

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS – ICEB
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – DEQUI

Leonardo César de Moraes Teixeira

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES
ANTIOXIDANTES DE PRODUTOS NATURAIS
COMO UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA**

OURO PRETO, 2012

Leonardo César de Moraes Teixeira

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE
PRODUTOS NATURAIS COMO UMA PROPOSTA DE
ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à conclusão da disciplina Estágio Supervisionado IV do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto, sob a orientação do professor Gilmar Pereira de Souza.

OURO PRETO, 2012

Sumário

1. Resumo	4
2. Introdução	5
3. Contextualização do Estudo	7
4. Objetivos	10
4.1. Objetivos Gerais	10
4.2. Objetivos Específicos	10
5. Relevância e Justificativa da Proposta	11
6. Pressupostos Teóricos	13
6.1. A Contextualização no Ensino	13
6.2. A Experimentação no Ensino de Química	15
6.3. A Abordagem de Atividades Investigativas no Ensino	19
7. Metodologia	23
7.1. Preparação dos Extratos	23
7.2. Avaliação da Atividade Antioxidante	23
7.3. Abordagem da Proposta	25

8. Resultados e Discussão	26
8.1. Material do Professor	26
8.1.1 Objetivo	26
8.1.2 Público Alvo	26
8.1.3 Níveis de Abertura de uma Atividade Investigativa	27
8.1.4 Subsídios Teóricos Envolvidos	30
8.1.5 Atividade Proposta	31
8.2. Material do Aluno	33
8.2.1. Atividade	33
8.2.2. Introdução	33
8.2.3. Objetivos	34
8.2.4. Materiais utilizados	35
8.2.5. Procedimentos	36
8.2.6. Questões	37
8.2.7. Avaliação da atividade prática	37
9. Considerações Finais	38
10. Referências Bibliográficas	39

1. Resumo

O presente trabalho trata-se de uma proposta de ensino inédita e baseada em atividade experimental, destinada a alunos do ensino superior, pela qual se pretende abordar problemas reais relacionados ao cotidiano dos alunos e propor soluções que integrem conhecimentos de diferentes áreas da química, estabelecendo relações interdisciplinares entre conteúdos de química orgânica, química inorgânica, físico-química e química analítica. Essa proposta pode favorecer a intercomunicação efetiva entre essas disciplinas, abordando, por exemplo, conceitos de reações de radicais, reações de oxi-redução, cinética, espectroscopia e estequiometria. São discutidos, nesse trabalho, os pressupostos teóricos relativos às atividades experimentais no ensino de química, abordando as diferentes características entre práticas verificacionais e práticas investigativas. Para tal, foi proposto um experimento para avaliar a atividade antioxidante de chás consumidos diariamente por grande parte da população brasileira. Neste trabalho é apresentado o material do aluno elaborado de uma maneira contextualizada, constituído por características capazes de proporcionar abordagens investigativas; e o material do professor com os devidos subsídios teóricos necessários para a aplicação da proposta, assim como os fundamentos em que se baseiam as atividades experimentais investigativas, visando proporcionar ao professor uma utilização efetiva desse trabalho.

2. Introdução

Um dos desafios para as Instituições de ensino é inovar os métodos de formação, levando à busca do conhecimento e não à simples transmissão deste; levando a humanização, e diminuindo assim a desigualdade instalada na sociedade moderna. O “Ensinar” se caracteriza atualmente, não como uma transferência de conhecimentos, mas como uma criação de possibilidades para sua construção, visando o bem estar social (FREIRE, 1995). Um instrumento educacional muito eficiente para este fim é a metodologia interdisciplinar contextualizada, que parte de uma liberdade científica alicerçada no diálogo e na colaboração, fundamentada no desejo de inovar e de ir além, no exercício da arte de pesquisar (DEMO, 2009).

Nota-se então que o ensino de química, quando bem aplicado, permite ao aluno concluir que seu respectivo estudo revela ser um importante instrumento para enriquecimento do seu saber e de transformação da realidade que o cerca. A aprendizagem em Química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas, para que possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas no cotidiano. Segundo Mortimer (2000), essas transformações se contemplam no estudo dos três níveis de conhecimento químico: o fenomenológico, que é caracterizado por observações, passível de descrições, quantificações e determinações; o representacional, que trata da linguagem da Química, com seus símbolos, fórmulas e equações, e o teórico-conceitual, com teorias e modelos que permitem interpretar e prever os fenômenos com os quais nos defrontamos ou dos quais dependemos.

A partir daí, o aluno tomará sua decisão e dessa forma, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão (BRASIL, 1999).

Neste contexto, é relevante inserir práticas pedagógicas flexíveis e alternativas que considerem as diferenças individuais e conhecimentos prévios dos alunos, levando-os à construção do conhecimento e tornando-os cidadãos críticos. As atividades investigativas podem favorecer o alcance desses objetivos educacionais, propiciando a articulação das atividades educativas de modo significativo.

É necessário, portanto, além de uma interação entre a teoria e prática que se estabeleça um preparo constante no trabalho interdisciplinar, pois a interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, apenas vive-se, exerce-se. E para que o processo de ensino e aprendizagem seja efetivamente favorecido, deve-se procurar ajudar o aluno a investigar e explorar idéias; formular perguntas úteis e produtivas; buscar e desenvolver explicações que são úteis para eles com relação ao mundo natural e tecnológico que confrontam diariamente; ampliar suas experiências sobre o mundo natural e tecnológico; manifestar interesse sobre as explicações dos outros a respeito de como e porque as coisas são e buscar saber de que forma tais explicações têm sido obtidas (OSBORNE, 1983). Nessa abordagem, experimentos clássicos podem ser implementados de forma mais atual, o que pode contribuir para o aumento do interesse dos alunos na execução de experimentos que poderiam ser considerados tediosos e repetitivos (DA COSTA, 1999; DEMO, 2009).

Dessa forma, pode-se estimular a atenção do aluno, melhorar seu rendimento e tornar as tarefas didáticas mais fáceis pela significação dos conteúdos, destacando a importância de conduzir o aluno a perceber que sua aprendizagem é composta por várias etapas e que ele é o sujeito desta aprendizagem.

3. Contextualização do Estudo

Nas últimas décadas, a literatura vem apontando um grande avanço das pesquisas relacionadas às atividades experimentais no ensino de ciências. Há uma crença de que os experimentos são promotores incondicionais da aprendizagem e da motivação dos estudantes (GONÇALVES; MARQUES, 2011).

A aprendizagem baseada em problemas pode promover a motivação dos alunos em atividades experimentais. Segundo Llorens-Molina (2010), a introdução desses alunos em um contexto vinculado a um problema social e/ou profissional pode ser um aspecto de alta relevância na busca pela qualidade de ensino. Deste modo, os estudantes podem ser capazes de desenvolver suas habilidades, no que tange a exploração de um problema, a geração de hipóteses, a identificação de conhecimentos necessários, a busca de informações, o estudo do tema, a análise crítica, a discussão e a aplicação dos conhecimentos adquiridos, a resolução do problema e a reflexão sobre todo esse processo.

As atividades experimentais investigativas no ensino visam expor os alunos a situações nas quais eles tenham condições de identificar um problema como algo interessante, e que sejam capazes de resolvê-lo; levando-se em consideração o processo de reflexão e o senso crítico para tomar as devidas decisões que se fizerem necessárias. Em outras palavras, o uso de experimentos em uma perspectiva investigativa pode proporcionar a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Para que isso ocorra é necessário colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, que sejam reais e contextualizadas. De acordo com Zuliani (2006), o fator essencial no processo de evolução conceitual dos estudantes é a investigação realizada a partir de fatos presentes no cotidiano dos mesmos. Diante disso, nota-se a relevância do tema abordado nesse trabalho, pois a atividade antioxidante relacionada ao consumo de chás populares corresponde a um assunto atual, interessante e que faz parte de nosso cotidiano.

De acordo com Morais et al. (2009), o chá é uma das bebidas mais consumidas e mais antigas do mundo, sendo que os primeiros relatos de seu uso datam do século 27 a.C. O seu consumo corresponde a um dos hábitos alimentares mais praticados pelo ser humano (figura 1).

O consumo de chás tem atraído muita atenção nos últimos anos devido a sua capacidade medicinal e sua abundância na dieta de grande parte da população mundial (ASOLINI, 2006). Existe um grande número de pesquisas que procuram explicar os benefícios medicinais adquiridos com o consumo de chás em



Figura 1. Representação do hábito milenar do consumo de chás no Oriente.

relação a várias enfermidades e, principalmente, àquelas associadas com o processo de envelhecimento, como cataratas, mal de Alzheimer e outras alterações do sistema nervoso (CAI et al., 2004). Segundo Asolini (2006), esses benefícios estão diretamente ligados ao fato de que as infusões de determinadas plantas (chás) apresentam propriedades biológicas importantes como, por exemplo, atividade antioxidante. Tal atividade está associada a substâncias que agem no sequestro de radicais livres, os quais podem levar a doenças degenerativas.

Nas últimas décadas, foram realizadas inúmeras pesquisas para esclarecer o papel dos radicais livres em processos degenerativos. Em uma abordagem mais simples, o termo radical livre refere-se a átomos e/ou moléculas muito instáveis e altamente reativas, que contêm um número ímpar de elétrons em sua camada de valência. Este desemparelhamento de elétrons é o que confere a alta reatividade dessas espécies (HALLIWELL, 1994). Os antioxidantes são compostos que atuam inibindo ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres e compostos oxidantes. Portanto, o consumo de antioxidantes naturais tem sido associado a uma menor incidência de doenças relacionadas com o estresse oxidativo (DROGE, 2002). Exemplos importantes de agentes antioxidantes são os compostos fenólicos (por exemplo: boldina, luteolina e ácido caféico) presentes na maioria das plantas (ver figura 2).

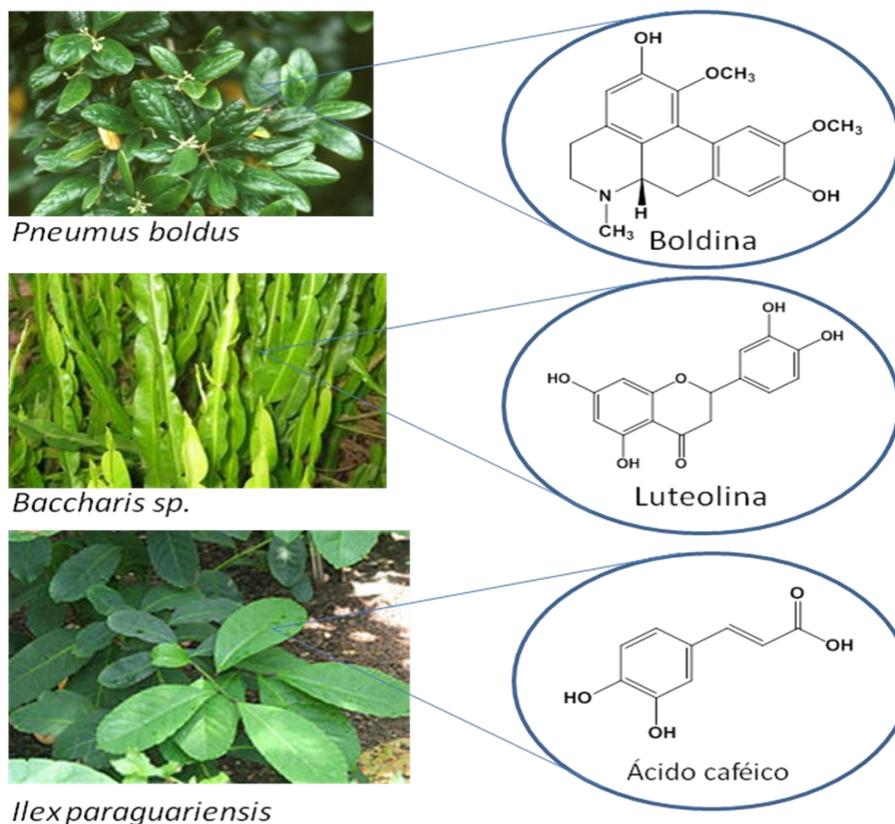


Figura 2. Representação das três espécies vegetais utilizadas e alguns de seus respectivos compostos fenólicos.

Diante das informações acima referidas, fica evidente a importância do contexto em que se encerra esse estudo, pois, estabelecer relações desses conhecimentos com o ensino de química pode se tornar uma prática bastante eficiente no intuito de se fornecer aos estudantes um aprendizado mais relevante e duradouro.

4. Objetivos

4.1. Objetivos Gerais

1º) Discutir os pressupostos teóricos relativos às atividades experimentais no ensino de química, abordando as diferentes características entre experimentos verificacionais e experimentos investigativos;

2º) Relacionar as crenças populares oriundas a partir do consumo de chás (conhecimento comum) com as propriedades antioxidantes verificadas cientificamente relativas a esse consumo (conhecimento científico).

4.2. Objetivos Específicos

1º) Estabelecer relações interdisciplinares entre conteúdos de química orgânica, química inorgânica, físico-química e química analítica;

2º) Apontar problemas reais relacionados ao cotidiano dos alunos, e auxiliá-los na proposição de soluções que integrem conhecimentos das diferentes áreas da química;

4º) Fornecer atividades experimentais, abordando o tema “atividade antioxidante de produtos naturais”, que levem em consideração os diferentes tipos de níveis de abertura em termos de níveis de investigação;

5º) Discutir a importância da análise quantitativa em práticas experimentais utilizando, neste trabalho, a técnica de espectroscopia na região do UV-Visível;

6º) Elaborar um material do aluno e um material do professor, visando mostrar um exemplo de atividade experimental investigativa que pode ser efetivamente usada no ensino superior.

5. Relevância e Justificativa da Proposta

A relevância dessa proposta, assim como a sua devida aplicação, é justificada por meio de duas vertentes: a natureza do experimento, que pode levar à geração de conteúdos interdisciplinares; e a relação existente entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, que pode favorecer a aquisição de um saber mais significativo; tornando assim, a ação do educando mais ativa diante do seu processo de aprendizagem.

Nesse processo, uma nova informação interage com uma estrutura de conhecimentos específicos, que é conhecida como “conceito subsunçor”, estabelecendo ligações ou “pontes cognitivas” entre o que o aluno sabe e o que ele está aprendendo. Por isso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação incorpora-se a conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL et al., 1980).

Diante disso, a escolha dessa proposta de trabalho fundamenta-se na experimentação como uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização dos conceitos químicos e proporcionem um aprendizado mais significativo.

Segundo Guimarães (2009), no ensino de química, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização dos conceitos químicos e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos estudantes durante a interação com o contexto criado.

Assim, a experimentação juntamente com a contextualização são subsídios de grande importância na busca por um aprendizado de qualidade. Além disso, quando os conhecimentos prévios dos alunos são investigados e considerados, a aprendizagem passa a ser mais geral, abrangente e significativa.

Portanto, o presente trabalho trata-se de uma proposta de ensino inédita e baseada em atividade experimental, destinada a alunos do ensino superior, pela qual se pretende abordar problemas reais relacionados ao cotidiano dos alunos e propor soluções que integrem conhecimentos de diferentes áreas da química, estabelecendo relações interdisciplinares entre conteúdos de química orgânica, química inorgânica, físico-química e química analítica; favorecendo a intercomunicação efetiva entre essas disciplinas, abordando, por exemplo, conceitos de reações radicalares, reações de oxidação-redução, cinética, espectrometria e estequiometria.

6. Pressupostos Teóricos

6.1. A Contextualização no Ensino

No Brasil, a idéia de contextualização surgiu com a reforma do Ensino Médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB-9.394/96), a qual sugere que os conhecimentos adquiridos devam ser aplicados às mais variadas práticas do cotidiano. A contextualização corresponde a um dos princípios citados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os quais visam um ensino de química centrado na interface entre informação científica e contexto social. Este documento descreve que a contextualização deve dar significado aos conteúdos e facilitar o estabelecimento de ligações com outros campos do conhecimento.

De acordo com os PCN+ (2002, p.93): “Contextualizar é propor “situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.”

Segundo Chassot et al. apud (Silva et al., 2009), a contextualização no Ensino de Química pode ser considerada como um meio de educação para a vida, pois determina relações entre os conteúdos aprendidos e o dia-a-dia dos alunos, levando o aluno a refletir, compreender, discutir e agir sobre a realidade a qual está inserido.

Entretanto, Gouvêa e Machado (2005), destacam que o objetivo da contextualização do ensino não é promover uma ligação artificial entre o que é ensinado e a vida diária do aluno, não é apenas exemplificar um conteúdo; mas sim, propor situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.

Contextualizar é considerar a vivência e as experiências obtidas, se apropriando também de novos conhecimentos; é elaborar conhecimentos no contexto da sociedade em que se vive e na estrutura mundial atual. Isso pode ajudar o aluno a compreender a importância de fenômenos e fatos que ocorrem diariamente a sua volta (WARTHA; ALÁRIO, 2005).

Segundo Chassot et al. apud (Silva et al., 2009):

A Química contextualizada é aquela que é útil para o cidadão, podendo ser caracterizada pela aplicação dos conhecimentos para facilitar a compreensão de fenômenos químicos que estão presentes em diversas situações na vida diária. Em outras palavras, ensinar química de modo contextualizado é abrir as janelas da sala de aula para o mundo, é promover relação entre o que se aprende e o que é preciso para a vida.

Nessa perspectiva, a abordagem contextualizada no ensino de química tem se mostrado eficiente para a compreensão dos conteúdos que envolvem o processo de ensino e aprendizagem desta ciência. Para que tal binômio funcione é necessário que o docente interaja com seus alunos de modo a estimulá-los e fazê-los compreender que os conceitos apreendidos em sala de aula serão úteis para o seu campo profissional.

No entanto, nota-se que a proposta da contextualização no ensino é conferir ao indivíduo a oportunidade de conhecer, possibilitando que ele se torne um membro da sociedade capaz de difundir o conhecimento e de promover uma melhor qualidade de vida para todos. Portanto, o ensino superior voltado para a aprendizagem contextualizada configura-se como uma motivação para estimular os estudantes graduandos a usar esse recurso no seu desenvolvimento profissional.

Diante disso, ressaltasse a importância da inserção de atividades experimentais investigativas que, além de auxiliar na compreensão de um dado tema, possuem a propriedade de estimular iniciativas entre os alunos, no sentido de contribuir para a sua orientação profissional e o mercado de trabalho. Isto torna, por exemplo, a disciplina de Química Analítica mais atrativa para os estudantes de graduação (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2009).

Para que isso ocorra é necessário expor os alunos a situações-problema adequadas, que sejam reais e contextualizadas. De acordo com Zuliani (2006), o fator essencial no processo de evolução conceitual dos estudantes é a investigação realizada a partir de fatos presentes no cotidiano dos mesmos. Diante disso, nota-se a relevância do tema abordado nesse trabalho, pois a atividade antioxidante relacionada ao consumo popular de chás trata-se de um assunto real, interessante e que faz parte do cotidiano dos alunos.

6.2. A Experimentação no Ensino de Química

As abordagens epistemológicas podem favorecer as discussões sobre a natureza da ciência, que por sua vez pode contribuir para que os estudantes compreendam as principais características de uma atividade experimental. A utilização de uma atividade experimental com o intuito de apenas demonstrar a veracidade de um conhecimento, pode contribuir para a aquisição, por parte dos estudantes, de uma visão dogmática de Ciência, uma vez que essa prática possa sugerir que uma simples demonstração seja eficientemente capaz de justificar os conceitos teóricos, bem como valorizar resultados obviamente previstos. Portanto, fazer uma demonstração experimental não se resume em, simplesmente, “mostrar” a veracidade de uma teoria, essa demonstração pode se caracterizar pela problematização dos conhecimentos dos alunos, que são explicitados durante a realização das atividades experimentais. E esse aspecto é de suma importância para que haja o rompimento da visão dogmática de Ciência, pela qual se evidencia a comprovação dos conceitos em detrimento à problematização. Diante disso, nota-se uma grande relevância em se problematizar os conceitos teóricos sobre a natureza da ciência no que diz respeito às atividades práticas experimentais (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

De acordo com Gil-Pérez e Castro (1996), as atividades experimentais são consideradas como uma estratégia importante na busca pela melhoria do ensino de Ciências. Em pesquisa realizada por Hodson (1998), os professores apontam dez motivos para a realização de atividades experimentais na escola, que são:

1. Estimular a observação e o registro de dados;
2. Promover métodos científicos simples e de senso comum;
3. Desenvolver habilidades manipulativas;
4. Treinar em resolução de problemas;
5. Adaptar as exigências das escolas;
6. Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
7. Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
8. Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação;
9. Motivar e manter o interesse na matéria;

10. Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

A partir da consolidação, no processo ensino e aprendizagem, das habilidades citadas acima, torna-se clara a importância que as atividades experimentais têm no processo de desenvolvimento de habilidades cognitivas de alto nível intelectual, bem como o papel motivador que essas atividades podem proporcionar aos alunos (GALIAZZI et al., 2001).

Nas últimas décadas, muitos pesquisadores vêm defendendo a importância das práticas experimentais no ensino (CACHAPUZ et al., 1991). Nesse contexto, a experimentação no ensino pode possibilitar aos alunos a oportunidade de desenvolver capacidades científicas necessárias para atuarem na sociedade de maneira mais eficiente, por meio de uma aprendizagem consolidada de conteúdos científicos. Diante disso, para motivar esses alunos, afim de que os mesmos efetuem trabalhos experimentais, é preciso que o professor lhes proporcione uma atividade que seja constituída por um desafio, um problema ou uma questão que o aluno tenha interesse em resolver. Portanto, quando as atividades experimentais são trabalhadas sob essa perspectiva, é possível criar situações que proporcionem aos alunos uma maior motivação. Segundo Lewin e Lomascólo (1998, p.148):

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como “projetos de investigação”, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

Entretanto, muitos trabalhos experimentais propostos nas escolas e nas universidades são estruturados de uma maneira que não aborda nenhum tipo agente motivador de investigação, pois os alunos não têm nenhuma questão para ser resolvida ou nenhum problema para ser solucionado, fato esse que pode contribuir negativamente no processo de desenvolvimento de capacidades por esses alunos (THOMAZ, 2000).

É preciso, portanto, de uma mudança conceitual de postura, que envolva as instituições de ensino, os professores e os alunos, pela busca da excelência em abordagens práticas experimentais no ensino. Os professores devem cada vez mais desempenhar o papel de motivadores, fornecendo a seus alunos materiais problematizados, deixando sempre a busca pela resposta de tais problemas, a cargo do estudante. Os alunos, por sua vez, devem ser cada vez mais bem preparados, desde o ensino básico até a universidade, a esse estilo de prática, a fim de atingirem um notório aumento de suas capacidades críticas, em prol de um maior desenvolvimento de habilidades científicas e de habilidades que façam diferença em seu cotidiano.

Portanto, diante do que foi exposto, fica evidente a grande necessidade de se enfatizar os discursos sobre a motivação para o desenvolvimento de atividades experimentais, pois, por meio da motivação dos alunos, o professor tem a capacidade de compreender a inserção da mesma em um contexto mais amplo e abrangente de aprendizado. Bem como refletir sobre a natureza epistemológica da experimentação, pois a realização de atividades experimentais pode contribuir para enriquecer o conhecimento dos alunos a respeito do papel da experimentação na produção do conhecimento científico. E como também, o papel dos conteúdos nesta perspectiva, pois além de deixar claro para os estudantes a importância do que os mesmos estão aprendendo; podem também incluir conteúdos procedimentais e atitudinais, não se limitando apenas aos conteúdos conceituais (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

De acordo com Mol e Machado (2008, p.57):

A atividade experimental possibilita a introdução de conteúdos a partir de seus aspectos macroscópicos, por meio de análise qualitativa de fenômenos. Ela também permite demonstrar, de forma simplificada, o processo de construção ou “reelaboração do conhecimento, da historicidade e a análise crítica da aplicação do conhecimento químico na sociedade.

Além disso, a experimentação no ensino de química tem sido uma estratégia muito importante na busca por uma aprendizagem construtivista, pois propicia ao aluno uma maior integração nos processos de investigação, a partir da interpretação de um problema e da respectiva tentativa de solução para o mesmo (GIL-PÉREZ; CASTRO, 1996; DOMIN, 1999; HODSON, 2005). Nessa abordagem, os alunos podem desenvolver habilidades cognitivas importantes, que contribuem para um raciocínio mais lógico e para uma melhor apresentação de argumentos, como: discutir e questionar suas idéias prévias à luz dos conceitos teóricos, coletar e analisar dados, testar hipóteses, propor modelos, planejar ações, ter autonomia na solução dos problemas gerados e realizar observações críticas e relevantes.

6.3. A Abordagem de Atividades Investigativas no Ensino

O ensino por investigação emergiu em meados do século XX como uma estratégia a ser implementada em sala de aula (DEBOER, 2006). A relevância de ensinar Ciências por meio de atividades investigativas assume, historicamente, o papel de trazer a atividade científica realizada pelos cientistas para o ensino de Ciências, a fim de se aproximar os conhecimentos científicos dos conhecimentos escolares. Assim, a aquisição de conhecimentos, a partir de um método científico, pode favorecer a abordagem de questões sociais e/ou morais. Portanto, o método científico pode ser muito eficaz em aplicações de práticas investigativas no ensino, pois os estudantes têm a possibilidade de desenvolver o raciocínio crítico e intelectual, no que tange a definição do problema, sugestão de uma solução, desenvolvimento e aplicação de experimentos e formulação da conclusão (ANDRADE, 2011).

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como nas universidades, ainda são tratadas de forma acrítica e aproblemática. São raras as oportunidades dadas aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo na sala de aula, cabe a ele, simplesmente, seguir um roteiro proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar se aproximar dos resultados já esperados. A postura construtivista aborda como tema principal, a participação do aluno no processo de construção do conhecimento e o professor como seu mediador, o que possibilita ao estudante a capacidade de prever respostas, testar hipóteses, argumentar e discutir; até que o mesmo possa atingir a compreensão de um determinado conteúdo. Deste modo, investir na proposição de metodologias e estratégias de ensino capazes de proporcionar o desenvolvimento cognitivo do aluno, como a experimentação investigativa, pode contribuir para a concretização desse objetivo.

De acordo com Carvalho et al. (1999, p.42): “A atividade deve estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras, diálogo, envolvendo, portanto, a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos.”

Atividades nas quais o aluno se limita à manipulação de materiais ou observação de fatos se demonstram de fraco caráter cognitivo, permitem pouca participação do aluno na elaboração de hipóteses, na proposição de idéias e na análise de variáveis. Essas atividades geralmente apresentam um manual pré-elaborado e estruturado, limitando a participação do aluno.

As atividades práticas experimentais são, geralmente, orientadas por roteiros pré-determinados, tipo “receita de bolo”, pois os alunos devem seguir uma sequência linear, na qual o professor ou o próprio roteiro determinam o que e como fazer. Nessa forma de ensino, o raciocínio e o questionamento, dificilmente, estarão em evidência. No ensino por investigação, os alunos podem realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 1998). Essa abordagem pode possibilitar também o desenvolvimento de habilidades dos alunos, no que se refere à investigação, manipulação e comunicação. Gil-Pérez (1996) destaca a importância de se valorizar as situações problemáticas, a realização de trabalhos científicos em grupos e a interação desses grupos com a “comunidade científica”, que pode ser representada por outros alunos, pelo professor ou pelo livro didático.

Assim, para que esse processo ocorra, as aulas práticas experimentais devem ser conduzidas de maneira oposta às tradicionais, ou seja, o professor deve considerar a importância de expor os alunos a situações-problema adequadas, propiciando a construção do próprio conhecimento. No entanto, para que tais situações-problema possam ser criadas, é fundamental que se considere a necessidade de envolvimento dos alunos com um problema real e contextualizado. A importância da contextualização também é salientada por Zuliani (2006), que aponta a investigação a partir de fatos cotidianos como fator essencial no processo de evolução conceitual dos alunos.

De acordo com Hofstein e Lunetta (2003), a abordagem investigativa implica em planejar investigações, coletar dados para interpretação e análise, e comunicar resultados. Esse enfoque pode permitir que os alunos adquiram conceitos cognitivos, propiciando portanto, o desenvolvimento de habilidades, tais como: relacionar, decidir, planejar, propor, discutir e relatar; ao contrário do que ocorre em uma abordagem tradicional. Ao investigar o desenvolvimento e manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas, os autores verificaram que quando os estudantes se encontram em uma situação na qual são dadas oportunidade e tempo para desenvolver habilidades de investigação nos laboratórios de química, eles podem propor melhores questionamentos, levantar hipóteses e questionar o experimento; quando comparados com estudantes que foram limitados a experimentos tradicionais durante o processo de ensino.

É importante mencionar que as atividades investigativas necessitam de conhecimentos que orientem a observação. Em práticas desse tipo, é imprescindível que se faça a explicitação dos conhecimentos prévios disponíveis sobre o tema proposto, pois sem os quais, sua devida realização se torna impossível (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998; GIL-PÉREZ; CASTRO, 1996).

Portanto, as atividades práticas experimentais podem favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico dos alunos, desde que as mesmas possam colocar esses alunos diante de situações-problema, e proporcionar aos estudantes, oportunidades de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las; fazendo com que os mesmos aprendam sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam (SUART; MARCONDES, 2009).

De acordo com Hodson (1994), a atividade experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas idéias, comparando-as com a idéia científica, pois só assim essas terão papel importante no seu desenvolvimento cognitivo.

Segundo Suart e Marcondes (2009, p.55), o termo “Laboratório Aberto” pode ser utilizado para definir uma atividade experimental investigativa:

Atividade experimental investigativa na qual o aluno se envolve na resolução de um problema e, se mobiliza à procura de uma metodologia para a sua resolução. Essa atividade pode ser dividida em seis momentos: proposta do trabalho, levantamento de hipóteses, elaboração do plano de trabalho, montagem dos arranjos experimentais e coleta de dados, análise dos dados e conclusão.

Assim, ao participarem de uma atividade experimental investigativa, os alunos podem se envolver na resolução de um problema, conversar com seus pares, discutir e testar suas hipóteses, promovendo seu desenvolvimento conceitual, atitudinal e cognitivo; com a mediação efetiva do professor, que os auxilia na elaboração de suas ideias (SUART; MARCONDES, 2009).

Portanto, as atividades investigativas no ensino visam colocar os alunos em situações onde eles tenham condições de identificar um problema como algo interessante, e que sejam capazes de resolvê-lo; levando-se em consideração o processo de reflexão e o senso crítico para tomar as devidas decisões que se fizerem necessárias. Em outras palavras, os métodos investigativos podem proporcionar a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem.

7. Metodologia

7.1. Preparação dos Extratos

Para a avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais, foram usados extratos de determinadas plantas, cujos saberes populares sugere benefícios relacionados à presença de substâncias antioxidantes. Portanto, os extratos selecionados foram: boldo do Chile (*Pneumus boldus*), carqueja (*Baccharis sp.*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*) (ver figura 3), comumente encontrados nas prateleiras dos supermercados.



Pneumus boldus



Baccharis sp.



Ilex paraguariensis

Figura 3. Espécies vegetais utilizadas no experimento.

Em béqueres de 50 mL, foram adicionados 30 mL de água destilada a 90°C e em seguida adicionou-se 3 g de cada droga vegetal selecionada para o teste. Após 5 minutos foi realizada a filtração simples desses extratos, com a água ainda quente, a fim de se obter uma melhor eficiência nas extrações. A solução obtida após a filtração, denominada de extrato aquoso foi resfriada até temperatura ambiente e utilizada para a realização dos testes.

7.2. Avaliação da Atividade Antioxidante

A avaliação quantitativa da atividade antioxidante dos extratos foi realizada utilizando a medida da absorbância de uma solução aquosa de azul de metileno, por meio de espectrofotômetro UV-Visível, na presença de radicais hidroxila ($\bullet\text{OH}$). A descoloração da solução de azul de metileno foi usada como um indicador de sua oxidação.

O radical $\bullet\text{OH}$ foi gerado *in situ* pela reação entre peróxido de hidrogênio e magnetita (Sistema Fenton Modificado) de acordo com a equação (1) (De Abreu et al., 2008).



A mistura reacional foi preparada, em béquer de 50 mL, a partir de 20 mL de água destilada, 5 mL da solução aquosa de azul de metileno 0,16 mmol/L, 30 mg de magnetita (Fe_3O_4) e 0,2 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30%. Três outras misturas foram preparadas, as quais diferiam pela quantidade de água destilada adicionada, 18 mL, e pela adição de 2 mL de cada extrato testado. Depois disso, a medida de absorvância da mistura reacional foi feita a cada dez minutos, no comprimento de onda referente ao máximo de absorvância da solução de azul de metileno ($\lambda = 615$ nm). Para isso, a magnetita foi retida no fundo do béquer com auxílio de um imã e a solução foi transferida para uma cubeta usando-se uma pipeta de Pasteur. Na figura 4 encontra-se um esquema típico dos ensaios realizados.

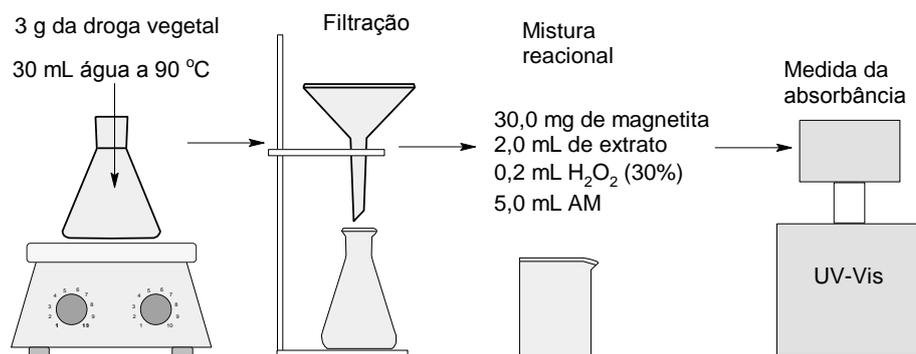


Figura 4. Esquema do experimento de avaliação de atividade antioxidante dos extratos aquosos.

Após uma hora de reação, foi verificado que a mistura sem a presença dos extratos apresentou uma descoloração de aproximadamente 30%. Os extratos proporcionaram uma atividade antioxidante indicada por uma menor descoloração da solução de azul de metileno, sendo de 13% para a carqueja e para a erva mate e de 20% para o boldo do Chile.

Na figura 5 são mostradas as curvas de descoloração das soluções de azul de metileno em função do tempo, e em condições distintas.

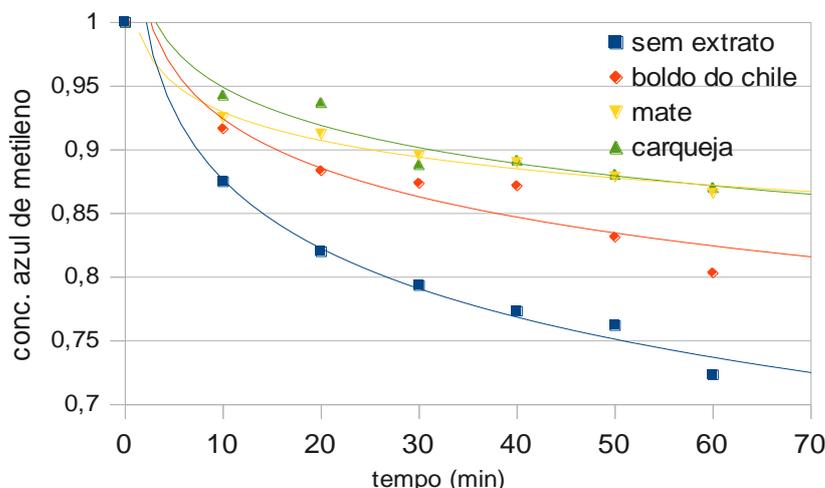


Figura 5. Gráfico da descoloração de azul de metileno em função do tempo.

7.3. Abordagem da Proposta

Essa etapa da metodologia aborda a transposição didática da experimentação mencionada nos itens “preparação dos extratos” e “avaliação da atividade antioxidante” com os pressupostos teóricos do ensino. Nesse intuito, um dos principais objetivos desse trabalho é a proposição de atividades investigativas baseadas em uma metodologia na qual os estudantes possam ter a oportunidade de elaborar relacionamentos cognitivos, o que não lhes é assegurado em uma metodologia de ensino mais tradicional, baseada em atividades apenas verificacionais.

Deste modo, para que haja os relacionamentos cognitivos mencionados, foi proposto um roteiro para a aplicação da atividade experimental para o aluno, coerente com a perspectiva de experimentação apresentada neste trabalho. Pela mesma forma, também foi proposto um manual para o professor trabalhar com essa prática no ensino superior, levando-se em consideração as abordagens anteriormente ressaltadas sobre contextualização e interdisciplinaridade.

8. Resultados e Discussão

8.1. Material do Professor

8.1.1 Objetivo

O principal objetivo dessa atividade será o de averiguar a capacidade do aluno em solucionar uma situação-problema na ausência de um roteiro meramente verificacional, a partir da conclusão, interpretação e discussão dos resultados observados com a realização de atividades práticas experimentais. Desse modo, poderá ser possível analisar a relevância de atividades práticas investigativas no ensino de química, assim como também poderão contribuir para futuras aplicações e implicações do conhecimento científico na sociedade.

8.1.2 Público Alvo

A atividade proposta destina-se a alunos do ensino superior do curso de Química ou cursos de áreas afins como, por exemplo, Farmácia, Nutrição e Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Pretende-se que a aplicação dessa proposta seja realizada no período correspondente a disciplina Química Analítica Instrumental, pois além de estabelecer uma abordagem mais investigativa em detrimento às práticas verificacionais comumente realizadas nessa disciplina; leva-se em consideração que nesse período, os alunos têm um conhecimento prévio consolidado sobre os conceitos químicos que serão abordados, bem como os métodos analíticos que serão utilizados nessa atividade prática.

8.1.3 Níveis de Abertura de uma Atividade Investigativa

A atividade investigativa proposta neste trabalho se assemelha a uma investigação científica realizada em laboratório de pesquisa; que leva em consideração a identificação do problema sobre o qual a pesquisa será realizada, a emissão de hipóteses, a análise do problema, a elaboração de estratégias, a resolução do problema a partir da estratégia proposta e a análise dos resultados encontrados. (NIETO, 1997).

Segundo Borges (2002), as atividades experimentais investigativas são classificadas em vários níveis, desde o mais simples (quando são fornecidos aos alunos o problema e os procedimentos, ficando somente a conclusão em aberto) até os níveis mais complexos (quando os alunos são responsáveis por todo o processo de investigação, desde a elaboração do problema até a conclusão).

As atividades experimentais no ensino podem ser classificadas como abertas ou fechadas, dependendo somente da quantidade de possibilidades de estratégias de investigação que o aluno pode determinar. A germinação de sementes em função da iluminação do sistema pode ser um bom exemplo para esse tipo de atividade, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1. Classificação de atividades investigativas e seus respectivos exemplos.

Classificação da Atividade	Exemplo de Tarefas
FECHADA	Coloque 40 sementes de feijão num algodão embebido com água. Divida o algodão ao meio de modo que fiquem 20 sementes para cada parte de algodão. Coloque uma parte de algodão com 20 sementes onde haja luz e a outra coloque em um ambiente escuro. Quantas sementes germinaram em cada uma das partes?
ABERTA	Que fatores afetam a germinação do feijão?

Fonte: Silva, 2000.

Considerando as tarefas descritas no exemplo acima, é possível notar que as atividades experimentais que priorizam um roteiro pré-estabelecido, podem desfavorecer o aprendizado do aluno, assim como comprometer o desenvolvimento de suas habilidades, pois a abertura é nula. Já as atividades constituídas por etapas indefinidas (problema, procedimentos e conclusões), podem contribuir muito para a formação do senso crítico do aluno, bem como facilitar o seu processo de aquisição de conhecimentos, pois a abertura é total.

Segundo Tamir (apud Silva, 2000), as práticas laboratoriais podem ser classificadas em quatro diferentes níveis de abertura, que abordam o envolvimento do estudante nas etapas de: determinação do objetivo (problema), confecção do procedimento, análise dos resultados e conclusões. Na Tabela 2, estão descritas as definições, de acordo com Tamir (apud Silva, 2000), sobre esses diferentes tipos de níveis de abertura.

Tabela 2. Níveis de investigação no laboratório de ciências.

Níveis de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
0	Dados	Dados	Dados
1	Dados	Dados	Em aberto
2	Dados	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Tamir (apud Silva, 2000).

De acordo com as definições presentes na tabela 1, é possível observar que a única função do aluno nas atividades práticas de nível 0 é a de coletar os dados para a solução do problema. Neste tipo de investigação, o resultado (conclusões) foi previamente fornecido. Uma vez que o problema foi definido, o procedimento foi descrito e os dados foram coletados; as conclusões do experimento tornam-se óbvias. Em experimentos de nível 1, a análise investigativa torna-se mais eficiente em comparação a experimentos de nível 0, pois o problema e os procedimentos são

fornecidos pelo professor. Isso faz com que o objetivo (problema) apresente uma abertura maior do que a abertura do caso anterior (nível 0), fazendo com que o aluno obtenha resultados diferentes e chegue a conclusões distintas. Como a conclusão não é definida, os resultados esperados não são necessariamente iguais. Em práticas experimentais de nível 2, apenas o problema é definido pelo professor, sendo então, as etapas de procedimentos e conclusões determinadas pelo aluno. Neste caso, o problema torna-se ainda mais aberto, pois o aluno tem a liberdade para usar a estratégia de solucionar o problema que lhe for mais conveniente. Finalmente, em experimentos de nível 3, todas as etapas de investigação (problema, procedimentos e conclusões) são determinadas pelo aluno. Nesse caso, a abertura é total e o aluno tem a oportunidade de criar quaisquer fatores que possam influenciar em sua pesquisa e, posteriormente, testar tais fatores a fim de se chegar às conclusões que lhe pareçam mais adequadas.

As atividades experimentais que levam em consideração os diversos níveis de abertura podem favorecer a ocorrência de um aprendizado mais significativo por parte dos alunos. Isso ocorre porque um aumento no índice dos níveis de abertura (0, 1, 2 e 3) pode resultar em um aumento do número de possibilidades de investigação, o que, por sua vez, estimula uma maior participação desses alunos em práticas experimentais. A principal contribuição desse processo é a aquisição de um melhor senso crítico dos alunos e um aumento da capacidade de desenvolvimento de habilidades dos mesmos.

A proposta deste trabalho sugere uma atividade experimental de nível 1, pois como foi explicitado anteriormente, esse nível de abertura garante que a conclusão da investigação seja feita pelos alunos. Além disso, atividades experimentais com abertura praticamente total ou total (níveis 2 ou 3) podem não ser estrategicamente interessantes, uma vez que essas atividades podem se tornar confusas e/ou demandar muito tempo para se realizar. Assim, práticas experimentais aplicadas no ensino superior que levam em consideração esse tipo de abordagem (nível de abertura = 1), podem contribuir para a motivação dos alunos e favorecer o trabalho dos professores.

8.1.4 Subsídios Teóricos Envolvidos

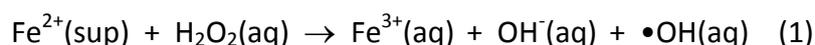
1) O professor irá fornecer aos alunos um pequeno roteiro que funcionará como um guia de passos sucessivos para a elaboração do procedimento, neste roteiro estarão contidas as concentrações e as quantidades de cada reagente utilizado no experimento.

2) O professor fará uma explicação sobre a técnica de Espectrometria UV-Visível, bem como demonstrará as relações existentes entre absorbância e concentração das espécies.

3) Para que não haja espalhamento da radiação eletromagnética pelas partículas de magnetita presentes no meio reacional, um ímã será usado para contê-las no fundo do béquer no momento da coleta da solução a ser analisada.

4) O professor deverá explicar os fundamentos do Sistema Fenton Modificado, que consiste, basicamente, na geração de radicais hidroxila ($\bullet\text{OH}$) por meio de uma reação de oxi-redução entre peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e Fe^{2+} presente na superfície da magnetita denominado de $\text{Fe}^{2+}(\text{sup})$.

5) O peróxido de hidrogênio irá provocar a oxidação do ferro presente na magnetita, gerando assim o radical hidroxila $\bullet\text{OH}$ (Equação 1).



O radical hidroxila $\bullet\text{OH}$, além de possuir alto potencial de oxidação (2,8V) inferior apenas ao do Flúor (Tabela 3), é uma espécie não seletiva, podendo assim atacar uma gama de compostos, levando à formação de intermediários orgânicos e posteriormente CO_2 e H_2O (Equação 2).



Tabela 3. Diferentes oxidantes e seus potenciais padrão de oxidação em Volts.

Oxidante	Potencial de Oxidação (V)
Flúor (F)	3,03
Radical Hidroxila ($\bullet\text{OH}$)	2,80
Oxigênio Atômico (O)	2,42
Ozônio (O_3)	2,07
Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)	1,78
Radical Peridroxila ($\text{HO}_2\bullet$)	1,70
Permanganato (MnO_4^-)	1,68
Cloro (Cl)	1,36
Oxigênio (O_2)	1,23

Fonte: Costa, 2005.

8.1.5 Atividade Proposta

A proposta dessa atividade experimental tem como objetivo determinar a capacidade antioxidante de três extratos de plantas (boldo do Chile, carqueja e erva mate), cujos saberes populares sugere benefícios relacionados à presença de substâncias antioxidantes.

Essa proposta será aplicada numa abordagem investigativa de nível 1, pois, além do tema proposto ser inédito, os devidos relacionamentos entre a teoria de espectroscopia na região do UV-Visível com a capacidade antioxidante de extratos de plantas, podem não ser facilmente deduzidos; o que implica em uma inviabilidade de aplicação dessa proposta numa perspectiva a níveis de investigação 2 ou 3.

Para resolver o problema proposto, pretende-se, inicialmente, fornecer aos alunos explicações relacionadas ao conteúdo conceitual e procedimental correspondente ao experimento. Assim, a atividade prática será estruturada da seguinte forma:

1) Objetivo: A definição da situação-problema será realizada pelo professor, pois além de se tratar de uma atividade que apresenta nível de investigação 1, também poderá surgir várias propostas confusas que inviabilizem o trabalho, se essa definição for feita pelos estudantes;

2) Materiais utilizados: Todo o material necessário para a execução da prática será fornecido pelo professor, bem como os reagentes e os equipamentos;

3) Procedimentos experimentais: O professor irá fornecer aos alunos um pequeno roteiro que funcionará como um guia de passos sucessivos para a elaboração do procedimento, neste roteiro estarão contidas as concentrações e as quantidades de cada reagente utilizado no experimento, assim como os materiais disponíveis;

4) Coleta de dados: A coleta de dados experimentais será realizada pelos próprios alunos;

5) Resultados: A discussão dos resultados será mediada pelo professor, a fim de relacionar a atividade antioxidante dos extratos com as questões presentes no cotidiano dos alunos;

6) Conclusão: A conclusão dessa atividade será realizada a partir da produção, pelos alunos, de um relatório dissertativo que contemple todos os referenciais teóricos necessários e todas as discussões abordadas.

8.2. Material do Aluno

8.2.1. Atividade

Estudo das propriedades antioxidantes de produtos naturais por espectroscopia na região do UV-Visível.

8.2.2. Introdução

Em algum momento de nossa vida já ouvimos falar sobre os inúmeros benefícios que o consumo de chás traz para as pessoas. Esses benefícios, geralmente, estão relacionados a uma prática cultural e tradicional adquirida pela humanidade ao longo do tempo, prática essa que atravessou gerações, se fortaleceu e está presente em nosso cotidiano como um dos hábitos mais praticado pelas pessoas em todo o mundo.

De acordo com a sabedoria popular, dos vários benefícios atribuídos ao consumo de chás, destacam-se duas de suas mais famosas e difundidas aplicações, a cura de doenças degenerativas e o seu poder rejuvenescedor. Essas aplicações estão diretamente relacionadas à grande quantidade de radicais livres que o nosso organismo constantemente produz, devido a fatores hereditários, alimentação, estresse e idade avançada.

Nesse contexto, há um grande número de pesquisas de cunho científico voltadas para o estudo das atividades relacionadas ao consumo de chás. Conhecendo-se o processo oxidativo degenerativo causado pela ação dos radicais livres no organismo humano, tem-se intensificado a busca por compostos que possam diminuir e/ou eliminar a ação desses radicais. Esses compostos recebem o nome de **antioxidantes**.

Considerando que algumas infusões de plantas (chás) se enquadram no grupo de compostos antioxidantes, inúmeras são as técnicas de análises utilizadas para comprovar a existência ou não da capacidade antioxidante dessas substâncias. Dentre essas, uma técnica analítica muito empregada, devido ao custo relativamente baixo e ao grande número de aplicações desenvolvidas, é a **Espectroscopia de absorção na região do UV-Visível**.

Os procedimentos para essa análise envolvem medidas diretas de amostras no estado sólido, líquido ou gasoso de espécies que absorvem radiação nas regiões ultravioleta e/ou visível do espectro eletromagnético, de acordo com o comprimento de onda. A espectroscopia de absorção na região do UV-Visível é fundamentada na lei de Lambert-Beer, expressa pela equação matemática: $A = \log(I_0/I) = \epsilon bc$, onde **A** é a absorvância, **I₀** é a intensidade da radiação que incide na amostra, **I** é a intensidade da radiação que emerge da amostra, **ε** é a absorvidade molar (propriedade intrínseca de cada espécie absorvente), **b** é a distância percorrida pelo feixe através da amostra (cubeta) e **c** é a concentração da espécie absorvente (ROCHA, 2004).

8.2.3. Objetivos

- Determinar a capacidade antioxidante dos extratos de plantas (boldo do Chile, carqueja e erva mate).
- Identificar e avaliar os fatores que afetam uma análise espectroscópica na região do UV-Visível.

8.2.4. Materiais utilizados

Reagentes

- Água destilada;
- Extrato aquoso de boldo do Chile;
- Extrato aquoso de carqueja;
- Extrato aquoso de erva mate;
- Magnetita em pó;
- Peróxido de hidrogênio 30%;
- Solução de azul de metileno 0,16 mmol/L.

Materiais

- Béqueres;
- Cubeta para leitura em espectrofotômetro;
- Espátula de pesagem;
- Papel para limpeza da cubeta;
- Imã.

Equipamentos

- Balança analítica;
- Espectrofotômetro UV-Visível.

8.2.5. Procedimentos

Preparação dos Extratos

Para a avaliação da atividade antioxidante serão utilizados *saches* de boldo do Chile (*Pneumus boldus*), carqueja (*Baccharis sp.*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*), comumente encontrados nas prateleiras dos supermercados.

Em béqueres de 50 mL, adicione 30 mL de água destilada a 90°C. Em seguida, acrescente 3 g de cada droga vegetal selecionada para o teste. Após 5 minutos, filtre a mistura, por meio de filtração simples com a água ainda quente. Resfrie a solução obtida após a filtração (extrato aquoso) até temperatura ambiente e utilize-a para a realização dos testes seguintes.

Avaliação da Atividade Antioxidante

Em béquer de 50 mL, misture 20 mL de água destilada, 5 mL da solução aquosa de azul de metileno 0,16 mmol/L, 30 mg de magnetita (Fe_3O_4) e 0,2 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30%. Prepare três outras misturas, as quais se diferem da primeira pela quantidade de água destilada adicionada, 18 mL, e pela adição de 2 mL de cada extrato a ser testado. Depois disso, faça a medida de absorbância da mistura reacional a cada dez minutos, no comprimento de onda referente ao máximo de absorbância da solução de azul de metileno ($\lambda = 615 \text{ nm}$). Para isso, retenha a magnetita no fundo do béquer com auxílio de um ímã e transfira a solução para uma cubeta utilizando uma pipeta de Pasteur. Observe e anote seus resultados.

8.2.6. Questões

- 1- Qual o papel do azul de metileno no experimento?
- 2- Qual o papel da magnetita no experimento?
- 3- O que foi observado após a adição de cada extrato à solução de azul de metileno?
- 4- Os resultados observados nos experimento estão de acordo com a atividade atribuída a esses chás conforme seu uso popular?
- 5- Construa um gráfico relacionando a descoloração das soluções de azul de metileno em função do tempo, e em condições distintas.

8.2.7. Avaliação da atividade prática

Após a realização do experimento, discuta e compartilhe o resultado encontrado pelo seu grupo com os demais grupos, compare todos os resultados obtidos. Avalie se esses resultados estão coerentes, mediante os saberes populares, com os argumentos relacionados aos benefícios adquiridos a partir do consumo de chás. Ao final, redija um relatório com os seguintes itens: título, objetivo, materiais, procedimentos, discussão dos resultados e conclusão.

9. Considerações Finais

Durante a elaboração do presente trabalho de conclusão de curso pude rever e aprimorar conceitos que adquiri ao longo da minha graduação. Além disso, a partir do desenvolvimento da metodologia prática, pude perceber a importância de se realizar atividades experimentais investigativas.

Pretendemos que o presente material proposto possa ser utilizado por professores de Química em Instituições de Ensino Superior e que esse possa trazer, como benefício, a experimentação como ferramenta de contextualização e investigação no ensino de química.

Acredito que esse trabalho contribuiu muito para minha formação como professor de química, uma vez que, a proposta aqui apresentada aborda uma visão construtivista, em uma perspectiva experimental, investigativa e contextualizada.

10. Referências Bibliográficas

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas, Revista Ensaio. v. 13, n. 1, p. 122, 2011.

ASOLINI, F. C., TEDESCO, A. A., CARPES, S. T. Atividade antioxidante e antibacteriana dos compostos fenólicos dos extratos de plantas usadas como chás. Brazilian Journal of Food Technology, v. 9, p. 209, 2006.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, J. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro. Editora Interamericana, 1980.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 9, n. 3, p. 291, 2002.

BRASIL. Lei de diretrizes e bases. Lei n.º 9.394 de 20 de Dezembro 1996.

BRASIL. Parâmetros Curriculares do Ensino Médio. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ministério da Educação (MEC), Brasília. 1999, p.207.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN + Ensino Médio). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ministério da Educação (MEC), Brasília. 2002.

CACHAPUZ, A., MALAQUIAS, I., MARTINS, I. P., THOMAZ, M. F., VASCONCELOS, N. O trabalho experimental nas aulas de Física e Química: uma perspectiva nacional, Gazeta de Física, v. 12, f.2, p. 65, 1991.

CAI, Y.; LUO, Q.; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Science, n. 74, p. 2157, 2004.

CHASSOT, A. I. *et al.* Química do Cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. Espaços da Escola, n.10, p.47, 1993 *apud* SILVA; R. T.; CURSINO, A. C. T.; AIRES, J. A.; GUIMARÃES, O. M. Contextualização e experimentação: Uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da revista química nova na escola 2000-2008. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência, v. 11, n. 2, 2009.

COSTA, R. C. C. Aplicação de óxidos de ferro em novos processos avançados de oxidação. 2005. Tese (doutorado em Química) Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

DA COSTA Jr., J. S., DA SILVA, F. C. M., NETO, J. M. Avaliando as aproximações usadas no ensino de Físico-Química. Química Nova, v. 22, n. 4, p. 611, 1999.

DE ABREU, H. A., LAGO, I. A. S., SOUZA, G. P., PILÓ-VELOSO, D., DUARTE, H. A., ALCANTARA, A. F. C. Antioxidant activity of (+)-bergenin—a phytoconstituent isolated from the bark of *Sacoglottis uchi* Huber (Humireaceae). Organic & Biomolecular Chemistry. v. 6, p. 2713, 2008.

DEBOER, G. Historical perspectives on inquiry teaching in school. In L. Flick; N. Lederman (Ed.) Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education. Dordrecht: Springer, 2006, p. 17.

DEMO, P. Desafios modernos de educação, São Paulo, Editora Vozes 1993.

DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. Journal Chemical Education, v. 76, n. 4, p. 543, 1999.

DROGE, W. Free radical in the physiological control of function. Physiology Reviews, v. 82, n. 47, 2002.

FREIRE, P. A Importância do ato de ler. 31 ed. São Paulo. Editora Cortez, 1995.

GALIAZZI, M. C. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 252, 2001.

GIL-PÉREZ, D., CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 155, 1996.

GONÇALVES, F. P., MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes – parte II *Química Nova*, v. 34, n. 5, p. 899, 2011

GONÇALVES, F. P., MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 2, p. 224, 2006.

GOUVEA, L. R., MACHADO, A. H. Trilhando Caminhos para Compreender a Contextualização no ensino de Química. 2005. Monografia (conclusão de curso), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GUIMARÃES, C. C. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 31, p. 190. 2009.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition Reviews*, v. 52, n. 8, p. 253, 1994.

HODSON, D. Hacia un Enfoque más critico del Trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299, 1994.

HODSON, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química*, v. 16, n. 1, p. 30, 2005.

HOFSTEIN, A., LUNETTA, V. The laboratory in science education: foundations for twenty-first century. *Science Education*, v. 88, p. 28, 2004.

LEWIN, A. M. F, LOMASCÓLO, T. M .M. La metodología científica en la construcción de conocimientos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, p. 147, 1998.

LLORENS-MOLINA, J. A. El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratório. *Química Nova*, v. 33, n. 4, p. 994, 2010.

MACHADO, P. F. L., MÓL, G. S. Experimentando Química com Segurança. *Química Nova na Escola*, n. 27, p.57, 2008.

MORAIS, S. M., CAVALCANTI, E. S. B., COSTA, S. M. O., AGUIAR, L. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, n. 1B, p. 315. 2009,

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H., ROMANELLI, L. A proposta curricular de Química de Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273, 2000.

NIETO, M. P. V. Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las ciencias*, v. 15, n. 2, p. 176, 1997.

OSBORNE, R., WITTRICK, C. Learning science: a generative process. *Science Education*, n.4, p. 489, 1983.

POZO, J. I. (Org.) A solução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ROCHA, F. R. P. Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS. *Química Nova*, v. 27, n. 5, p. 807, 2004.

RODRIGUES, D. H. S., OLIVEIRA, A. C. Avaliação de uma proposta contextualizada sobre o ensino de polarimetria nos cursos de farmácia e engenharia de alimentos, na Universidade Federal do Ceará. *Química Nova*, v. 32, n.1, p. 250, 2009.

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*; v. 14, n. 1, p. 55, 2009.

TAMIR, P. Practical work at school: an analysis of current practice. In B. Woolnough (Ed.) *Practical Science*. Open University Press, 1991 *apud* SILVA, J. A. D. Atividades Investigativas no Ensino de Eletroquímica. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Química Licenciatura) - Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de Professores de ciências: uma reflexão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 17, n. 3 p. 361, 2000.

WARTHA, E. J., ALARIO, A. F. A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático. *Química Nova na Escola*, n.22, 2005.

ZULIANI, S. R. Q. A. Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social. 2006. Tese (doutorado em Química), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, São Carlos, 2006.