

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP) NA DISCIPLINA QUÍMICA ORGÂNICA POR MEIO DO ESTUDO DE MÉIS

APPLYING PROJECT-BASED LEARNING (PBL) IN THE ORGANIC CHEMISTRY COURSE WHILE STUDYING HONEY

Regina Lucia Pelachim LIANDA¹
Brian JOYCE²

RESUMO: ABP sugere processo de ensino e aprendizagem centrado no estudante. Aplicou-se o projeto “Caracterização de mel pelo perfil em fenólicos e avaliação antioxidante, focando ABP” (dois méis florais finlandeses, um português, e um mel de melato finlandês) na “Química Orgânica” na 2ª série do Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais - Campus Barbacena. Trabalhou-se o conteúdo durante o andamento do projeto. Os grupos foram sorteados, buscando trabalho em equipe. Dialogicamente, valorizou-se a individualidade. No primeiro bimestre realizaram-se análises espectrofotométricas no ultravioleta-UV. Cada grupo deu aula para outro grupo, caracterizando o aluno como orientador. Eles foram os próprios autores do processo de aprendizagem em cooperação, relacionando mel com compostos orgânicos. Estudaram átomo de carbono, e iniciaram funções. Modelos moleculares visaram o conhecimento discutido (ligações simples/dupla/tripla, σ/π ; hibridação/geometria; fórmula estrutural). No segundo bimestre houve preparo de extrato por cromatografia, levando também ao conhecimento sobre propriedades dos compostos (ocorreria no quarto bimestre), aplicando o subprojeto “Séries Homólogas”. Novos grupos foram sorteados (3º bimestre), em uma aula dialógica motivadora. A confiança foi criada, do aluno no aluno, no processo de aprendizagem e nos professores. No último bimestre, pesquisaram resultados químicos preliminares. Os perfis fenólicos foram similares, com mais diferenças na amostra de melato finlandesa e floral portuguesa. Estudaram isômeros e completaram-se funções. Ocorreram avaliações diferenciadas para a construção de conhecimento, incluindo o uso de ferramentas tecnológicas. Houve surpreendente nível de motivação entre os participantes. A implementação de abordagem ABP centrada no estudante é eficaz e poderosa.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Abordagem centrada no estudante. Aprender fazendo. Trabalho colaborativo. Química orgânica.

ABSTRACT: *PBL suggests that the teaching and learning process is student-centered. The project "Characterization of honey by phenolic profile and antioxidant evaluation, focusing on PBL" (two Finnish floral honeys, one Portuguese, and one Finnish honeydew) was applied in the "Organic Chemistry", to 2nd year students of Vocational Course in*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IFSudesteMG), Barbacena – MG – Brasil. E-mail: regina.lianda@ifsudestemg.edu.br

² Häme University of Applied Sciences HAMK. Hämeenlinna Finland. E-mail brian.joyce@hamk.fi

Chemistry at the Federal Institute of the Southeast of Minas Gerais - Barbacena Campus. The content was worked throughout the project. The groups were mixed, seeking teamwork. Dialogically, individuality was valued. In the first period UV-spectrophotometric analysis were performed. The groups taught each other, characterizing the role of the student as an advisor. They were the authors of the cooperative learning process, relating honey to organic compounds. They studied the carbon atom, and started functions. Molecular models aimed at the knowledge discussed (single/double/triple bonds, σ/π , hybridization/geometry, structures). For the second period, preparation of an extract by chromatography lead to the knowledge about properties of the compounds (which would occur in the fourth period), and applying the "Homologous Series" subproject. New groups were drawn (3rd period) in a motivating dialogical lesson. Trust was created between students and teachers within the learning process. In the last period, they investigated preliminary chemical results. The phenolic profiles were similar, with more differences in the Finnish honeydew and Portuguese floral. They studied isomers and completed functions. There were differentiated assessments for the construction of knowledge, including the use of technological tools. There was a surprising level of motivation amongst the participants. The implementation of PBL and student-centered approach is effective and powerful.

KEYWORDS: *Project-Based Learning (PBL). Student-Centered approach. Learn by doing. Collaborative work. Organic chemistry.*

Introdução

O educador é de fundamental importância no que se refere à mediação do saber, portanto, ele poderá propiciar diferentes metodologias pedagógicas e maneiras inovadoras de mediar o processo de ensino e aprendizagem, despertando o interesse, a criatividade, o pensamento crítico e a autonomia do aluno em sala de aula.

Uma das propostas metodológicas que busca tais contribuições é conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas/Projetos (ABP) desenvolvida no final da década de 60 na McMaster University, no Canadá, e posteriormente na Universidade de Maastrich, na Holanda.

A proposta é centrada no aluno, onde se procura que o mesmo aprenda por si próprio, dando a oportunidade de direcionar seu próprio aprendizado e investigar os aspectos científicos envolvidos em uma determinada situação real ou simulada que pode apresentar complexidade variável (SÁ; BRITO, 2010).

Além disso, apresenta como características: a organização temática em torno de problemas; o uso interdisciplinar de componentes teóricos e práticos; a ênfase no desenvolvimento cognitivo; o levantamento de hipóteses, na análise de dados e de alternativas; e a participação ativa do aluno em sala de aula (DE OLIVEIRA, 2013; FARIA; SILVA, 2012; LARMER; MERGENDOLLER, 2012).

Dentro desta proposta, ocorreu o desenvolvimento da disciplina “Química Orgânica” por meio do projeto “Caracterização de mel pelo seu perfil em substâncias fenólicas, e avaliação do potencial antioxidante, com foco na metodologia ABP”, no âmbito das abordagens teórico-práticas. Tal proposta permitiu que o conteúdo programático da disciplina tivesse sido ministrado de forma aplicada e interdisciplinar, conforme andamento do projeto.

Situando o mel no contexto do projeto

O mel é uma mistura de substâncias naturais de sabor doce produzida pelas abelhas, a partir da coleta do néctar das flores (mel floral) ou de secreções de partes de plantas ou de excreções de insetos que sugam partes das plantas (mel de melato, extrafloral), e que se transformam e combinam com as substâncias específicas de seus próprios organismos, ficando armazenados nos favos das colméias até o amadurecimento. Esta é a definição geral do mel no Codex Alimentarius Commission (1990 apud LIANDA, 2004) em que todas as características comercialmente requeridas do produto são descritas.

“O mel é uma mistura complexa de carboidratos, enzimas, ácidos aminados, ácidos, minerais, substâncias aromáticas, vitaminas, pigmentos, ceras e grãos de pólen” (ALVAREZ-SUAREZ et al, 2009; LIANDA, 2009). “Sua composição, cor, aroma e sabor dependem, principalmente, das floradas, das regiões geográficas, do clima e da espécie de abelha”. “Alguns dos componentes são devido à maturação do mel, alguns são adicionados pela abelha e alguns são derivados das plantas” (TOMÁS-BARBERÁN, 2001; LIANDA 2009).

Pode-se dizer que a composição do mel é variável, e quando há a predominância de alguma espécie floral visitada pelas abelhas, o mel é classificado como unifloral ou monofloral e apresenta a designação da espécie que o gerou como, por exemplo, mel de eucalipto, de laranja, dentre outros (LIANDA, 2004; 2009).

Segundo Tomás-Barberán e colaboradores (2001) a ação terapêutica do mel vem sendo largamente estudada com foco principalmente na sua capacidade antioxidante, uma vez que apresenta na sua constituição polifenóis e flavonóides que conferem as propriedades antioxidantes (LIANDA et al, 2012).

A partir destas características que o mel apresenta e da possibilidade de agregar vários conteúdos da química orgânica com o preparo dos extratos, análise cromatográfica e

as substâncias constituintes, o mel foi o objeto de estudo escolhido para desenvolvimento deste projeto permeado pela metodologia ABP.

Materiais e Métodos

Métodos ABP

O projeto foi aplicado na disciplina “Química Orgânica”, na 2ª série do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, em 2015, envolvendo 30 alunos, no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Barbacena, MG, Brasil.

A metodologia ABP consistiu em muitas atividades: aprendizagem cooperativa; tarefas dialógicas; busca por informações prévias dos temas antes das aulas, ou seja, os alunos estudam o assunto anteriormente; aulas práticas antes da teoria apresentada; uso de ferramentas tecnológicas: www.tagxedo.com e Facebook para comunicação entre os membros e apresentação de resultados; avaliações diversas (aos pares, pontuando aspectos positivos e os que poderiam ser melhorados; em grupos; participação), além da prova escrita e individual marcada pela escola; pesquisa na literatura de tema surgido durante aula prática, com aprendizagem de palavras-chaves gerando uma “nuvem” por meio do uso do programa www.tagxedo.com (individual); estudantes como orientadores, ou seja, alunos passando seus aprendizados adiante.

Durante o andamento do projeto (segundo bimestre) foi necessário elaborar um subprojeto ou módulo (“Séries homólogas de hidrocarbonetos e álcoois: aplicabilidade”), abrangendo conceitos das propriedades dos compostos orgânicos, que seriam ministrados no quarto bimestre pela metodologia convencional.

Procedimentos Analíticos

Amostras de Méis

As amostras foram armazenadas em geladeira a 10°C até o momento das extrações e estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Amostras de méis estudadas.

| Amostra | Florada | Data | Região |
|---------|---|------|-----------|
| MFRI | Mel finlandês <i>Rubus Idaeus</i> (framboesa) | 2014 | Finlândia |
| MFEA | Mel finlandês <i>Epilobium Angustifolium</i> (erva daninha) | 2014 | Finlândia |
| MMF | Mel de melato finlandês | 2014 | Finlândia |
| MPR | Mel português Rosmaninho | 2014 | Portugal |

Fonte: Autores

Padrões das Substâncias Fenólicas

Ênfase foi dada àqueles fenólicos já descritos na literatura como possíveis constituintes químicos de frutas e mel, além de suas disponibilidades (padrões comerciais) no laboratório. Foram os ácidos gálico, sinápico, siríngico, ferúlico, benzóico, 4-metoxicinâmico, 3,5-diidroxibenzóico, 3-metoxicinâmico, *meta*-cumárico, *orto*-cumárico, *para*-cumárico, cinâmico, 4-metoxibenzóico, protocatecuico e cafeico; e os flavonóides quercetina, canferol, rutina, crisina, miricetina, isoquercetina, naringenina, luteolina, apigenina e morina.

Preparo dos extratos das amostras para análises cromatográficas

As substâncias fenólicas foram extraídas do mel segundo metodologia descrita previamente na literatura (LIANDA, 2004; LIANDA, 2009; LIANDA; CASTRO, 2008; TOMÁS- BARBERÁN et al, 2001).

Misturou-se a amostra de mel (cerca de 50 g) com 250 ml de água destilada, ajustada a pH = 2 com ácido clorídrico concentrado, e agitou-se com agitador magnético, à temperatura ambiente, até completa dissolução. Agitou-se o filtrado juntamente com cerca de 75g de Amberlite XAD-2 (copolímero de estireno e divinilbenzeno, poro 9 nm e partícula 0,3-1,2 mm, obtido comercialmente da Supelco - Bellefonte, PA, EUA) e, em seguida, foi empacotado em uma coluna de vidro (80 x 3,5 cm; cromatografia em coluna aberta - CC). A coluna foi então lavada primeiramente com água acidificada (pH = 2, 100 ml), e em seguida, com água destilada (cerca de 150 ml) para remover todos os açúcares e outros constituintes polares do mel, enquanto as substâncias fenólicas permaneceram na coluna. A fração fenólica adsorvida na coluna foi então eluída com metanol (cerca de 350 ml). Foi concentrado o extrato obtido até a secura sob pressão reduzida em evaporador rotativo a 40°C (FISATON). Após esta etapa, foi realizado o procedimento de extração no qual foram adicionados 15 ml de H₂O destilada ao extrato, em seguida foi feita a partição com dois solventes diferentes (cada coluna em um solvente): a) éter (TOMÁS-BARBERÁN et al, 2001) e b) acetato de etila (LIANDA, 2004). Após dez extrações (10 x 10 ml), reuniram-se as fases orgânicas, secas sob sulfato de sódio anidro e concentrou-se até secura em evaporador rotativo a 40°C. Em seguida, dissolveu-se o extrato em metanol e analisou-se por CCDA.

Análise cromatográfica por cromatografia de camada delgada analítica (CCDA)

Foram utilizadas cromatofolhas de alumínio com gel de sílica 60 F254. O eluente usado como fase móvel para avaliação de ácidos fenólicos e flavonóides livres foi: hexano:acetato de etila:ácido fórmico-15:24:1, e para flavonóides glicosilados (clorofórmio:metanol:água:ácido fórmico-30:18:1:1) (LIANDA, 2009). A visualização das substâncias foi feita sob luz UV a 254 e 365 nm. Houve comparação do R_f (fator de retenção), e formato e cor das manchas sob UV.

Avaliação da atividade antioxidante por CCDA

Foram aplicadas alíquotas dos padrões e de cada extrato em cromatofolhas, utilizando como fase móvel hexano:acetato de etila:ácido fórmico (17:22:1), e como revelador, solução de 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) a 0,2% em metanol, segundo o método descrito por Ceruks e colaboradores (2007). As substâncias com atividade antirradicalar aparecem na forma de manchas amarelas sobre fundo violeta.

Resultados e Discussão

O Programa Analítico (PA) da disciplina “Química Orgânica” foi adequado à metodologia ABP e diversificações. A seguir são descritos alguns episódios ou atividades que evidenciam a aplicação da nova metodologia nesta turma.

Nas primeiras aulas foram apresentadas as novas ideias, aspectos da metodologia ABP, e realizadas algumas tarefas dialógicas. Houve a formação dos grupos dos alunos por meio de sorteios visando trabalho colaborativo entre pares aleatórios para conhecerem-se melhor, evitando exclusão (por exemplo, de alunos repetentes) e também porque no mercado de trabalho não é possível escolher colegas. A princípio os estudantes demonstraram-se bastante apreensivos e resistentes, incluindo a maneira de formação dos grupos.

Apesar das ideias terem sido apresentadas para a turma, o título e objeto de estudo do projeto (mel) não foram divulgados inicialmente, pois esta descoberta faria parte das primeiras atividades. O primeiro contato da turma com o objeto de estudo ocorreu com a participação de dois grupos, separadamente, na aula prática a respeito da primeira análise a ser realizada no projeto. A professora pesquisadora explicou como usar o

espectrofotômetro de ultravioleta (UV), e os alunos ainda fizeram análises sensoriais, sendo que os rótulos das embalagens estavam cobertos. Simultaneamente, o restante da turma ficou em sala de aula, e em grupos, observaram uma imagem em slide a respeito do objeto de estudo (mel), escrevendo diversas palavras. A princípio, individualmente, e, em seguida, listaram as palavras comuns escritas, e as diferentes escritas, para posteriormente, relacionarem com compostos químicos orgânicos. Pelo método convencional, a aula seguiria passo a passo o conteúdo por meio teórico, usando o quadro negro. Nessa aula os estudantes começaram sua aprendizagem dentro do laboratório, visualizando e discutindo os conceitos na prática. Outra novidade foi a presença de professores colaboradores (professoras pesquisadoras e licenciandos).

Uma observação a ser feita é que seguindo esta metodologia surgiram “surpresas” durante a aula, ou seja, não foi possível prever como ocorreriam rigorosamente, já que os alunos refletiram sobre o que estavam fazendo, portanto, discutiram e indagaram. Um exemplo que pode ser citado durante a primeira aula prática é em relação ao uso do metanol. Devido à sua toxidez, os alunos foram pesquisar, individualmente, este solvente orgânico. Realizaram, então, a primeira avaliação usando uma ferramenta de TI (www.tagxedo.com.br) na criação de nuvem com palavras-chave a respeito da pesquisa realizada.

Na aula seguinte foi proposto que as turmas que assistiram à 1ª aula prática ministrassem as explicações, com suas próprias palavras, para as demais turmas (o grupo 1 ministrou a aula para o grupo 3; o grupo 2 para o grupo 4; o grupo 3 para o grupo 5; e os grupos 4 e 5 para toda a turma), caracterizando o “Aprender Fazendo” e orientações entre os pares. Alguns estudantes, ainda, voluntariamente, ministraram uma aula prática sobre espectrofotometria UV para uma turma do 7º período do curso de Licenciatura em Química, na disciplina “Análise Instrumental”.

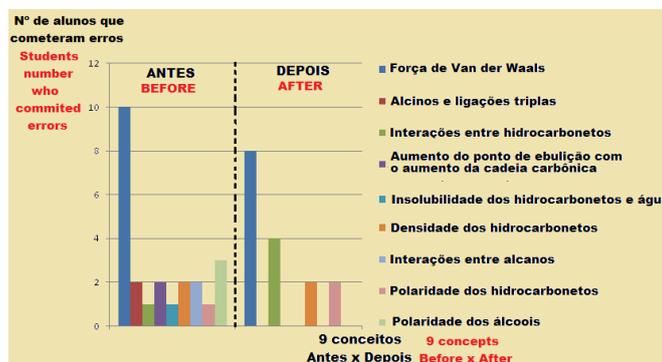
Nesta etapa foram obtidos os espectros de UV das amostras de méis, análise que não faria parte do conteúdo programático desta disciplina. Após este primeiro contato com química orgânica, houve uma aula teórica sobre introdução ao átomo de carbono. Neste momento do desenvolvimento do projeto, os estudantes já têm o conhecimento que o mel se refere ao objeto do estudo. Foram utilizadas nesta aula exemplos de compostos orgânicos que podem fazer parte da composição do mel (segundo indícios resultantes das análises UV, e conhecimento prévio da professora orientadora) para apresentação das ligações covalentes simples, dupla e tripla, portanto sigma e pi. Foram ministradas algumas

orientações para que os estudantes se preparassem pesquisando para a próxima aula os conceitos a respeito do átomo de carbono, além dos citados anteriormente. Então, a aula teórica seguinte direcionou-se à aplicação dos conceitos estudados pelos alunos (em casa) sobre o átomo de carbono. Com o uso de modelos moleculares (traços e orbitais), realizou-se o estudo de hibridização e geometria do Carbono sp^3 . Iniciou-se o estudo do Carbono sp^2 . A novidade nesta aula não é o uso de modelos moleculares, pois o mesmo já era utilizado anteriormente, mas sim o manuseio pelos estudantes (não somente pela professora), antes e durante explicações a respeito. O tempo envolvido para finalizar um aspecto do conteúdo programático parece ser maior, porém o resultado é superior.

Na sequência das aulas práticas iniciou-se (segundo bimestre) a aprendizagem sobre o preparo de extrato para análises cromatográficas (envolvendo cromatografia em coluna - CC, conteúdo programático constituinte da disciplina “Análise Instrumental”, na 3ª série). Surgiram discussões sobre propriedades físico-químicas, conteúdo programático da disciplina “Química Orgânica”, porém seria no quarto bimestre. Surgiu a ideia de criação de um módulo, como subprojeto, incluindo conceitos relacionados a essas propriedades, tais como, polaridade, solubilidade, ponto de ebulição, ponto de fusão, forças intermoleculares. O módulo intitulado “Séries homólogas de hidrocarbonetos e álcoois, aplicabilidade” foi elaborado pelas professoras pesquisadoras e licenciandos em química. Várias aulas práticas (ou teórico-práticas) foram realizadas, com um prévio estudo teórico dos alunos, envolvendo os temas específicos: “Estudo de algumas propriedades dos alcanos, alcenos, alcinos e álcoois”. Durante o desenvolvimento dessas aulas, a participação dos alunos foi constante e a motivação tanto deles quanto dos membros da equipe foram evidentes (em alguns momentos os alunos tomaram a frente das discussões e ministraram as aulas). Ao término das aulas práticas, foi aplicado um questionário a ser respondido, em grupos, sobre todas as propriedades visualizadas e discutidas no laboratório. Houve, ainda, após o processo prático, aulas teóricas sobre todas as propriedades, além de nomenclatura dessas funções orgânicas, de forma a organizar os conteúdos ministrados.

O questionário foi feito pelos alunos, em duplas, após discussões nas aulas teóricas. Houve evolução evidente, dentre 9 conceitos: 5 melhoraram em 100%; 1 em 20%, sendo o mais difícil; 1 manteve-se; 2 pioraram em porcentagem, porém representam a menor fatia de dificuldades; ver Figura 1 abaixo.

Figura 1: Gráficos comparando nº de alunos que cometeram erros em cada conceito no início da aplicação do subprojeto e depois da aplicação do subprojeto



Fonte: os autores

O subprojeto ocorreu durante o 2º bimestre completo, portanto seu conteúdo fez parte da avaliação bimestral exigida pela Instituição. As notas das provas foram 1/3 dos alunos ≥ 80 , 1/3 ≥ 70 , 1/5 ≤ 60 . A média 2/3 ≥ 80 , e ninguém em recuperação.

Sortearam-se novos grupos (3º bimestre), em uma motivadora aula dialógica, já que havia melhor aceitação, uma vez que os alunos já estavam mais confiantes neles mesmos, no processo de aprendizagem e na equipe de professores. Posteriormente, foram realizadas algumas atividades dialógicas com o objetivo de despertar em cada aluno a consciência da sua importância para o grupo em que estavam inseridos e a importância dos colegas para o sucesso das atividades realizadas. Logicamente as atividades dialógicas contribuíram também para que os alunos saíssem mais preparados para o mercado de trabalho, onde o contato com o outro é fundamental e imprescindível.

Os alunos foram os próprios autores do processo de ensino e aprendizagem cooperativamente, relacionando o mel com compostos orgânicos. Aprofundaram-se os estudos com a utilização dos modelos moleculares (Csp²/sp/geometrias).

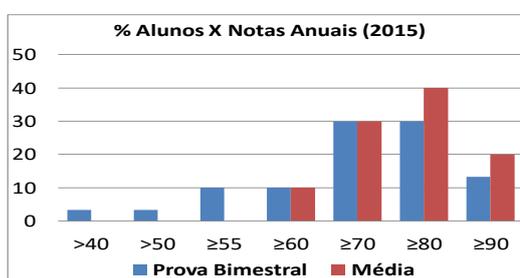
Nas aulas práticas, na sequência do preparo dos extratos, discutindo os compostos fenólicos e possíveis isômeros presentes nas amostras (como morina/quercetina), foi finalizado este conteúdo, bem como as funções orgânicas.

Durante todo o processo, foi dada ênfase aos estudos prévios, atividades em grupos em sala de aula, avaliações diferenciadas para construção do conhecimento. O estudo prévio propiciou maior rendimento dos alunos, visto que já chegavam à sala de aula com uma bagagem de conhecimento sobre o assunto que seria abordado. As aulas se tornaram mais produtivas, dinâmicas e contextualizadas, uma vez que as dúvidas sobre o assunto estudado proporcionaram debates construtivos.

No último bimestre os grupos foram definidos pelos próprios alunos, mais amadurecidos. Tiveram até dificuldade, pois sentiam-se mais unidos e gostariam que fosse um grupo único. Buscaram-se resultados químicos, cujo estudo deve continuar posteriormente.

O rendimento anual em termos de notas demonstrou que a metodologia pode ser uma ferramenta valiosa como contribuição e inovação do processo de ensino e aprendizagem (Figura 2).

Figura 2: Gráfico de % de alunos X notas anuais (2015).



Fonte: os autores

Esse projeto contribuiu para que os alunos adquirissem capacidade de atuação no mercado de trabalho de forma crítica, prática e confiável, além da aprendizagem de espírito de trabalho em equipe.

Os resultados superaram as expectativas, uma vez que, as aulas mais dinâmicas, dialógicas e criativas chamaram a atenção dos alunos que retribuíram com interesse, participação e rendimento no processo de ensino e aprendizagem. Apesar da resistência inicial dos alunos, aos poucos foram adquirindo confiança na metodologia, nas professoras e em si mesmos. Visivelmente se tornaram mais comunicativos, motivados, comprometidos e críticos do que no início da implementação da metodologia ABP.

Os alunos testemunharam a cada bimestre, positivamente, porém admitiram no final que se sentiram mais confiantes a partir do 3º bimestre. Seguem alguns depoimentos: “Eu estou gostando muito das aulas porque com essa metodologia aprender ficou mais fácil. Aprender fazendo tornou o conteúdo aprendido e não decorado”. “Nós aprendemos a trabalhar em equipe, a respeitar e ajudar”. “Eu concluí que com esse método é possível que antes da gente chegar à sala de aula a gente já conhece o assunto, então torna-se mais fácil a compreensão quando explicado”. “Esse método tendo aulas práticas antes de teóricas é muito interessante e legal, e também de ter que pesquisar para aprender”. “Bom, não vou

mentir, no início não concordei com isso, achei que iria nos prejudicar e ficaríamos defasados quanto ao conteúdo. Mas fui percebendo que não era ruim, e que ao invés de sairmos defasados e prejudicados, sairemos com mais conhecimentos e melhor formação”.

Análises químicas

O material adquirido permite a continuação do estudo como perspectiva. Os processos clássicos baseados por CCDA e coluna aberta (CC) foram utilizados para a separação e purificação dos produtos naturais de interesse (substâncias fenólicas).

Espectros de ultravioleta das amostras dos méis

Inicialmente, um estudo dos espectros de absorção no UV dos méis (solubilizados em metanol) permitiu que se fizessem algumas considerações relativas às estruturas das substâncias a serem identificadas. A análise desses espectros permitiu verificar absorção localizada entre 250-360 nm, faixa de absorção que sugeriu a presença de derivados fenólicos, incluindo os ácidos fenólicos (ácido benzóico e seus derivados; e ácido cinâmico e seus derivados) e flavonóides (flavonas ou flavanonas). Todos os méis apresentaram semelhanças em seus espectros de UV.

Análises dos extratos de méis

Muitas substâncias fenólicas presentes nas amostras não coincidiram com os padrões utilizados, não havendo possibilidade de indicar identificação pela metodologia adotada. Seguem na Tabela 2 os resultados preliminares.

Tabela 2: Substâncias Fenólicas identificadas por CCDA.

| Amostra | Substâncias fenólicas |
|---------|---|
| MFRI | Ácidos: <i>para</i> -cumárico, benzóico, ferúlico ou sinápico, 3-metoxicinâmico ou 4-metoxibenzóico, Flavonóides: talvez canferol, talvez isoquercetina, naringenina |
| MFEA | Ácidos: 3,5-diidroxibenzóico, cinâmico, ferúlico ou sinápico, ácido 3-metoxicinâmico ou 4-metoxibenzóico, <i>meta</i> ou <i>orto</i> -cumárico, Flavonóide: talvez isoquercetina |
| MMF | Ácidos: <i>para</i> -cumárico, benzóico, cinâmico, ferúlico ou sinápico Flavonóides: talvez canferol, apigenina |
| MPR | Ácidos: siríngico, ferúlico ou sinápico, 3-metoxicinâmico ou 4-metoxibenzóico, <i>meta</i> ou <i>orto</i> -cumárico |

Fonte: os autores

Atividade Antioxidante dos Extratos de Méis

A maioria dos métodos antioxidantes usados envolve a geração de espécies oxidantes, geralmente radicais livres, e sua concentração é monitorada na presença de antioxidantes que os sequestram. A molécula de DPPH é considerada um radical livre estável por apresentar um elétron livre que pode deslocalizar-se por toda a sua estrutura. Esse efeito de ressonância que a molécula de DPPH apresenta resulta em uma coloração violeta escura em solução de etanol ou metanol. Quando a solução de DPPH é misturada com alguma substância que pode doar um radical hidrogênio, então a reação gera a sua forma reduzida com a perda da coloração violeta (embora seja esperado aparecer um resíduo de coloração amarela devido à presença do grupamento picril).

O mel finlandês de erva daninha foi o que demonstrou maior coloração amarelada em suas manchas, e mais ainda quando extraída com éter. Este dado pode enriquecer a discussão das estruturas dos possíveis fenólicos constituintes deste mel, levando em conta a presença de grupos hidroxilas substituintes no anel aromático, ou ainda sua posição, como por exemplo a posição *orto* favorece a estabilização do radical livre e a posição *meta* não, e também o grupo metoxila não apresentará a atividade. Neste contexto, há uma tendência a considerar uma maior probabilidade da presença do ácido *orto*-cumárico e, talvez, não o *meta*, e ainda, faz jus à presença do ácido 3,5-diidroxibenzóico. Já o mel português não apresentou revelação de coloração amarela em suas manchas, colocando em discussão exatamente a possibilidade inversa, de suas substâncias fenólicas serem metoxiladas preferencialmente.

Considerações finais

Na perspectiva de promover a aprendizagem significativa dos estudantes, o uso da metodologia ABP no ensino de química orgânica, se mostrou eficiente no que diz respeito à formação de sujeitos críticos, curiosos e participativos se envolvendo de forma prazerosa nas aulas de química. Esta implementação superou expectativas, com aulas dinâmicas, chamando atenção dos alunos que retribuíram com interesse e rendimento. Evidencia-se alcance de motivação por parte dos alunos e da equipe de professores. Podem ser enfatizados: a construção do conhecimento colaborativo, com respeito à individualidade; geração de confiança entre os estudantes, no processo de aprendizagem e na professora; alunos refletindo sobre o que estão fazendo; desenvolvimento de habilidades de realização

de trabalho em equipes e de gestão. O estudo dos compostos orgânicos de maneira correlacionada com um alimento do cotidiano, e ainda sendo isolados da matriz (o mel) por técnicas analíticas levou à aprendizagem significativa, além da contribuição com a comunidade científica (das áreas educacional, química, apícola, biológica e nutricional).

Os méis europeus demonstraram perfis de fenólicos similares entre as amostras, sendo resultados preliminares. Os ácidos fenólicos indicados foram: ferúlico ou sinápico (em todas as amostras), 3-metoxicinâmico ou 4-metoxibenzóico (nas amostras florais), *meta* ou *orto*-cumárico, *para*-cumárico, benzóico, cinâmico, 3,5-diidroxibenzóico (somente na amostra erva daninha) e siríngico (somente na amostra rosmaninho portuguesa). A possibilidade da presença de flavonóides aparece somente para as amostras finlandesas, a isoquercetina (nas amostras florais), canferol, naringenina (na amostra framboesa) e apigenina (na amostra melato).

As análises preliminares de atividades antioxidantes por CCDA usando como revelador o DPPH, revelou que o mel que demonstrou mais atividade foi o finlandês de erva daninha. Em geral, os méis finlandeses apresentaram maior atividade que o português, talvez sugerindo que suas substâncias fenólicas sejam hidroxiladas em detrimento das metoxiladas, já o mel português exatamente a possibilidade inversa. Aparece um resultado interessante, de forma a diferenciar dos méis finlandeses, já que a flora e o clima destes países são distintos.

Por fim, a implementação de abordagem centrada no aluno e baseado em projeto de aprendizagem (ABP) no estudo é eficaz e poderosa.

Agradecimentos: À SETEC / MEC - Brasil. Ao CNPq. À Capes. Às professoras pesquisadoras Cynthia Nathalia Pereira e Laíse Aparecida Fonseca Dinali. Aos licenciandos em química Paloma Bertolin Presoti e André Filipe Oliveira de Paula. Ao doutorando em educação Wesley Dinali, da UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora - MG.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; VIDAL, A.; ATTINO, M. Methodological aspects about determination of phenolic compounds and in vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey: A review. **Analytical Chemistry**, v., n. 4, p. 293-302, 2009.

CERUKS, M.; ROMOFF, P.; FÁVERO, O. A.; LAGO, J. H. G. Constituintes fenólicos polares de *Schinus terebinthifolius* RADDI (ANACARDIACEAE). **Química Nova**, v. 30, n. 3. P. 597-599, 2007.

DE OLIVEIRA, M. D. R. Aprendizagem baseada em problemas/projetos em ambiente on-line na perspectiva de educadores e educandos da ciência dos alimentos. (Doctoral dissertation in Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, 2013.

FARIA, F. L.; SILVA, A. F. A. Estudo de Casos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos alunos do Ensino Médio. Paper presented at the **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**, Salvador, BA, Brasil, 2012.

LARMER, J.; MERGENDOLLER, J. R. 8 Essentials for Project-Based Learning. **Educational Leadership**, v. 68, n. 1, p. 34-37, 2012.

LIANDA, R. L. P. **Caracterização de mel de Apis mellifera pelo seu perfil em substâncias fenólicas por cromatografia líquida de alta eficiência e avaliação da atividade biológica.** (Unpublished master's thesis), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-PPGQ-UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil, 2004.

LIANDA, R. L. P. **Perfil de substâncias fenólicas de méis brasileiros por cromatografia líquida de alta eficiência e avaliação do potencial antioxidante.** (Doctoral dissertation in Química), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.

LIANDA, R. L. P.; CASTRO, R. N. Isolamento e identificação da morina em mel brasileiro de Apis mellifera. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1472-1475, 2008.

LIANDA, R. L. P.; SANT'ANA, L. D.; ECHEVARRIA, A.; CASTRO, R. N. Antioxidant activity and phenolic composition of Brazilian honeys and their extracts. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, p. 1-10, 2012.

SÁ, L. P.; BRITO, J. Q. A. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; MARTOS, I.; FERRERES, F.; RADOVIC, B. S.; ANKLAM, E. HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 81, p. 485-496, 2001.

Como referenciar este artigo

LIANDA, Regina Lucia Pelachim.; JOYCE, Brian. Applying Project-Based Learning (PBL) in the organic chemistry course while studying honey. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. esp1, p. 411-424, maio 2018. E-ISSN: 1982-5587. DOI: 10.21723/riaee.nesp1.v13.2018.11435

Submetido em: 30/10/2018

Aprovado em: 30/01/2018