

## Artigo

**Identificação de Polifenóis: Sequência Pedagógica para o Ensino Médio**

Dias, H. P.; Paiva, D. S.; Romão, W.; Endringer, D. C.\*

*Rev. Virtual Quim.*, 2014, 6 (2), 467-477. Data de publicação na Web: 3 de fevereiro de 2014<http://www.uff.br/rvq>**Identification of Polyphenols: Sequence for Teaching High School Chemistry**

**Abstract:** This study describes an alternative method to identify polyphenols and its application on the organic chemistry learning process, making it more meaningful for students. The developed method uses low cost available materials, such as ferrous sulfate, hydrogen peroxide and cashew juice, yielding a greenish color when tannin is present. Thereafter, the method was included in a didactic sequence and applied to a class of second year high school students of Serra city, Espírito Santo State, Brazil, in the year of 2012. This study was classified as a qualitative investigation with a descriptive character, the technical procedures can characterize it as a research action. Two classes were involved: one theoretical and one practical. At the end of the practical class a questionnaire was applied for evaluation of the didactic sequence. The conclusion was that the work can be used in chemical experimentation as a pedagogical practice to make the process of teaching easier and enjoyable. It is worthy to highlight that this practice, when performed with alternative materials and low cost, becomes even more interesting since it can also be applied in schools that do not have easy access to chemicals.

**Keywords:** Polyphenols; Teaching chemistry; Didactic sequence.

**Resumo**

No presente trabalho, aplicou-se um método alternativo de identificação de polifenóis dentro de uma sequência didática para o ensino de química, visando torná-lo mais significativo para os estudantes. O método foi desenvolvido empregando-se materiais de fácil acesso e custo reduzido, como o suco de caju, rico em polifenóis, sulfato ferroso e água oxigenada, e foi baseado na capacidade de complexação de metais com polifenóis, em destaque os taninos, produzindo coloração esverdeada. A partir do método, uma sequência didática foi elaborada e aplicada a uma turma do segundo ano do ensino médio de um colégio particular do município de Serra-ES, no ano de 2012. O estudo foi classificado como uma investigação qualitativa de caráter descritivo, cujos procedimentos técnicos caracterizam uma pesquisa-ação. Para seu desenvolvimento, foram ministradas duas aulas, uma teórica e outra experimental. Ao final da aula experimental, aplicou-se um questionário de avaliação da sequência didática empregada. Concluiu-se que é possível utilizar a experimentação em química como prática pedagógica a fim de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais interessante para os alunos e professores. Faz-se necessário ressaltar ainda que esta prática, quando realizada com materiais alternativos e de baixo custo, torna-se mais viável, pois possibilita a sua realização em escolas que não tem acesso fácil a reagentes químicos.

**Palavras-chave:** Polifenóis; Tanino; Ensino de química; Sequência didática.

\* Instituto Federal Do Espírito Santo, Coordenação De Ciências Exatas, da Terra e Engenharias, CEP 29106-010, Vila Velha-ES, Brasil.

✉ [endrings@gmail.com](mailto:endrings@gmail.com) e [denise.endringer@ifes.edu.br](mailto:denise.endringer@ifes.edu.br)

DOI: [10.5935/1984-6835.20140032](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20140032)

## Identificação de Polifenóis: Sequência Pedagógica para o Ensino Médio

Heloísa P. Dias,<sup>a,c</sup> Didley S. Paiva,<sup>b</sup> Wanderson Romão,<sup>a,c</sup> Denise C. Endringer<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenação de Ciências Exatas, da Terra e Engenharias, CEP 29106-010, Vila Velha-ES, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Vila Velha, Mestrado em Ciências Farmacêuticas, CEP 29102-770, Vila Velha-ES, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Química, CEP 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

\* [endrings@gmail.com](mailto:endrings@gmail.com) e [denise.endringer@ifes.edu.br](mailto:denise.endringer@ifes.edu.br)

*Recebido em 19 de setembro de 2013. Aceito para publicação em 2 de fevereiro de 2014*

### 1. Introdução

### 2. Metodologia

#### 2.1. Materiais

#### 2.2. Avaliação da fonte de polifenóis

#### 2.3. Avaliação da fonte de Fe<sup>3+</sup> para o teste de identificação de polifenóis

#### 2.4. Descrição da metodologia de ensino

#### 2.5. Elaboração da sequência didática

#### 2.6. Avaliação dos resultados da aplicação da sequência didática

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Aplicação da sequência didática

#### 3.2. Aula experimental

### 4. Conclusões

## 1. Introdução

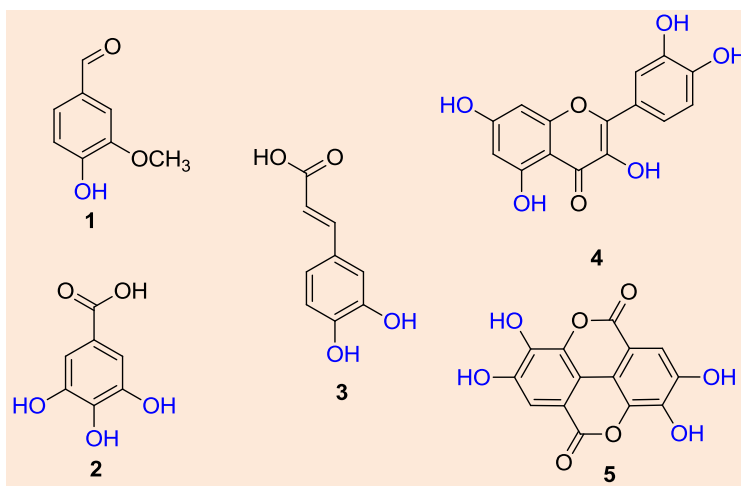
A Química de Produtos Naturais pode ser utilizada para o ensino de química, com ênfase na química orgânica, visto que a quantidade de produtos isolados e identificados é ampla<sup>1</sup> com grande diversidade de funções orgânicas que ao

serem identificadas possibilitam uma abordagem didática mais significativa e interessante para o estudante do ensino médio.<sup>2</sup> Ao executar as práticas de identificação de substâncias químicas em produtos naturais, o estudante poderá estabelecer uma relação direta entre a química orgânica e o seu cotidiano.

Os polifenóis são metabólitos secundários,

com distribuição ubíqua em plantas, que podem ser encontradas em alimentos e bebidas derivados destas plantas.<sup>3,4</sup> É ampla a diversidade estrutural dos polifenóis,<sup>3</sup> os quais podem ser moléculas com um anel

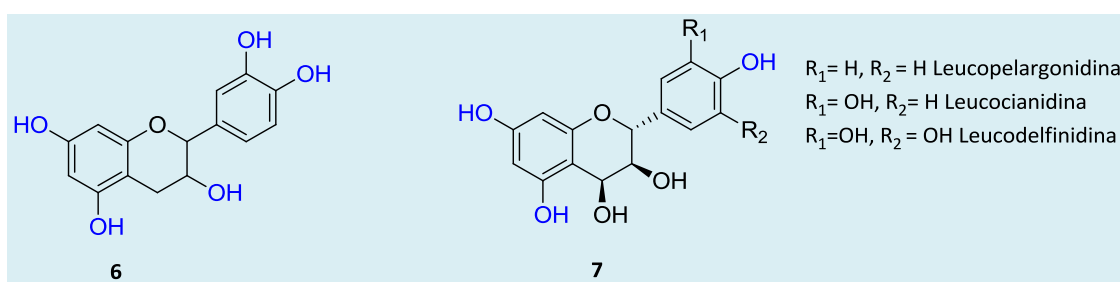
aromático, por exemplo, vanilina (**1**), ácido gálico (**2**), ácido cafeico (**3**), ou mais de um anel aromático, tais como, flavonoides (**4**, quercetina), taninos e seus precursores (**5**, ácido elágico) (Figura 1).<sup>3,4</sup>



**Figura 1.** Estrutura química de alguns fenóis naturais **1-5**: vanilina (**1**), ácido gálico (**2**), ácido cafeico (**3**), quercetina (**4**) e ácido elágico (**5**)

Taninos são polifenóis de elevada massa molecular (500 a 3000 Daltons) solúveis em água e em solventes orgânicos polares. Eles podem ser divididos em dois grupos de acordo com sua estrutura química: os hidrolisáveis e os condensados.<sup>4</sup> Os condensados são formados por polímeros de

catequina (**6**) e leucoantocianidinas (**7**) (Figura 2).<sup>4</sup> Os hidrolisáveis, por sua vez, contêm uma molécula de glicose (ou outro açúcar) esterificada com ácido gálico ou ácido elágico, podendo, portanto serem hidrolisados por ácidos, bases e certas enzimas.<sup>4</sup>



**Figura 2.** Estrutura química de catequina (**6**) e de leucoantocianidinas (**7**)

Os taninos são amplamente encontrados em angiospermas, nas cascas, folhas e frutos.<sup>3,4</sup> O pedúnculo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), rico em taninos, foi selecionado para a identificação de polifenóis e avaliado no presente estudo.<sup>5</sup> No Brasil, este fruto e seus derivados são muito

consumidos devido ao sabor agradável.<sup>5,6</sup>

Os taninos são muito reativos: um mol pode ligar-se a 12 mols de proteína. O resultado deste processo sobre os tecidos e as mucosas da pele é a sensação de adstringência.<sup>3-6</sup> Dessa forma, um dos

métodos utilizados para identificação de taninos em frutos e partes de plantas é a complexação destas substâncias com proteínas, como as presentes na gelatina.<sup>4</sup>

O método colorimétrico Azul da Prússia é recomendado para a análise geral de polifenóis, pois é menos susceptível à interferência de proteína.<sup>7</sup> A base química dessa metodologia é a reação de complexação entre os grupos fenólicos e os íons  $Fe^{2+}/Fe^{+3}$ , produzindo pigmentos de coloração azul esverdeada. Outros métodos de identificação de polifenóis têm o mesmo princípio, formação de complexos entre íons de metais e grupos fenólicos, como o de Folin-Denis e o método com solução de cloreto férrico.<sup>8</sup>

A sequência didática utilizada neste trabalho é a mesma proposta por Delizoicov e Angotti (1994). De acordo com estes autores, sequência didática é o recurso utilizado para entrelaçar teoria e prática, sendo composta por três momentos pedagógicos, cujo objetivo é desvendar o problema exposto.<sup>9,10</sup> O primeiro momento é a problematização, seguido pela organização do conhecimento. No terceiro momento pedagógico, retoma-se o problema proposto no primeiro momento da sequência didática, para sua reinterpretação à luz do conhecimento científico sistematizado no segundo momento.<sup>9,10</sup>

Neste estudo, propõe-se avaliar a utilização de materiais alternativos e custo reduzido na identificação de polifenóis e incluir o experimento em uma sequência didática, de modo a tornar a aprendizagem da disciplina química orgânica mais significativa para os estudantes. A sequência didática foi trabalhada em uma turma do segundo ano do ensino médio.

## 2. Metodologia

### 2.1. Materiais

Na realização dos experimentos foram empregados: sulfato ferroso nas formas farmacêuticas (comprimido) e em solução, adquiridos em drogarias, pedúnculo de caju, preparado na forma de suco concentrado, água oxigenada a 35% (Deve-se ter cuidados na manipulação de água oxigenada 35%, pois causa queimaduras em contato com a pele. Utilizar os equipamentos de proteção individual: luvas, óculos de segurança e jaleco), gelatina incolor, prego enferrujado, solução de hipoclorito de sódio concentrado e solução de cloreto férrico a 5%. Como vidrarias e utensílios de laboratório foram utilizados: tubos de ensaio, pipetas, béqueres, gral, pistilo e funil.

### 2.2. Avaliação da fonte de polifenóis

Para identificar a presença de polifenóis no suco de caju, duas análises qualitativas foram realizadas. Na primeira, a capacidade de complexação do polifenol com  $Fe^{3+}$  foi analisada. Nesta análise, adicionou-se em um tubo de ensaio três gotas de solução de cloreto férrico 5% (m/v) a 3 mL do suco de caju.<sup>2,11,12</sup> Após o término da reação, cerca de dois minutos, anotou-se as observações. Na segunda análise, avaliou-se a capacidade de precipitação de proteínas por polifenóis, especificamente os taninos.<sup>6,11,12</sup> Nesta análise, adicionou-se 3 mL do suco de caju a uma solução de gelatina incolor. Esta solução foi preparada aquecendo-se 100 mL de água destilada em um béquer. Em seguida, acrescentou-se 12 g de gelatina incolor. Após a completa dissolução da gelatina, acrescentou-se à solução 100 mL de água destilada fria.<sup>6,12</sup> Ao fim da reação, anotou-se as observações.

### 2.3. Avaliação da fonte de $Fe^{3+}$ para o teste de identificação de polifenóis

Foram avaliadas as seguintes fontes de ferro: prego oxidado (enferrujado), sulfato ferroso em comprimidos (250 mg) e em

solução (125 mg/mL) (Figura 3).

As fontes alternativas de ferro foram submetidas à oxidação, visando garantir a presença de  $\text{Fe}^{3+}$ . O prego oxidado, foi mantido por 10 min em presença de 5 mL de hipoclorito concentrado, e posteriormente, o sistema foi submetido ao aquecimento durante 10 min. O sulfato ferroso em cápsula foi triturado e mantido em contato com oxigênio atmosférico por 24 h. Em seguida, adicionou-se três gotas de água oxigenada ao

sulfato ferroso triturado e à solução comercial, seguindo-se aquecimento brando por 5 min.

Após a preparação das fontes alternativas de  $\text{Fe}^{3+}$ , o volume de 3 mL do suco de caju foi colocado em seis tubos de ensaio, seguidos de 3 gotas de cada fonte alternativa de  $\text{Fe}^{3+}$ .<sup>2,11,12</sup> Esperou-se o término da reação, cerca de dois minutos, e anotou-se as observações.



**Figura 3.** Fontes alternativas de íon ferro: prego enferrujado, comprimido e solução de sulfato ferroso

## 2.4. Descrição da metodologia de ensino

### 2.4.1. Planejamento com o professor de química responsável pela turma

Em conjunto com o professor do ensino médio, foram avaliados e definidos os conteúdos do semestre letivo que poderiam ser ensinados a partir do tema identificação de taninos. Posteriormente, planejou-se as aulas teóricas e experimentais, baseando-se no estudo de funções orgânicas oxigenadas. Todos os planos de aula estavam de acordo com as exigências da Direção do colégio, em que a sequência didática proposta neste estudo foi aplicada.

### 2.4.2. Desenvolvimento do roteiro de aula prática

A partir da seleção da fonte alternativa de  $\text{Fe}^{3+}$  para identificação de polifenóis e da permissão da escola e do professor em realizar a pesquisa na turma do segundo ano, buscou-se uma maneira de transpor para os estudantes o conhecimento científico do experimento, de uma maneira didática. Para isso, desenvolveu-se um roteiro de aula prática em que foram abordados os ensaios de complexação, empregando fontes alternativas de  $\text{Fe}^{3+}$  e de complexação com proteínas, no caso, gelatina (material suplementar). O ensaio sensorial (adstringência) foi previamente realizado em sala de aula durante a abordagem teórica (plano de aula, material suplementar).

## 2.5. Elaboração da sequência didática

Para iniciar a problematização proposta aos estudantes em um primeiro momento, escolheu-se um vídeo de caráter popular sobre uma boa alimentação, incluindo frutas.<sup>13</sup> Em seguida, propôs-se uma discussão sobre as possíveis sensações que cada fruta provoca durante a degustação, destacando-se a adstringência de frutas ricas em taninos. Após a discussão com os discentes, o conhecimento científico sobre o assunto foi abordado, sempre relacionando com o cotidiano dos alunos. Nesta etapa, realizou-se a degustação de banana, uva verde, e outras frutas que são ricas em taninos, assim como frutas que possuem menor teor de taninos, como morango e manga. No terceiro momento foi desenvolvida a prática de identificação de taninos e a discussão dos resultados observados durante o experimento, correlacionando-os à aula teórica.

## 2.6. Avaliação dos resultados da aplicação da sequência didática

A avaliação dos resultados foi realizada após a aplicação de questionário,<sup>14</sup> aplicado ao término da aula prática. Neste questionário, foram abordadas questões que avaliam a prática de ensino, a coerência da mesma com a realidade do estudante e a interação entre a aula teórica e prática. Além de avaliar se a prática tem relação à teoria apresentada em sala de aula, o questionário também busca compreender se o educando consegue relacionar com seu cotidiano o que aprendeu na prática.<sup>14</sup>

## 3. Resultados e Discussão

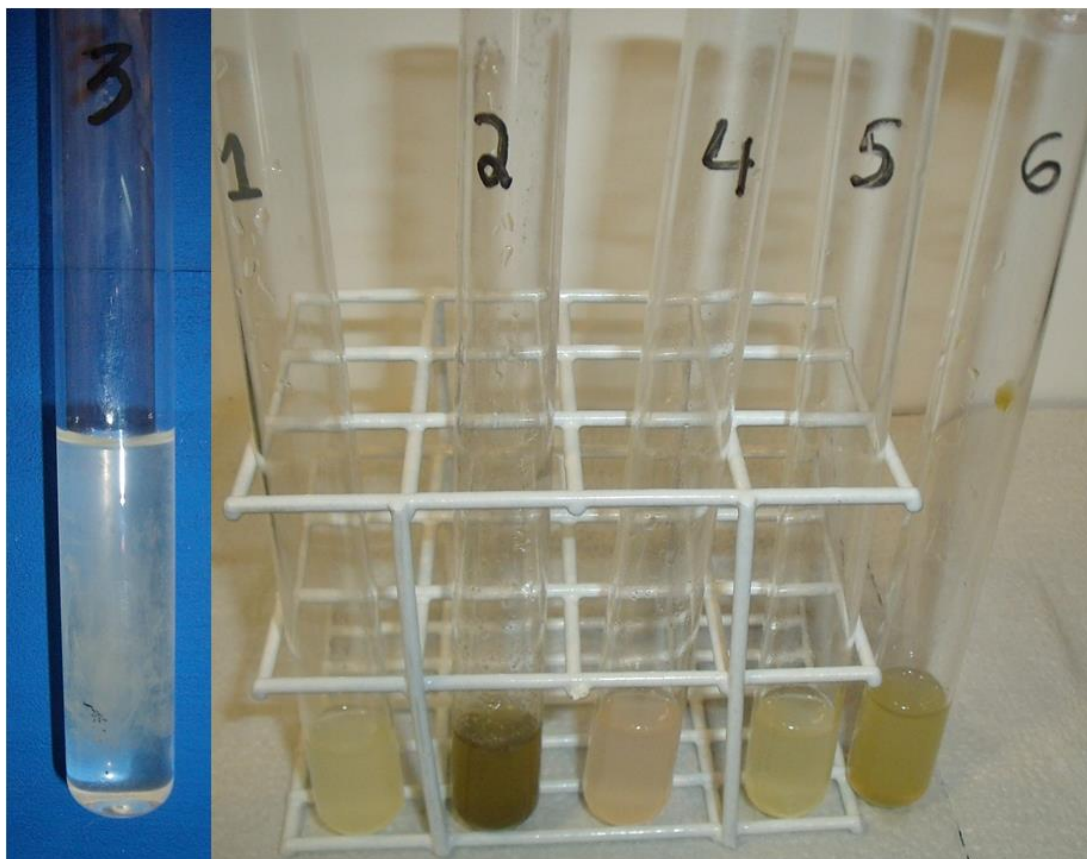
Na avaliação da fonte de polifenol, principalmente o tanino, observou-se que ao entrar em contato com o cloreto férrico 5%

(m/v), o suco de caju apresentava uma coloração esverdeada (Figura 4, tubo 2), que corresponde à reação de complexação de  $\text{Fe}^{3+}$  com os grupamentos fenólicos presentes na amostra.<sup>15</sup> Portanto, o teste de identificação de polifenóis totais, empregando-se o método tradicional com cloreto férrico, indica a presença de polifenóis em sua constituição.<sup>7,12</sup>

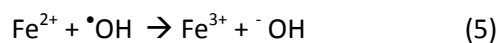
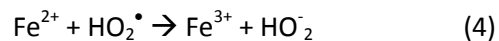
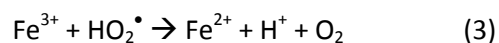
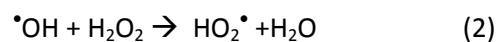
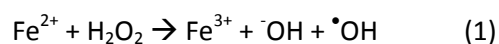
Ao se adicionar 3 mL do suco de caju à solução de gelatina incolor, observou-se turbidez na solução (Figura 4, tubo 3), indicando precipitação das proteínas presentes e sugerindo a presença do polifenol tanino na constituição do suco de caju, conforme descrevem Almeida e Brandão.<sup>6</sup> O complexo polifenol-proteína é formado através de interações de van der Waals que envolvem o anel aromático da molécula e também por interações do tipo ligação de hidrogênio, podendo o polifenol atuar como aceptor e receptor deste tipo de interação.<sup>16,17</sup> Estes complexos são, em sua maioria, insolúveis em água, o que leva à precipitação das proteínas em solução pelos taninos.<sup>4</sup>

Na avaliação da fonte alternativa de  $\text{Fe}^{3+}$ , a coloração azul esverdeada, semelhante à produzida pela solução de cloreto férrico a 5% (m/v), foi observada somente para o sulfato ferroso previamente oxidado pela água oxigenada (Figura 4, tubo 6). Deve-se ressaltar que o peróxido de hidrogênio foi utilizado para garantir completa oxidação dos íons  $\text{Fe}^{2+}$ , presentes no sulfato ferroso, a íons  $\text{Fe}^{3+}$ . Isso é necessário para uma total complexação com os taninos do suco de caju.<sup>4,7,12</sup>

A reação de oxidação de  $\text{Fe}^{2+}$  pela água oxigenada é conhecida como reação de Fenton<sup>18</sup>, que, em um dos mecanismos propostos, envolve a formação de radical hidroxila, hidroxilato e formação de oxigênio livre e  $\text{Fe}^{3+}$ .<sup>18</sup> Quando as gotas de peróxido de hidrogênio foram adicionadas ao sulfato ferroso, observou-se o aquecimento imediato do sistema bem como o desprendimento de bolhas, evidenciando que houve reação química.



**Figura 4.** Resultados qualitativos do ensaio para identificação de polifenóis. Tubo 1: suco de caju; Tubo 2: suco de caju e cloreto férrico; Tubo 3: suco de caju e gelatina; Tubo 4: suco de caju e solução de comprimido; Tubo 5: suco de caju e solução obtida de prego enferrujado; Tubo 6: suco de caju e solução de sulfato ferroso oxidado por água oxigenada



As demais fontes de ferro, prego enferrujado (Figura 4, tubo 5) e sulfato ferroso em comprimido (Figura 4 tubo 4), não apresentaram resultados satisfatórios. O prego enferrujado é constituído por óxido férrico hidratado ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )<sup>19</sup> e a transferência de íons para a solução não ocorreu. No caso dos comprimidos de sulfato ferroso a dificuldade encontrada foi a coloração rósea do revestimento que mascarou o resultado do teste.

### 3.1. Aplicação da sequência didática

Na primeira etapa da aplicação da sequência didática na turma do segundo ano do ensino médio foi ministrada uma aula teórica sobre taninos e funções orgânicas (plano de aula no material suplementar), seguida da apresentação de um vídeo sobre a utilização de frutas na alimentação e da degustação de várias destas frutas. Destacou-se a sensação de adstringência provocada pelos alimentos ricos em taninos.

A resposta para a experiência sensorial dos estudantes foi extremamente satisfatória, pois ao sentir o sabor adstringente dos frutos, eles começaram a ficar intrigados a respeito do que poderia estar causando aquela sensação de “aperto” na boca.

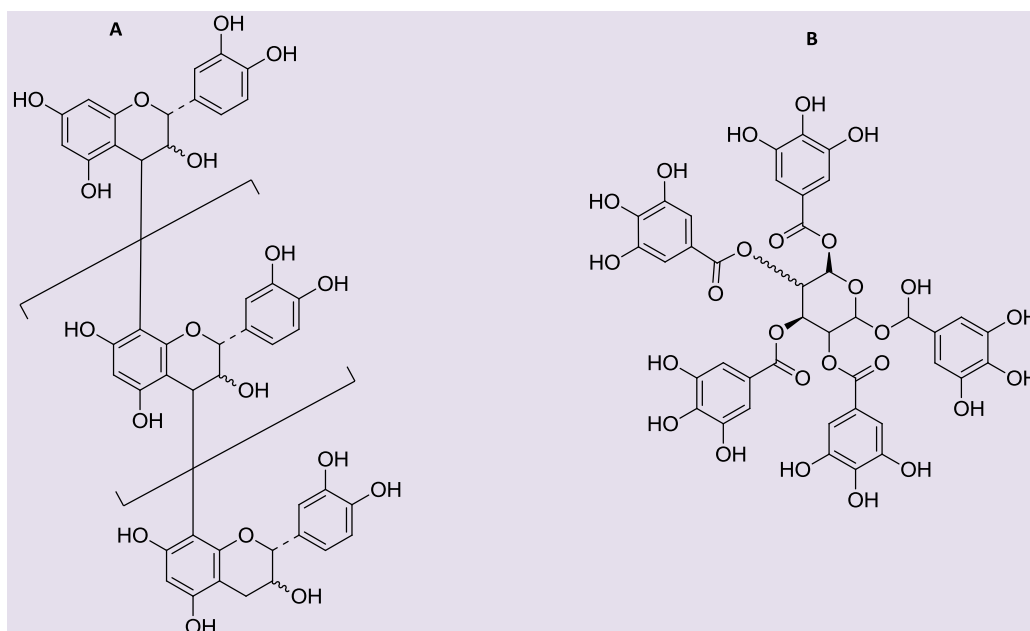
No ensino de ciências, a experimentação é uma estratégia muito eficaz para a criação de problemas reais que possibilitam a contextualização do tema em estudo.<sup>9,10</sup> Assim, o conteúdo que se deseja trabalhar passa a ser uma resposta aos questionamentos feitos pelos educandos.

Os questionamentos feitos pelos educandos proporcionou o início da organização do conhecimento teórico, pois a partir daí foi possível estabelecer uma relação entre o cotidiano da turma e o conteúdo que eles estavam aprendendo na disciplina de química orgânica. Neste momento, mencionou-se a capacidade dos taninos na precipitação de proteínas.<sup>6,16,17</sup> Quando esse termo foi utilizado uma estudante manifestou-se perguntando: “O que é capacidade de precipitação?” Diante desta pergunta, buscou-se estabelecer uma conexão entre o conhecimento que a educanda já trazia com ela e o novo conceito. Nesse caso, o fator preponderante na aprendizagem significativa é partir de

informações subjetivas do estudante.<sup>20</sup>

A aprendizagem dos conhecimentos científicos se torna prazerosa à medida que se torna significativa para todos, para o professor como para os alunos que compõe a turma.<sup>9,10</sup>

Explicou-se também as diferenças entre taninos condensados (Figura 5A) e hidrolisáveis (Figura 5B).<sup>4</sup> Para auxiliar a explicação, imagens contendo exemplos dessas moléculas foram apresentadas (Figura 5), que por ser bastante complexa, causou resistência entre os alunos. Entretanto, no decorrer da explicação os estudantes notaram que apesar de se tratar de funções orgânicas oxigenadas presentes em uma molécula complexa, não eram diferentes daquelas que eles estavam acostumados a ver em suas aulas de química orgânica. Ao final da aula e com a finalidade de reforçar o conhecimento, foram resolvidos exercícios no quadro sobre identificação de funções orgânicas oxigenadas presentes nas estruturas dos taninos.



**Figura 5.** Estruturas de taninos. **A.** Tanino condensado. **B.** Tanino hidrolisável. Em destaque na estrutura A, uma unidade de catequina



### 3.2. Aula experimental

No terceiro momento da sequência didática, aplicou-se a aula prática experimental sobre identificação de taninos (material suplementar).

A turma era composta por 40 estudantes e o laboratório de ciências da escola não comportava mais de 15 pessoas, então foi necessário dividi-la em quatro grupos de 10 estudantes. Enquanto um grupo estava no laboratório de ciências sob a supervisão da pesquisadora, o restante da turma ficava na sala de aula com o professor de química orgânica.

Para facilitar a execução do experimento, dividiram-se os estudantes em duas bancadas contendo cada grupo, cinco pessoas. Todos os materiais necessários para a realização da prática já se encontravam devidamente preparados e separados sobre as bancadas.

Ao misturar o sulfato ferroso oxidado pela água oxigenada com o suco de caju, os estudantes puderam perceber uma mudança de coloração de amarelo para verde azulado. Neste momento, eles se mostraram muito interessados em saber qual seria o embasamento científico que fundamentava aquela mudança de coloração. Dessa forma, foi possível estabelecer a ligação entre a teoria aprendida em sala de aula e a prática por meio de construções contínuas e renovadas estabelecidas com a interação com o cotidiano.<sup>9,10</sup> Portanto, foi observado que o conteúdo aprendido em sala de aula realmente se tornou significativo para os estudantes, sendo confirmado quando uma das estudantes disse: “Agora sim fez sentido aquele monte de funções que aprendi na sala”. Ao término da aula prática, aplicou-se o questionário padrão<sup>14</sup> para avaliação da sequência didática aplicada.

A maioria dos estudantes da turma (59%) avaliou a prática de ensino aplicada como ótima. Isso indica que a sequência pedagógica utilizada foi elaborada adequadamente, pois teve uma boa aceitação por parte dos educandos.

Segundo Delizoicov e Angotti<sup>9</sup> a problematização do assunto que se deseja abordar bem como a organização do conteúdo teórico e a aplicação do mesmo em uma situação prática são importantes para tornar a prática de ensino atrativa e envolvente.

Vale ressaltar que 31% das respostas afirmaram que a prática de ensino foi boa, o que somado à análise anterior demonstra que a prática de ensino foi aceita de maneira muito positiva pela turma. Ainda, o emprego de uma sequência didática no processo de ensino-aprendizagem facilita o aprendizado significativo para os estudantes e é capaz de conduzi-lo à construção do saber científico.<sup>20</sup>

A associação do aprendizado pela prática com o seu cotidiano foi relatado pela maioria (67%) e como a prática foi aplicada após a aula teórica, a turma executou o experimento tendo como base o conhecimento científico adquirido em sala de aula e o conhecimento empírico adquirido em seu dia a dia.

O uso de reagentes presentes no dia a dia dos estudantes, como por exemplo, o suco de caju, o sulfato ferroso (em gotas e comprimido) e água oxigenada também contribuiu para a associação entre a prática e o cotidiano pelos educandos. No momento da aula prática, esses elementos deixam de ter o uso comum e passam a ter um uso acadêmico científico. Isso faz com que os estudantes tenham um maior interesse pela disciplina, pois eles podem observar a aplicação da química em suas vidas.

Cabe ressaltar que os experimentos podem ser utilizados para despertar a curiosidade dos estudantes, promovendo uma discussão sobre o tema a ser abordado no primeiro momento pedagógico ou pode ser aplicado logo após a ministração dos conteúdos.<sup>9</sup>

A aula prática aplicada neste estudo conseguiu alcançar seu objetivo, pois 77% das respostas afirmam que ela ilustrou com clareza a teoria sobre funções orgânicas oxigenadas aprendidas anteriormente na aula teórica.

Além de perceber a aplicabilidade das funções orgânicas oxigenadas em seu cotidiano, ao realizar a prática de identificação de taninos, os estudantes puderam compreender melhor a propriedade que os taninos têm de precipitar proteínas, uma vez que estes observaram a precipitação das proteínas contidas na gelatina pelo tanino contido no suco de caju, durante a aula prática.

É importante ressaltar que a realização desta prática não se limitou apenas na manipulação dos aparatos do laboratório, pois em todo momento os estudantes eram incitados a refletir sobre o fundamento científico dos procedimentos que estavam desenvolvendo.

É preciso “reencantar a educação”,<sup>21</sup> então, quando se associa prática e teoria estudar ciências se torna mais prazeroso e o encantamento pelo aprendizado é reavivado. O processo de ensino-aprendizagem deve estar focado nas experiências que são vividas como algo que faz sentido e é humanamente gostoso.

#### 4. Conclusões

No desenvolvimento de método alternativo para identificação de polifenóis os materiais que apresentaram resultado positivo foram soluções comerciais de sulfato ferroso e água oxigenada, e este método pode ser incluído de forma eficiente em uma sequência didática para aulas de química do ensino médio.

A aplicabilidade do método alternativo na identificação de taninos em turmas do ensino médio foi evidenciada, pois quando a prática experimental foi inserida em uma sequência pedagógica, o processo de ensino-aprendizagem se tornou mais interessante, lógico e fácil para os estudantes. A maioria dos educandos conseguiu relacionar o conteúdo teórico e a aula prática, e mostraram facilidade na execução do método. Além disso, ao utilizar a prática de

identificação de polifenóis juntamente com a teoria de funções orgânicas oxigenadas, observou-se que este conteúdo passou a ser mais significativo para os estudantes.

Sendo assim, pode-se sugerir que com este trabalho é possível utilizar a experimentação como prática pedagógica a fim de tornar o processo de ensino de química mais fácil e prazeroso. Faz-se necessário ressaltar ainda que esta prática, quando realizada com materiais alternativos e de baixo custo, como água oxigenada e sulfato ferroso, se torna mais completa, pois também é possível realizá-la em escolas que não têm acesso à aos reagentes químicos.

Por meio da pesquisa realizada, pode-se depreender que o processo de ensino de química, pode melhorar muito com a elaboração e aplicação de novos experimentos em turmas do ensino médio. Desde que estes sejam elaborados tendo os estudantes como sujeitos do conhecimento. Pois, não há como ensinar alguém que não deseja aprender, uma vez que a aprendizagem é um processo interno que acontece como resultado da ação do sujeito.

#### Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Valli, M.; dos Santos, R. N.; Figueira, L. D.; Nakajima, C. H.; Castro-Gamboa, I.; Andricopulo, A. D.; Bolzani, V. S. J. Development of a natural products database from the biodiversity of Brazil. *Journal of Natural Products* **2013**, *76*, 439. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- <sup>2</sup> Silva, L. B.; Alles, I. M.; Morel, A. F.; Dalcol, I. I. Produtos Naturais no Ensino de Química: Experimentação para o Isolamento dos Pigmentos do Extrato de Páprica. *Química Nova na Escola* **2006**, *52*. [[Link](#)]
- <sup>3</sup> Lewandowska, U.; Szewczyk, K.; Hrabec, E.; Janecka, A.; Gorchach, S. Overview of Metabolism and Bioavailability Enhancement of Polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2013**, *61*, 12183. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

- <sup>4</sup> Cheynier, V. Phenolic compounds: from plants to foods. *Phytochemistry Reviews* **2012**, *11*, 153. [CrossRef]
- <sup>5</sup> Agostini-Costa, T. N.; Lima, M. V.; Lima, A.; Aguiar, M. J.; Lima, J. B.; Paiva, J. Tanino em pedúnculos de caju: efeito de algumas variações genéticas e climáticas. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos* **2002**, *20*, 267. [Link]
- <sup>6</sup> Almeida, J. M. A.; Brandão, M. G. L.; *Ensinando sobre plantas medicinais na Escola*, 1a. ed., Museu de História Natural e Jardim Botânico: Belo Horizonte, 2011.
- <sup>7</sup> Hagerman, A. E.; Butler, L. G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannins. *Journal of Chemical Ecology* **1989**, *15*, 1795. [CrossRef] [PubMed]
- <sup>8</sup> Magalhães, P. C.; Rodrigues, W. A.; Durães, F. O. M. Tanino no grão de sorgo – Bases fisiológicas e métodos de determinação. Disponível em: <<http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejo/Exibe.asp?id=144>>. Acesso em: 07 dezembro 2012.
- <sup>9</sup> Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; *Metodologia do ensino de Ciências*, 2a. ed, Cortez: São Paulo, 1994.
- <sup>10</sup> Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*, Cortez: São Paulo, 2007.
- <sup>11</sup> Graham, H. D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **1992**, *40*, 801. [CrossRef]
- <sup>12</sup> Costa, A. F. *Farmacognosia Experimental*, Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2002.
- <sup>13</sup> Alimentação Da Gestante Para Evitar Prisão De Ventre. Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=YD2ETX6C15Q>>. Acesso em: 1 setembro 2012.
- <sup>14</sup> Movimento De Educação Popular – Questionário Padrão de Avaliação de Novos Experimentos/Vivências, 004 de 1996 citado em Soares, M. H. F. B.; Silva, M. V. B.; Cavaleiro, E. T. G. Aplicação de corantes naturais no ensino médio. *Eclética Química* **2001**, *26*, 225. [CrossRef]
- <sup>15</sup> Oliveira, C.A.F.; Resende Filho, J.B.M.; Andrade, L.R. Identificação de ácido salicílico em produtos dermatológicos. *Química Nova na Escola* **2011**, 125. [Link]
- <sup>16</sup> Dangles, O. Antioxidant activity of plant phenols: chemical mechanisms and biological significance. *Current Organic Chemistry* **2012**, *16*, 692. [CrossRef]
- <sup>17</sup> Hagerman, A.E. *Fifty years of polyphenol-protein complexes in Recent advances in polyphenol research*; Cheynier, V.; Sarni-Manchado, P.; Quideau, S., eds; Blackwell: London, 2012, vol. 3.
- <sup>18</sup> Barbusiński, K. Fenton reaction - controversy concerning the chemistry. *Ecological Chemistry and Engineering* **2009**, *16*, 347. [Link]
- <sup>19</sup> Merçon, F.; Guimarães, P. I. C.; Mainier, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola* **2004**, *11*. [Link]
- <sup>20</sup> Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian, H.; *Psicologia Educacional*, Interamericana: Rio de Janeiro, 1980.
- <sup>21</sup> Assmann, H.; *Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente*, Vozes: Petrópolis, 1998.