44,3	
	50 mg	3,5	8,6	26	35,5	-	-	45,3	
	20 mg	7	11,6	35	37,5	-	-	53,6	

A tabela nos mostra três tipos de fumo e sua média de crescimento ao longo de 168h. Observando as médias finais temos o fumo em rolo obtendo maior crescimento radicular e o fumo em pacote com menor desenvolvimento. A hipótese desta diferença pode estar relacionada à cura do fumo, ou seja, o tratamento que as folhas são submetidas antes da comercialização. O processo de secagem, ou cura, é essencial para conferir ao fumo características específicas de sabor e aroma. No processo de cura, além da perda da água e da mudança de cor, as folhas sofrem

uma série de transformações bioquímicas que definirão o sabor específico de cada fumo. O fumo Virginia é curado em estufas de alvenaria com a utilização de lenha proveniente de florestas energéticas como fonte de calor. Após a cura, este fumo deve ficar com a forma alaranjada. O fumo Burley é curado em galpões com as laterais parcialmente fechadas para que o ar natural circule, retirando a umidade das folhas. Este fumo fica com a cor castanha. Depois de curado, o fumo é armazenado em paióis, onde aguarda a comercialização (Fonte: INDÚSTRIA SOUZA CRUZ).

A partir dessas informações notamos que cada tipo de fumo é curado de maneira distinta, sendo assim alguns podem conter mais compostos orgânicos como ácido cítrico, ácido málico e até mesmo maior quantidade de alcatrão e nicotina.

Estudo comparativo de amostras de fumo (cigarro e pacote) sob aquecimento;

O último teste trás uma comparação de dois tipos de fumo em aquecimento. Segundo Olivetti (2013) a infusão de suas folhas é utilizada como insetífuga, e, quando dessecadas, as folhas constituem o fumo ou o tabaco. Possuem diversas variedades e subespécies utilizadas na produção de cigarros, charutos, etc. Nosso objetivo é analisar se os tipos de fumo influenciam no crescimento das raízes, pois cada amostra é curada de maneira diferente para ser comercializada. Este fato pode influenciar na sua toxicidade. Abaixo a tabela 5 nos mostra os resultados obtidos através do experimento.

TABELA 5 - Condição B (Fumo Cigarro)

Amostra\Condições		24h	48h	72h	96h	120h		144h	168h
						Sáb.	Dom.		
Cigarro	200 mg	4,7	7,0	9,0	11,3	-	-	-	24,7
	AQ	50 mg	8,3	12,3	17,7	19,7	-	-	57,3
		20 mg	9,7	14,3	20,0	21,3	-	-	50,0
Pacote						Sáb.	Dom.		
	200 mg	3,0	3,5	5,0	-	-	-	6,5	9,0
	AQ	50 mg	1,5	5,0	8,5	-	-	11,0	19,0
	20 mg	2,3	4,0	6,3	-	-	16,7	25,0	

Analisando as médias da tabela observamos que a solução que contém o fumo proveniente do cigarro desenvolve muito melhor que o fumo em pacote. A

média em 20 mg duplica no fumo em cigarro. A hipótese para estes resultados discrepantes pode estar na cura do fumo, ou seja, a maneira como ele é previamente tratado antes da comercialização. O fumo em pacote pode ser mais solúvel em água sob aquecimento, liberando mais compostos para solução que acabam por aumentar a inibição do crescimento radicular.

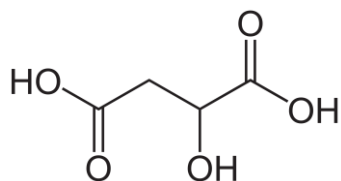
5.2 Propostas para o Ensino de Química

Com os resultados apresentados e discutidos podemos agora fazer a ligação no ensino, falamos sobre fumo, soluções, gráficos, tabelas e desenvolvimento de organismo vegetal.

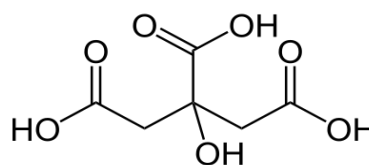
O fumo como tema gerador possibilita trabalharmos com química orgânica, no estudo das diversas moléculas encontradas neste composto. Lay-Keow, Lafontaine e Vanier (2004) trazem em sua pesquisa moléculas orgânicas que são extraídas do fumo em solução aquosa. Abaixo estão as moléculas encontradas em solução aquosa de fumo, pelo autor acima citado.

As moléculas apresentadas na figura 2 podem ser trabalhadas pelo professor de química que pode trabalhar por grupos funcionais e como identificá-los, temos diversos grupos nas moléculas apresentadas, como álcool, ácido carboxílico, fenóis, entre outros. Além disso, a temática fumo gera uma série de subtemas como toxicidade e malefícios do fumo, que podem ser implementados em discussões de sala de aula.

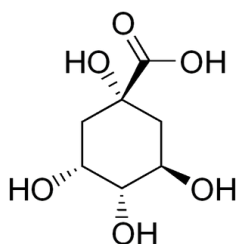
FIGURA 2: Moléculas orgânicas encontradas na solução aquosa de fumo



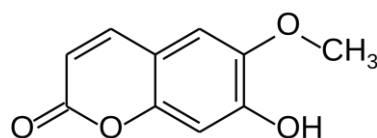
Ácido Málico (1)



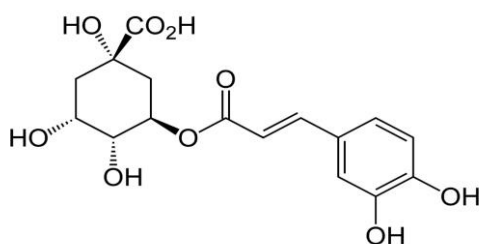
Ácido Cítrico (2)



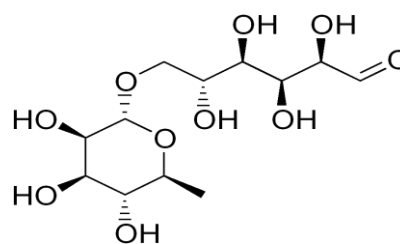
Ácido Quínico (3)



Ácido Escopoletina (4)



Ácido Clorogênico (5)



Rutinose (6)

No contexto experimental temos o teste bioindicador, parte biológica que pode ser explorada interdisciplinarmente pelo professor de biologia. Pode ser trabalhado o conteúdo sobre divisão celular, caso a escola possua microscópio é possível analisar as células das raízes.

Na análise dos resultados, tem-se a construção de gráficos e tabelas o que nos direciona para o contexto matemático do teste. Através do gráfico o professor pode inserir conceitos matemáticos como: construção gráfica, equação da reta e plano cartesiano. O ideal é que os próprios alunos construam o gráfico, organizem e analisem os dados experimentais. Assim cumprindo um roteiro de pesquisa completo.

5.2.1 FUMO: COMPOSTOS E EFEITOS NOCIVOS.

O fumo é uma planta da família das solanáceas e que possui em sua composição naturalmente a nicotina (7), que é o principal componente do cigarro. A nicotina (Fig.3) é um alcalóide, composto cíclico constituído por nitrogênio, carbono, oxigênio e hidrogênio. Alcalóides tem por característica interagir com o Sistema Nervoso Central (SNC) devido sua estrutura química, causando diversos efeitos farmacológicos e toxicológicos em vista de sua concentração.

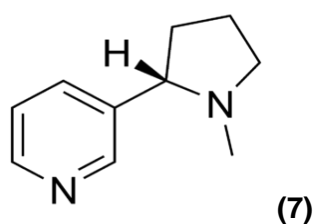


Figura 3: Estrutura da molécula de Nicotina (7).

A nicotina é chamada de substância psicoativa por causar dependência, já que se liga a receptores específicos do sistema nervoso liberando assim hormônios como a serotonina (8) e dopamina (9) (Fig.2) que são neurotransmissores estimulantes do SNC.

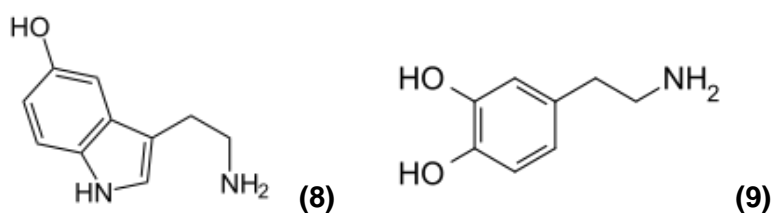


Figura 4: Estrutura das moléculas de Serotonina (8) e Dopamina (9).

A serotonina (8) é conhecida como sinônimo de felicidade. E, de fato, é uma substância implicada em depressão e felicidade, ansiedade e tranquilidade e em outras diversas áreas do comportamento, como agressividade, raiva, irritabilidade. Participa também de outras funções importantes no organismo, como apetite, controle de temperatura, sono, náusea e vômitos, sexualidade e, é claro, muito

importante no sistema de dor. Ela é sintetizada no cérebro e no tubo digestivo e armazenada em plaquetas e no sangue. Ela também é encontrada em muitas plantas, vegetais, frutas, cogumelos (Centro de Cefaleia São Paulo, Mario Peres, 2009).

Já a dopamina (9) tem por funções no cérebro como comportamental, atividade motora, humor, ansiedade, regulação do sono, atenção, entre outras. Com a liberação destes neurotransmissores que produzem a sensação de bem-estar e prazer está a relação com o comportamento vicioso, cada vez que a nicotina entra em contato com o organismo os índices desses neurotransmissores aumentam e a sensação de bem-estar também. Porém o corpo desenvolve uma tolerância, ou seja, vai se habituando à nicotina no organismo, assim é necessária uma quantidade cada vez maior deste composto para obter a sensação de bem-estar. Este é o ponto em que ocorre o vício, desencadeando diversos males a saúde.

Os neurotransmissores também podem ser explorados pelo professor de química em sala de aula. A discussão pode trazer textos científicos sobre a atuação da nicotina na produção dessas moléculas, onde os estudantes podem tirar suas próprias conclusões com relação ao vício do tabagismo.

5.2.2 A APLICAÇÃO NA QUÍMICA ORGÂNICA

A Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político (BRASIL, 1999). É importante que o professor passe esse conceito em sala de aula, possibilitando o encontro teórico-prático através da utilização de projetos pedagógicos que incentivem os estudantes. Este trabalho trás como proposta a contextualização da química orgânica num cenário prático (*teste Allium cepa*).

A inserção da química orgânica começa pela temática fumo, na qual o professor pode explorar as diversas moléculas constituintes desse composto, trabalhando com seus grupos funcionais e também com suas interações

bioquímicas. A nicotina, principal componente do tabaco, pode ser explorada quanto a seus efeitos no organismo.

5.2.3 INTERDISCIPLINARIDADE

A interdisciplinaridade deste trabalho abrange tanto a matemática, quanto a biologia. A matemática está vinculada a organização dos dados experimentais, onde os alunos devem construir tabelas e gráficos. Enquanto a parte biológica pode ser explorada durante o teste prático, abordando o conteúdo de divisão celular.

O professor de biologia pode explorar a parte celular, analisando se possível às raízes no microscópico. Desta maneira o aluno tem aula de química em relação à solução de fumo e seus compostos moleculares e biologia na parte de análise microscópica das células meristemáticas da cebola.

Já na matemática o professor pode explorar a construção gráfica, distribuição de pontos cartesianos e equação da reta. Uma ótima revisão para os estudantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada neste projeto mostrou-se adaptável no ensino-aprendizagem de química orgânica nas escolas de ensino médio, sendo também considerada de baixo custo e fácil execução no âmbito escolar. Para Nascimento *et al.* (2007) o ensino de Química Orgânica geralmente possui uma abordagem desconectada do cotidiano do aluno, extremamente teórica. O ensino de Química Orgânica nas escolas deve ser trabalhado de forma mais dinâmica e contextualizada, tendo como objetivo despertar o interesse do aluno através da correlação entre os conteúdos abordados na disciplina, seja de cunho teórico ou prático. Sendo assim o estudo de funções orgânicas por meio de um tema gerador, torna-se relevante educacional e socialmente. Por estimular o aprendizado de química orgânica através de temas relacionados ao cotidiano dos estudantes, bem como demonstrar a relação interdisciplinar entre o processo prático e teórico do experimento. Nesse processo os alunos deixam de ser passivos na sala de aula, tornando-se ativos na sua própria aprendizagem, coletando dados, tabelando e debatendo sobre os resultados obtidos no experimento. Deste modo temos um processo dinâmico de ensino-aprendizagem, construído para correlacionar conceitos disciplinares agregados a uma temática social relevante, como no caso deste trabalho, o tema fumo.

7. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12713: **Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda – Método de Ensaio com daphnia spp (Cladocera, Crustácea)**. Rio de Janeiro. 2004, p 17.

ALVES, M.N. **Aplicação de bioensaios bacterianos para determinação da toxicidade aguda de efluentes industriais e corpos de água receptores**. 1990. [s.n]. Dissertação (Mestrado e Microbiologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

AMARAL, A. de M.; BARBÉRIO, A.; VOLTOLINI, J.C.; BARROS, L. **Avaliação preliminar da citotoxicidade e genotoxicidade, da água da bacia do rio Tapanhon (SP-Brasil) através do teste Allium (Allium cepa)**. Revista Brasileira de Toxicologia. v. 20, n.1 e 2, p. 65-72. 2007.

ARISTÓTELES. **Metafísica**. São Paulo: Editora Abril, 1979. Livro A, cap. I. (Coleção Os Pensadores) Orig. do século IV a.C.

AQUINO, G. B.; SANTOS, E. P. ; CRUZ, M. C. P. ; SANTOS, L. D. **Escova Progressiva com Formol: Um Tema Gerador para o Processo Disciplinar no Ensino de Química**. 2011. (Apresentação de Trabalho/Comunicação)

ARRAES, A. I. O. M.; LONGHIN, S. R. **Otimização de Ensaio de Toxicidade Utilizando o Bioindicador *Allium cepa* como organismo teste**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 8, N. 14; p. 1958 – 2012.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais, Ensino Médio – Vol.3**, Brasília, DF, 1999.

BONENBERGER, C. J.; SILVA, J.; MARTINS, T. L. C. **Ensino de química para a cidadania na Educação de Jovens e Adultos (EJA): o uso do tema**

gerador como uma alternativa. In: SCHEIBEL, M. F.; LEHENBAUER, S. (ORG.). EJA: Pertinência e perspectivas. 1ª. Ed. Curitiba: Editora CRV, v. 1, p. 85-95, 2011.

CARNEIRO, R.M.A. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade.** 2004. 146p. Dissertação de Mestrado – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

CARNEIRO, S. P.; SILVA J. **O Teste *Allium cepa* no ensino de Biologia Celular: um estudo de caso com alunos da graduação.** Acta Scientiae, v.9, n.2, jul./dez. 2007.

CARNIATO, J.G.; GERALDO, S. M.; et al. **Avaliação da Toxicidade de Percolado de Resíduos Sólidos Pós Tratamento Biológico e Fotocatalítico.** Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal. v. 4, n. 2, p. 92-101. 2007.

CERVO, A.; BERVIAN, P. **A Metodologia Científica.** 4 ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

CESAR, A.; SILVA, S. L. da S.; SANTOS, A. R. **Testes de Toxicidade Aquática no Controle da Poluição.** 4º ed. Universidade Santa Cecília – UNISANTA. Santos/SP, Brasil. 1997.

COSTA, J. M.; PINHEIRO, N. A. M. **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 – 40, 2013.

CUCHIARA, C. C.; BORGES, C. S.; BOBROWSKI, V. L. **Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador da citogenotoxicidade de cursos d'água.** Technol. & Ciên. Agropec., v.6(1), p.33-38, 2012.

Da SILVA, J.; CARNEIRO, S. P. **O Teste *Allium cepa* no ensino de Biologia Celular: um estudo de caso com alunos da graduação.** Acta Scientiae, v.9(2), p.122-130, 2007.

FARIAS, A. P. P.; GONÇALVES, C. L.; PEREIRA, D. L.; PEREIRA, G. C. .; AMARANTE, O. P. **Alimentos: Tema gerador para aquisição de conhecimento químico**. V congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. IFAL, p2, 2010.

FERNANDES, T.C.C. **Investigação dos efeitos tóxicos, mutagênicos e genotóxicos do herbicida trifluralina, utilizando *Allium cepa* e *Oreochromis niloticus* como sistemas-testes**. 2005. 212 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) –Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2005.

FISKEJÖ, G. **Allium test. Methodological and Molecular Biology**. v.43, p.119 - 127.1995.

FISKEJÖ, G. **The *Allium*-test as a standard in environmental monitoring**. Hereditas, Lund, v. 102, p. 99 -112, 1985.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 27 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. QNESC, v. 10, p. 43 - 50, 1999.

HOSHINA, M.M. **Avaliação da possível contaminação das águas do Ribeirão Claro – município de Rio Claro, pertencente à bacia do Rio Corumbataí, por meio de testes de mutagenicidade em *Allium cepa***. Monografia (Bacharel e Licenciado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2002.

LAY-KEOW, N.G; LAFONTAINE, P; VANIER, M. **Characterization of Cigarette Tobacco by Direct Electrospray Ionization–Ion Trap Mass Spectrometry (ESI-ITMS) Analysis of the Aqueous ExtractsA Novel and Simple Approach**. Agric. Food Chem., Vol. 52, No. 24, 2004.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. **Allium cepa Test in environmental monitoring: a review on its application.** *Mutation Research*, Amsterdam, v. 682, p. 71-81, 2009.

MACHADO, V.C.; ALERICO, M.I.; SENA, J. **Programa de prevenção e tratamento do tabagismo: uma vivência acadêmica de enfermagem.** *Cogitare Enferm.* 2007 Abr-Jun; 12(2):248-52.

MATSUMOTO, S.T. **Estudos sobre a influência de efluentes potencialmente genotóxicos, derivados de curtume, na contaminação de recursos hídricos da região de Franca/SP.** Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto/SP. 2004.

MOREIRA, Marco Antônio; CABALLERO, Concesca; SARAIVA-NEVES, Margarida. **Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um Estudo Exploratório.** *Investigações em Ensino de Ciências.* Rio Grande do Sul, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

NASCIMENTO, T.L; Ricarte, M.C.C.; Ribeiro, S.M.S. **Repensando o Ensino de Química Orgânica à Nível Médio.** In: 47º Congresso Brasileiro de Química, 2007, Natal. *Anais do 47º Congresso Brasileiro de Química*, Natal, 2007.

PALÁCIO, S. M.; CUNHA, M. B.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; NOGUEIRA, D. A. **Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula.** Vol. 35(2), p.79-83, 2013.

GONDIM, M.S.C E MÓL, G.S. **Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um Trabalho Interdisciplinar.** *Qnesc*, nº 30, 2008.

SANTOS, W. e SCHNETZLER, R.P. **O que significa ensino de Química para formar o cidadão.** *Química Nova na Escola.* n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, F. R. D.; ERDTMANN, B.; DALPIAZ, T.; NUNES, E.; FERRAZ, A.; MARTINS, T. L.C. ; D. S., Juliana. **Genotoxicity of Nicotiana tabacum leaves on Helix aspersa**. Genetics and Molecular Biology, v. 36, p. 269-275, 2013.

SOARES, A. B.; MUNCHEN, S.; ADAIME, M. B. **Uma Análise da Importância da Experimentação em Química no Primeiro Ano do Ensino Médio**. EDEQ n. 33, 2013.

SOUZA, D. L. B. de. **Os significados do tabagismo construídos na dinâmica social**. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/17080>. Acesso em: 28 Nov. 2015.

SOUZA CRUZ, Indústria de tabacos pertencente ao grupo British American Tobacco (BAT), em <http://www.souzacruz.com.br>.

THIESEN, J. S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. *Rev. Bras. Educ.* [online]. 2008, vol.13, n.39, pp.545-554. ISSN 1413-2478.

VIDAKOVIC, Z.; PAPES, D.; TOMIC, M. **Toxicity of waste drilling fluids in modified Allium test**. *Water, Air and Soil Pollution*, v. 69, p. 413-423, 1993.

VIECHENESKI, J.P; LORENZETTI, L ; CARLETTO, M.R. **Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental**. *Atos de pesquisa em educação - ppge/me issn 1809-0354* v. 7, n. 3, p. 853-876, set./dez. 2012.

VENTURA, B.C. **Avaliação dos efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos do herbicida atrazina, utilizando Allium cepa e Oreochromis**

***niloticus* como sistemas teste.** 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2004.