

APRENDIZAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS UTILIZANDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O ESTUDO FITOQUÍMICO DA ESPÉCIE *Euphorbia tirucalli* L.

Learning of chemical concepts using a teaching sequence involving the phytochemical study of the species *Euphorbia tirucalli* L.

Francisco José Mininel [kmininel17@gmail.com]

Universidade Brasil

Estrada projetada F1, S/N Fazenda Santa Rita, Fernandópolis - SP, 15600-000

Silvana Márcia Ximenes Mininel [mininelsilvana@gmail.com]

Universidade Brasil

Estrada projetada F1, S/N Fazenda Santa Rita, Fernandópolis - SP, 15600-000

Recebido em: 15/06/2020

Aceito em: 25/01/2021

Resumo

O presente artigo é resultado do desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD), pensada e elaborada a partir do interesse imediato dos alunos acerca da toxicidade da espécie *Euphorbia tirucalli* L., planta muito comum na região de residência dos estudantes. Foram utilizadas várias estratégias: Rodas de Conversa, pesquisas bibliográficas, Técnica de Fichamento, utilização de aplicativo para construção das fórmulas estruturais, experimentação, produção de relatórios e construção de portfólios, o que permitiu uma avaliação formativa do processo e responder ao questionamento inicial dos alunos: “por que a planta é tão tóxica”? A aplicação desta (SD) demonstrou que a abordagem dos conteúdos a partir do diálogo e interação entre os alunos com mediação do professor, estimulou o envolvimento dos estudantes, favorecendo a apropriação da linguagem científica e facilitando a percepção das relações entre o conhecimento químico e o contexto sociocultural dos estudantes envolvidos.

Palavras-Chave: *Euphorbia tirucalli* L.; Sequência Didática; Toxicidade.

Abstract

This article is the result of the development of a Didactic Sequence (SD), thought and elaborated from the students' immediate interest about the toxicity of the species *Euphorbia tirucalli* L., a very common plant in the region of the students' residence. Several strategies were used: Conversation Wheels, bibliographic research, File Technique, use of an application to build structural formulas, experimentation, report production and construction of portfolios, which allowed a formative assessment of the process and answered the students' initial questioning: "Why the plant is so toxic"? The application of this (SD) demonstrated that the approach to the contents based on dialogue and interaction between students with teacher mediation, stimulated the students' involvement, favoring the appropriation of scientific language and facilitating the perception of the relationships between chemical knowledge and socio-cultural context of the students involved.

Keywords: *Euphorbia tirucalli* L.; Didactic Sequence; Toxicity.

Introdução

O ensino de Química tem apresentado deficiências quando se trata de aprendizagem significativa dos conteúdos por parte dos alunos. Essa dificuldade se deve em grande parte por conta da fragmentação de conteúdos o que torna a disciplina pouco atraente para o educando (MARCONDES, 2008). Ao refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, considera-se importante que o conhecimento científico seja construído pelo educando a partir das relações dialógicas que ocorrem em sala de aula, em detrimento a uma perspectiva mecânica da aprendizagem, em que o estudante apenas memoriza conceitos e fórmulas, sem, de fato, compreender o seu significado. A partir de uma abordagem dialógica, é possível desenvolver a autonomia no estudante, constituindo-o como protagonista na construção de seu próprio conhecimento. Para que isso ocorra, deve-se romper com a visão simplista de que ensinar se restringe à memorização dos conteúdos (FREIRE, 2016). Os pressupostos da alfabetização científica estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) e no Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010). Ler e interpretar textos científicos e tecnológicos, entender e aplicar métodos das Ciências Naturais, selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas são algumas das habilidades e competências tidas como importantes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998). O Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010) declara a importância da visão científica para a prática de uma cidadania reflexiva e consciente. Desse modo, a fim de proporcionar aprendizagens significativas, foi desenvolvida uma Sequência Didática (SD) a fim de trabalhar conceitos básicos de química (AUSUBEL, 2003). A sequência didática é um termo em educação utilizado para definir um procedimento encadeado de passos, ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado. As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos (ZABALA, 1998). Em outras palavras, poderíamos definir uma SD como um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes (KOBASHIGAWA et al., 2008). Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias. É através de seu uso que é possível se alcançar, por exemplo, um ensino investigativo, com a problematização, a organização dos conteúdos e aplicação do conhecimento. A SD é exemplo de estratégia que pode permitir que o estudante construa o conhecimento através de uma sucessão de questionamentos, facilitando o fazer pedagógico. Planejar as atividades dos estudantes, utilizando diferentes estratégias para melhoria do processo educativo, é a parte principal do fazer docente. As ações precisam ser planejadas, levando em consideração as dificuldades específicas da disciplina em questão, e apresentadas em níveis crescentes de complexidade, caso da SD. A Sequência Didática utilizada como estratégia de ensino pretende viabilizar a participação dos alunos de maneira ativa durante as aulas integrando o tema à sua realidade, de forma interdisciplinar e contextualizada. Daí a importância de que o professor seja um mediador das discussões para a ciência, procurando vincular o que está sendo trabalhado com a realidade do próprio aluno, com o meio social onde o mesmo está inserido, desenvolvendo no aluno a capacidade de tomada de decisões (SANTOS & SCHNETZLER, 1996).

Metodologia da pesquisa

O presente trabalho está baseado na aplicação e análise de uma Sequência Didática (SD) a fim de se estudar a espécie *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae), Figura 1. Essa planta é bastante comum na região de Fernandópolis-SP, município onde se localiza a Escola de execução do trabalho. Nesta região, muitos alunos relatam problemas de alergias sérias por conta do contato do látex da planta com a pele e mucosas, principalmente quando da poda das mesmas pelos familiares. Aproveitando-se do interesse manifestado pelos alunos acerca dessa espécie vegetal, buscou-se elaborar uma Sequência Didática estimulando a busca de referências bibliográficas sobre a planta e

a pesquisa sobre os constituintes químicos que tornavam a espécie irritante para a pele e mucosas. A parte experimental incluiu uma triagem fitoquímica a fim de detectar experimentalmente a presença ou ausência de constituintes químicos no extrato etanólico de caules e cromatografia em camada delgada do látex. No transcorrer do trabalho foram considerados os pressupostos de Minayo (1994), segundo o qual, a pesquisa qualitativa é uma “atividade básica da Ciência na sua indagação e construção da realidade. [...] Embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação” (Minayo, 1994, p. 17). Assim sendo, a pesquisa qualitativa busca a resolução de um problema real, no qual o foco está centrado em um universo de significados, crenças e valores, visando responder questões mais profundas do conhecimento. O trabalho foi desenvolvido conjuntamente com os bolsistas do (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), do Governo Federal. Segundo Hernández (1998), o tema-problema pode partir de uma situação que algum aluno apresente em aula, ou pode ser sugerido pelo docente. Em ambos os casos, o importante é que o desencadeante contenha uma questão valiosa, substantiva para ser explorada. Estabelecido o tema-problema, pensou-se em uma metodologia na qual o estudante buscasse, a partir de um desenvolvimento autônomo de pensamento, levantar hipóteses para resolver a problemática exposta. Os conteúdos químicos foram introduzidos com a mediação do professor e o aluno assumia o total protagonismo na construção dos conhecimentos e na tomada de decisões.



Figura 1: *Euphorbia tirucalli* L. (Fonte: próprio autor).

A Sequência Didática foi aplicada em uma sala de terceiro ano do Ensino Médio do período da manhã (um total de 28 alunos), com um total de 02 aulas semanais, durante aproximadamente quatro meses, entre março a junho. Pensou-se na elaboração de uma Sequência Didática, uma vez que o tema partiu do questionamento e interesse dos alunos em querer saber o motivo pelo qual a planta é tão tóxica e irritante, principalmente quando se tem contato com o látex. O professor aplicador da Sequência Didática é um professor efetivo de Química da Rede Estadual de São Paulo e trabalha com a turma escolhida desde a primeira série do Ensino Médio. As aulas aconteceram no período de aulas dos alunos e foram utilizados o laboratório de informática, sala de multimídia e o laboratório de Química da escola. Para execução das atividades experimentais, foram montados um total de 04 grupos (*G1* a *G4*) com 07 alunos cada, os quais foram supervisionados pelos Bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência). O PIBID é uma ação da Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação (MEC) que visa proporcionar aos discentes na primeira metade do curso de licenciatura uma aproximação prática com o cotidiano das escolas públicas de educação básica e com o contexto em que elas estão inseridas (<https://capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid>). Os bolsistas, juntamente com o professor da sala, acompanharam os alunos na execução dos experimentos. Antes de cada um dos

experimentos realizados, os alunos recebiam os roteiros e instruções de como proceder para executar o experimento proposto. A coleta de dados foi feita através da observação durante os momentos de aula e por meio da análise dos relatórios elaborados pelos alunos ao final de cada sequência de atividades (BARDIN, 2011). A organização da Sequência Didática (Figura 2) se deu em três momentos pedagógicos distintos: problematização, organização e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV *et al.*, 2007, p. 199). A problematização consiste em verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema, de tal modo, que os estudantes sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações de aprendizagem propostas em aula. Num segundo momento se dá a organização do conhecimento, onde estudam os conteúdos necessários para a compreensão do tema e contam com o monitoramento do professor. São utilizadas, então, as mais variadas atividades de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV *et al.*, 2007, p. 200). Na última etapa, temos a aplicação do conhecimento que se destina, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que foi incorporado pelo estudante, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV *et al.*, 2007, p. 201).

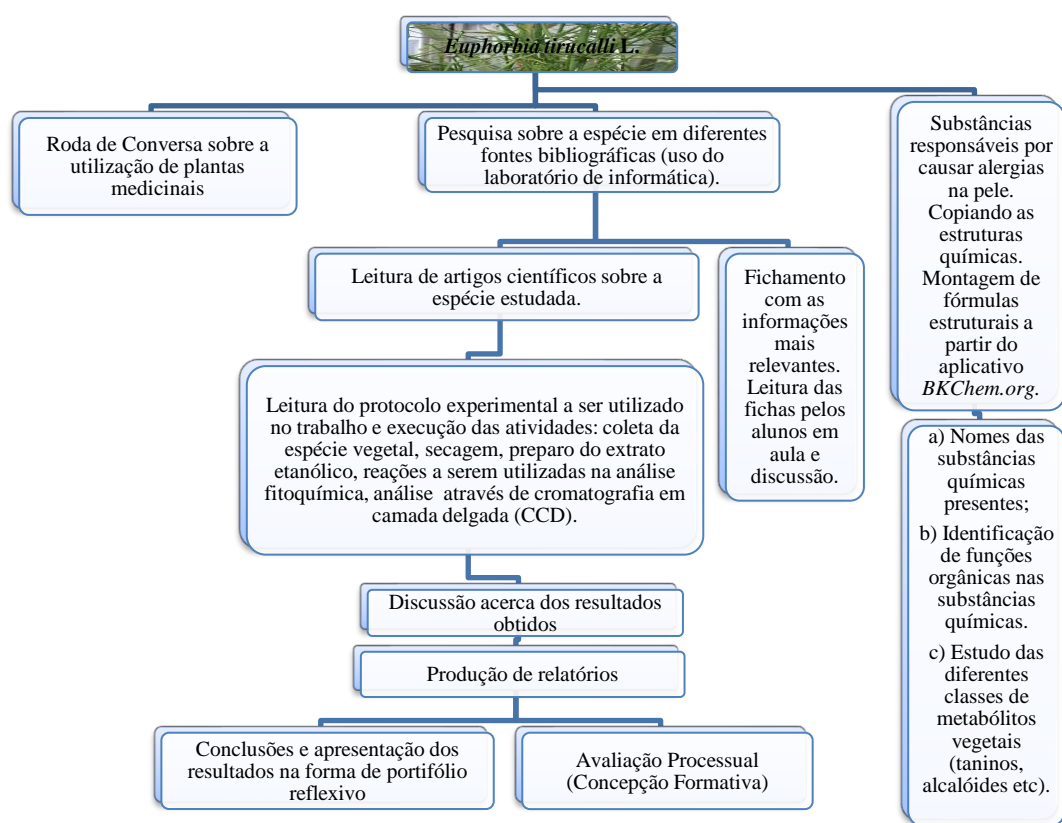


Figura 2: Sequência Didática utilizada nas aulas.

Preparação do extrato etanólico bruto

O extrato bruto foi preparado previamente pelos bolsistas no laboratório de Química da Universidade onde estudam e levado posteriormente para o laboratório da escola. Foram utilizadas 30 g da droga vegetal fresca (ramos) e seca com maceração durante 15 dias, com etanol a 95% (30 g/300 mL), por três vezes. Após filtração, o extrato foi concentrado em evaporador rotatório sob pressão reduzida (40°C) para aproximadamente 1/5 do seu volume (Matos, 1997). O material foi

levado à estufa de secagem a temperatura de 40 °C por 24 horas para obtenção do extrato etanólico do caule e armazenado em frasco âmbar para posterior análise pelos grupos de alunos.

Triagem fitoquímica

A triagem fitoquímica foi realizada no extrato etanólico, segundo metodologias adaptadas de Matos (1997). Os grupos químicos testados foram: alcalóides, esteróides ou triterpenos, fenóis em geral, heterosídeos antraquinônicos, heterosídeos cardioativos, heterosídeos cumarínicos, heterosídeos flavônicos, heterosídeos saponínicos, taninos condensados, taninos hidrolisáveis. Para a execução das reações químicas de identificação das diferentes classes de substâncias, as bancadas de cada um dos grupos eram organizadas previamente com todas as vidrarias necessárias, os reagentes devidamente rotulados e um roteiro para realização da atividade experimental. Cada um dos grupos eram acompanhados pelo professor e bolsistas durante a realização das reações. Nesse processo, o diálogo entre os membros do grupo era sempre incentivado, inclusive a comparação de resultados com outros grupos, atuando o professor e bolsistas como mediadores do processo. Um total de dez aulas foram utilizadas para a realização das reações de identificação de classes de compostos presentes no extrato. Era sempre pesquisado uma classe de substância por aula.

Análise cromatográfica do látex

Na cromatografia de camada delgada (CCD) foi utilizado cromatofolhas de alumínio Al TLC de gel de sílica F₂₅₄, da Silicycle®. O látex foi coletado por punção das folhas e caule e dissolveu-se em acetato de etila. Como fase móvel utilizou-se tolueno 50 mL + benzeno 50 mL + acetato de etila 3 mL. O padrão utilizado foi lupeol. A revelação da placa foi feita utilizando-se o revelador anisaldeído (WAGNER *et al.*, 1984). Distribui-se para cada grupo uma cromatofolha no qual foram demarcados seis pontos na parte inferior e com a ajuda de um capilar adicionou-se uma gota no primeiro ponto, duas no segundo e assim, sucessivamente, até se chegar a cinco gotas no quinto ponto. No sexto ponto adicionou-se uma gota do padrão lupeol. Após o preparo das cromatoplasmas, cada grupo recebeu uma cuba contendo acetato de etila como fase móvel. Após o término da corrida cromatográfica, borrifou-se o revelador na placa dentro da capela do laboratório, procedimento este, feito pelo professor e acompanhado pelos alunos.

Resultados e discussão

Euphorbia tirucalli L. é uma planta originária da África do Sul, adapta-se muito bem a climas quentes, muito utilizada na jardinagem a fins de ornamento, também é conhecida como: aveloz, pau-pelado, árvore lápis, dedo-do-diabo (CASEIRO *et al.*, 2006). Árvore de pequeno porte, podendo apresentar até 6 metros de altura, suas folhas são modificadas, parecendo pequenos caules, quando apresentam flores são muito pequenas, suas folhas e caules são suculentos, apresentando uma grande quantidade de látex, o qual apresenta atividades irritantes na pele, podendo provocar erupções, inflamações e até mesmo queimaduras. O látex ao ser ingerido pode causar reações adversas como: vômitos, diarreias e mais graves como hemorragias por irritação da mucosa gástrica. Se em contato com os olhos pode provocar a destruição das córneas e consequente cegueira. Há relatos da utilização do látex da planta no tratamento contra alguns tipos de câncer, entretanto não há estudos científicos que comprovem a dose que seria recomendada aos tratamentos sem que causasse efeitos tóxicos (TOFANELLI *et al.*, 2011). A problematização se deu inicialmente através de aulas dialogadas onde o professor atuava como mediador de todo o processo. Dessa forma os alunos se expressavam livremente sobre o uso de plantas medicinais, utilização destas plantas por pessoas da família, plantas tóxicas etc. O objetivo desse processo foi realizar a inserção metodológica de uma Roda de Conversa como mecanismo de construção dialógica no processo de ensino e aprendizagem. As Rodas de Conversa possibilitam intervenções metodológicas para uma comunicação dinâmica e produtiva entre os alunos e o professor. No

contexto da Roda de Conversa, o diálogo é um momento singular de partilha, uma vez que pressupõe um exercício de escuta e fala. A construção de um campo dialógico e democrático, no qual o aluno ganha vez e voz, mas que não fala sozinho, já que o professor, parceiro e sensível às suas necessidades, estão com eles em diferentes momentos. Reconhece-se o aluno como sujeito de direitos e ativos na construção de conhecimentos (BARBOSA & HORN, 2008). Na sequência foi retomado o questionamento inicial que deu origem a esse trabalho: “por que a planta *Euphorbia tirucalli* L. causa alergias e irritação na pele? Em busca de solução para esses questionamentos, solicitou-se inicialmente que fosse feita uma pesquisa bibliográfica sobre a planta. Para a pesquisa, utilizou-se o laboratório de informática da Escola. Os alunos foram acompanhados pelo professor e os artigos selecionados foram impressos para leitura posterior. O processo de leitura dos textos escolhidos foram feitos em aula e os alunos foram orientados a utilizarem a técnica de fichamento. O fichamento é tanto uma técnica de estudo como de pesquisa. Através dela o estudante/pesquisador constrói sua sementeira de ideias e informações. O fichamento é, sobretudo, um arquivo pessoal onde o estudante/pesquisador armazena as informações relevantes de suas leituras ou mesmo reflexões pessoais. A literatura aponta várias vantagens de um arquivo de fichas, dentre elas, o fato de poderem ser dispostas sobre a mesa facilitando o manuseio e pesquisa (LANKSHEAR & KNOBEL, 2008). A partir dos textos selecionados, percebia-se que os alunos já começavam a entender o motivo pelo qual a planta era tão agressiva para a pele e mucosas. Um dos grupos (*G1*) registrou que o látex ganhou importância graças a sua fama como resolutivo nos carcinomas e epitelomas benignos, quando em baixas concentrações. Outro grupo (*G2*) registrou e leu para os demais que todas as partes da planta eram tóxicas. Um outro grupo (*G3*), ainda relata que, o látex causa lesão na pele, boca e língua, dor, queimação e coceira; o contato com os olhos causa irritação, lacrimejamento, edema de pálpebras e dificuldades de visão (LORENZI & MATOS, 2008; BATISTA et al., 2014; MATOS, 2000). O grupo (*G4*), anotou em sua ficha que o látex da espécie estudada é rico em diterpenoides, ésteres diterpênicos de forbol, ingenanos, tiglianos, dafnanos e dafnanos aromáticos, substâncias essas, que eram extremamente irritantes para os olhos e a pele (VARRICCHIO et al., 2008a). Neste fichamento, os alunos foram orientados a copiarem as estruturas químicas das substâncias isoladas da planta. Os nomes oficiais das substâncias eram escritos embaixo de cada estrutura química. Na sequência foram orientados para utilização do aplicativo *BKChem.org*. para construção das fórmulas estruturais dos compostos já isolados da planta. Com o auxílio do professor e bolsistas do PIBID, os alunos construíram as fórmulas estruturais das moléculas, utilizando os computadores da sala de informática (Figura 3). Esse foi um momento bastante rico em discussões, uma vez que permitiu que fossem discutidos conteúdos importantes em Química, tais como ligações químicas, ângulos de ligação, tetravalência do átomo de carbono, grupamentos funcionais presentes e construção de fórmulas moleculares a partir da fórmula estrutural. Para entendimento de que cada classe de metabólito possui grupos funcionais distintos e que estes interagem com o organismo vivo determinando a atividade farmacológica, pesquisou-se, também, sobre as diferentes classes de substâncias do metabolismo secundário (taninos, flavonoides, alcaloides etc). No decorrer da sequência didática o objetivo foi contemplar o aspecto conceitual, procedimental e atitudinal, de acordo com as orientações de Zabala (1998). O aspecto Conceitual trata dos elementos específicos dentro do saber de uma área, que neste trabalho são as funções orgânicas, classes de metabólitos encontrados nas plantas, conhecimento popular sobre as diferentes espécies. Aspecto Procedimental: uma vez que está associado às estratégias utilizadas para compreensão do conteúdo, ou seja, é o “aprender a fazer”, neste trabalho foi motivada a leitura, a análise de textos, a pesquisa e a experimentação (triagem fitoquímica), com mediação do professor e alunos bolsistas. Deve-se destacar que antes do início das atividades experimentais foram ministradas um total de seis aulas a fim de socializar conceitos para o entendimento dos procedimentos a serem realizados, munindo-os também de conhecimento sobre vidrarias, regras de segurança em laboratório, principais evidências de ocorrência de fenômenos químicos, prospecção de constituintes químicos em plantas, cromatografia em camada delgada. As atividades experimentais permitiram a participação dos alunos em quase todas as etapas, exigindo um envolvimento cognitivo que não se restringe à simples observação e anotação

do observado. Os alunos eram sempre estimulados a analisar os dados, o que envolvia o reconhecimento das variáveis relevantes no processo: coloração obtida após a mistura dos reagentes, maior ou menor abundância dos precipitados, maior ou menor efervescência, presença ou ausência de uma determinada classe de metabólito secundário etc (Tabela 1).

Tabela 1-Resultado da triagem fitoquímica dos ramos da espécie *Euphorbia tirucalli* L.

Composto químico/aspecto pesquisado	Resultado
Alcalóides	Positivo
Esteróides ou triterpenos	Positivo
Fenóis em geral	Positivo
Heterosídeos antraquinônicos	Negativo
Heterosídeos cardioativos	Negativo
Heterosídeos cumarínicos	Negativo
Heterosídeos flavônicos	Positivo
Heterosídeos saponínicos	Negativo
Taninos condensados	Positivo
Taninos hidrolisáveis	Negativo

O aspecto Atitudinal relaciona-se ao conjunto de valores e atitudes que fazem parte da personalidade do aluno, que nesse trabalho foi motivada a partir da colaboração entre os pares, o aprender a ouvir e refletir. Desse modo, através da transcrição das conversas, dos debates e sua análise, conseguiu-se perceber que os alunos não só se responsabilizavam pelo que “diziam”, mas também que levavam em conta os outros estudantes como facilitadores da própria aprendizagem, contribuindo para criação de atitudes de participação e reconhecimento do “outro” que transcendiam o conteúdo temático da pesquisa que se realizava (HERNÁNDEZ, 1998, p.84). Ficou evidente no transcorrer das atividades experimentais realizadas, que as relações de interação entre os alunos, bem como as colaborações, se apresentaram como uma ferramenta de grande importância para o ensino. Machado e Mortimer (2007) afirmam que além das concepções que os alunos já trazem para a sala de aula, muito importantes são também as discussões que promovem a construção de argumentos e justificativas fundamentadas. Discussões pós-laboratório foram também de extrema importância na construção do conhecimento, pois os alunos tiveram oportunidade de expor suas conclusões à classe e avaliar as conclusões de outros grupos. Ficou evidenciado que as atividades experimentais demandaram dos alunos, para sua resolução, habilidades cognitivas de altas ordens, como: identificar e estabelecer processos de controle de variáveis, analisar relações causais, elaborar hipóteses, etc.

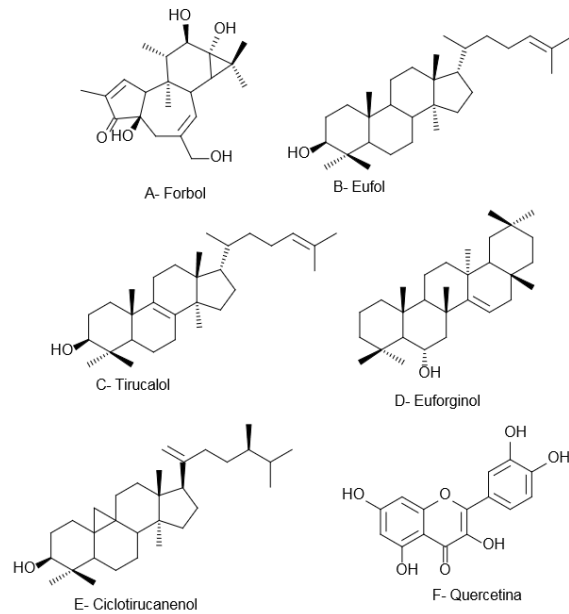


Figura 3: Estruturas químicas presentes em *Euphorbia titucalli* L., construídas pelos alunos a partir do aplicativo *BKChem.org*.

Outro momento também extremamente rico em discussões nos diferentes grupos, aconteceu no momento de realização da cromatografia do látex e também no momento de revelação da placa (Figura 04). Pôde-se ver de imediato o interesse dos alunos durante o processo de montagem da cuba, adição da fase móvel, colocação das placas e durante toda a corrida cromatográfica. De imediato, alguns questionamentos surgiram: “(G2) Por que o líquido sobe pela placa?”, “(G4) Por que vão surgindo outras manchas além do ponto de partida?”, “(G1) O que são essas manchas que vão surgindo?”, “(G3) O látex branco tem outros materiais dissolvidos?”, “(G2) A mancha rosa que apareceu sempre na mesma altura das outras indica que o padrão que nós colocamos existe no látex?” Aproveitando-se da curiosidade dos alunos, realizou-se explicações sobre o assunto de polaridade das moléculas, sobre fase móvel, fase estacionária, substâncias puras e misturas, cálculo do R_f (índice de retenção de um composto). Com a mediação do professor e monitores bolsistas, pode-se ir encaminhando a resolução das dúvidas e consolidando a compreensão dos conceitos.

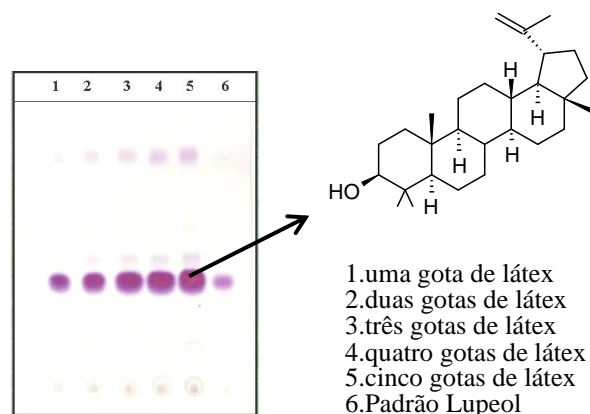


Figura 4: Cromatografia em camada delgada (CCD) do látex dissolvido em acetato de etila, indicando a presença da substância química lupeol, um triterpenoide.

A avaliação dos alunos no transcorrer da aplicação da SD deu-se ao longo de todo o processo, de acordo com uma concepção formativa de avaliação (HADJI, 1994, p. 20). Segundo LOCH (2000), no contexto formativo a sala de aula deve ser vista como um ambiente de constante construção de conhecimento. É um espaço carregado de questionamentos, problematizações, intervenções e mediações, ações que caracterizam a avaliação formativa. A avaliação é um processo que deve estar a serviço das individualizações da aprendizagem (PERRENOUD, 1999, p.54). Portanto, de acordo com os pressupostos destes autores, foi proposto aos diferentes grupos que construíssem um portfólio reflexivo com os resultados que iam obtendo ao longo do processo. Segundo Sá-Chaves (2000) o portfólio reflexivo se constitui em instrumento de diálogo entre educador e educando, que não são produzidos ao término do período para fins avaliativos. São continuamente (re)elaborados na ação e partilhados de forma a recolherem, em tempo útil, outros modos de ver e de interpretar, que facilitem ao aluno uma ampliação e diversificação do seu olhar, levando-o à tomada de decisões, ao reconhecimento da necessidade de fazer opções, de julgar, de definir critérios, além de permitir as dúvidas e conflitos para deles poder emergir mais consciente, mais informado, mais seguro de si e mais tolerante quanto às hipóteses dos outros. À medida que os alunos iam construindo o seu portfólio reflexivo, os conteúdos iam sendo revisitados e evidenciava que quando escreviam, refletiam sobre o tema estudado, gerando a possibilidade de repensar e reconstruir suas visões sobre determinado assunto que estudaram. No transcorrer da escrita dos resultados, podia-se observar ainda, certa confusão acerca de alguns conceitos, tais como a diferenciação entre grupamentos funcionais, escrita de fórmulas estruturais e moleculares, fase móvel e fase estacionária, técnica de adsorção líquido-sólido, solventes polares e apolares, substâncias puras e misturas. O professor fazia, então, as intervenções necessárias oportunizando aos alunos a reelaboração dos seus conhecimentos. Como a maioria das dúvidas diziam respeito à cromatografia, o professor retornou às explicações sobre o método e conceitos envolvidos. Dessa forma, a partir da escrita do portfólio, o professor pôde realizar explicações sobre os assuntos ainda não perfeitamente dominados e, desse modo, a resolução de cada pergunta ia sendo esclarecida no decorrer da explicação. A partir da produção do portfólio das atividades e das anotações feitas pelos diferentes grupos de alunos, ficou evidente a apropriação de conceitos químicos tais como a ocorrência de transformações químicas, interações estas que podem ser reconhecidas pela observação de sinais (evidências) da ocorrência dessas transformações a partir de interação entre os diferentes materiais: cor, odor, liberação de energia, liberação de gás, formação de precipitado. Os conceitos de tempo, energia e evidências, estudados nas interações foram sendo particularizados à medida que se faziam novos experimentos. Desse modo, as atividades aplicadas levaram ao conceito de *transformação química*, caso particular em que ocorrem mudanças nos materiais. Analisando as anotações do portfólio de atividades, ficou claro que os alunos se apropriaram de conceitos importantes em química, tais como solvente, como agente da dissolução, soluto, material em menor quantidade no meio, bem como, fatores que influem na solubilidade (capacidade de se dissolver) de um material: massa de soluto, volume de solvente, temperatura e estado de agregação. Entenderam que em toda interação se associa uma forma de energia, desse modo, observou-se a compreensão de fenômenos que liberam energia (reações exotérmicas) e outras que absorvem energia (reações endotérmicas). Um dos grupos, (G2), faz a seguinte colocação: “Nossa! Esquentou muito, liberou calor para o exterior”, o grupo (G4), afirma: “Pesquisamos que se trata de uma reação exotérmica”. Ao longo da escrita dos portfólios, outros conceitos se destacaram, tais como representação das partículas (fórmulas e interpretação), representação das transformações químicas, quebra da partícula ou separação dos seus átomos constituintes (equação química), ligação entre os átomos (interações através de forças atrativas), representação da ligação química por traço, modificação de ideias de transformação química como processo que envolve quebra e ruptura de ligações. A representação das moléculas orgânicas e identificação das funções orgânicas (reconhecimento dos diferentes grupos funcionais) foram bastante facilitadas a partir da construção dessas moléculas utilizando-se o laboratório de informática da escola e o aplicativo *BKChem.org*. A cromatografia em camada delgada permitiu aos alunos o entendimento de que a separação de

misturas complexas pode ser feita a partir da adsorção, levando a conceitos importantes, tais como: substâncias puras e misturas, polaridade e apolaridade molecular, soluto e solvente.

Considerações finais

As atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da SD motivaram os alunos a participarem ativamente da construção do conhecimento, resultando em aprendizagem significativa e eficaz. A SD permitiu observar que a interação do conteúdo ministrado com o contexto natural, social e cultural do aluno, foi um facilitador do processo de aprendizagem, uma vez que a aprendizagem significativa requer um sujeito participativo, envolvido, motivado, e ativo na desconstrução e reconstrução do conhecimento. Os conceitos foram abordados com aprofundamento progressivo. As propriedades, constituição e as transformações de substâncias e materiais foram abordadas de forma inter-relacionadas. Ao longo do trabalho, ficou claro que os alunos avançaram na construção de conceitos químicos relacionados à identificação de ocorrência de transformações químicas, representação das mesmas, escrita das fórmulas moleculares e estruturais de compostos, ligações químicas e utilização de equações químicas para representar o processo de transformação estudado. Observou-se na escrita dos portfólios a prevalência dos três aspectos do conhecimento químico, o fenomenológico, o teórico e o representacional, comparando de modo cooperativo na abordagem do tema escolhido para estudo.

Referências

- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção do conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BARBOSA, M.C. S.; HORN, M. G. S. **Projetos pedagógicos na educação infantil**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BATISTA, E. K. F.; COSTA, K.K.S.; SÁ, E.; VIANA, G.; SOUSA, J.M.; BATISTA, M.C.S. Avaliação do efeito de formulações com o látex da *Euphorbia tirucalli* na terapêutica tópica de feridas cutâneas: aspectos clínicos e histopatológicos. **Medicina Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 1-11, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.
- CASEIRO, B. M.; FERREIRA, E. P.; GRILLO, J. G. B.; ARAUJO, J. H. B. DE. Estudo do potencial de cura das formas de câncer utilizando Aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.). Mostra de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI), Colégio Agrícola de Comburiu – UFSC, 2006.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; Pernambuco, M.M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2007.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.
- HADJI, C. A. **Avaliação – regras do jogo: das intenções aos instrumentos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

- HERNADÉZ, F. **Transgressão e mudança na educação**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=smm&cod=_estacaocienciaformacaodeeducaodoresparaoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental. Acesso em: 28/05/2020.
- LANKSHEAR, C.; KNOBEL, M. **Pesquisa pedagógica: do projeto à implantação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008.
- LOCH, J. M. P. Avaliação: uma perspectiva emancipatória. **Química Nova na Escola**, nº 12, p. 31, 2000.
- MACHADO, H. A. MORTIMER, F. E. **Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano**. In: Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil. Org. ZANON, B. L. MALDANER, A. O. – Ijuí: Ed.UNIJUÍ, 2007.
- MARCONDES, M. E. R. Proposições Metodológicas para o Ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, V. 7, 2008.
- MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**. Fortaleza: UFC, 1997.
- MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC, 2000.
- MINAYO, M. C. S. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994.
- PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
- SÁ-CHAVES, I. **Portfólios Reflexivos: estratégia de formação e de supervisão**. Aveiro: Universidade, 2000.
- _____. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação; Coordenação Geral, Maria Inês Fini; Coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2010.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão? **Química Nova na Escola**, n.4, p. 28-34, 1996.
- TOFANELLI, E. J.; SILVA, F. A. **Propriedades Fitoterápicas de *Euphorbia tirucalli* L.: da Etnobotânica a Farmacognosia**, 2011.
- WAGNER, H.M.; BLADT, S.; ZGAINSKI, E.M. **Plant drug analysis**. New York: Springer-Verlag, 1984.
- VARRICCHIO, M. C. B. N.; SILVA, S.; GOMES, N. B. N.; KUSTER, R. M.; LAGE, C. L. S. O uso de *Euphorbia tirucalli* L. (Avelóz) em medicina tradicional e as evidências científicas. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.3, n.1, p.84-92, 2008a.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. Da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.