



## Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade

Gislei A. de Oliveira e Fernando C. Silva

Geralmente, as atividades experimentais são realizadas com os estudantes para que conheçam fatos que explicam uma teoria já apresentada em sala de aula. Essa abordagem dificilmente promove uma problematização, a qual poderia dar sentido e significado aos dados obtidos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar aos estudantes uma atividade experimental para discutir o conceito de polaridade, utilizando a cromatografia em papel para separar os pigmentos de pimentões. A atividade experimental foi realizada a partir de outra atividade relatada na literatura. Para obtenção dos dados foram utilizados questionários iniciais e finais. Os resultados indicaram que os estudantes não possuíam conhecimentos básicos, como por exemplo, de solubilidade, mas após a realização dos experimentos, percebe-se uma evolução dos mesmos e entendimento do conceito estudado. As atividades experimentais precisam ser muito mais do que motivação para os estudantes, mas propiciar um espaço para ação e reflexão.

► Educação Química, Ensino Médio, Experimentação ◀

Recebido em 18/03/2016, aceito em 16/06/2016

162

**N**o que se refere ao ensino de Ciências, e também ao de Química, podemos observar que muito tem se discutido sobre o processo ensino e aprendizagem. É consenso, entre os pesquisadores da comunidade de Educação Química, que a mera transmissão dos conceitos químicos já não é eficaz. Com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação, aliadas à diversidade de trabalhos que abordam estratégias de ensino mais eficazes, ampliam-se os recursos que podem ser utilizados pelos professores. Nesse contexto, a experimentação no Ensino de Química tem sido objeto de muitas pesquisas. Entretanto, a experimentação não deve ser vista apenas como motivação para as aulas, mas um momento

O termo cromatografia pode ser atribuído ao botânico russo Mikhael Semenovich Tswett que, em 1906, o empregou para descrever o processo utilizado para separar os pigmentos de folhas de plantas. Ele adicionou o extrato dessas folhas em éter de petróleo em colunas de vidro contendo carbonato de cálcio em pó. A separação foi observada mediante as diferentes colorações que apareceram na coluna. Dessa forma, o termo cromatografia deriva do grego “chrom” (cor) e “graphie” (escrever), embora Tswett tenha indicado que o método não depende da cor, exceto para facilitar a visualização das frações separadas (Degani *et al.*, 1998; Collins *et al.*, 2010).

de discussão e (re)construção de conceitos. Dessa forma, utiliza-se um experimento para a separação de pigmentos de pimentões, por meio de cromatografia em papel para discussão do conceito de polaridade.

### Conceitos fundamentais sobre cromatografia

O termo cromatografia pode ser atribuído ao botânico russo Mikhael Semenovich Tswett que, em 1906, o empregou para descrever o processo utilizado para separar os pigmentos de folhas de plantas. Ele adicionou o extrato dessas folhas em éter de petróleo

em colunas de vidro contendo carbonato de cálcio em pó. A separação foi observada mediante as diferentes colorações que apareceram na coluna. Dessa forma, o termo cromatografia deriva do grego “chrom” (cor) e “graphie” (escrever), embora Tswett tenha indicado que o método não depende da

A seção “Relatos de sala de aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

cor, exceto para facilitar a visualização das frações separadas (Degani *et al.*, 1998; Collins *et al.*, 2010).

A cromatografia pode ser definida como um método físico-químico de separação de misturas, efetuada através da distribuição dos componentes dessa mistura em duas fases, que estão em contato. Dessas fases, uma se move (fase móvel) através da outra (fase estacionária). Durante a migração da fase móvel através da fase estacionária, os componentes se distribuem seletivamente entre essas fases, resultando em migrações diferenciais (Collins *et al.*, 2010). Existem diferentes modalidades de cromatografia que podem ser classificadas de acordo com o mecanismo de separação envolvido e os diversos tipos de fases utilizadas. Uma dessas modalidades é a cromatografia em papel, que é um método simples para análise de amostras em quantidades pequenas. Pode ser utilizada para a separação e identificação de açúcares, antibióticos hidrossolúveis, aminoácidos, pigmentos e íons metálicos (Ribeiro; Nunes, 2008). Neste método, o papel constituído de celulose pode absorver até 22% de água, dessa forma a água funciona como a fase estacionária. A celulose é formada por várias unidades de glicose que possuem hidroxilas, interagindo, por ligação de hidrogênio, com as moléculas de água. Já a fase móvel corresponde aos solventes orgânicos que, em geral, são menos polares que a água (Collins *et al.*, 2010). Na cromatografia em papel a separação está baseada no mecanismo de partição líquido-líquido, ou seja, os componentes de uma mistura são separados pela suas diferenças de solubilidade nas duas fases imiscíveis (fase estacionária e móvel) (Degani *et al.*, 1998). Dessa forma, a cromatografia em papel pode ser adequada para discutir o conceito de polaridade.

### Revisão da literatura

Em um trabalho intitulado, “Uso da cromatografia de papel como alternativa para explicar diversos conceitos de Química no Ensino Médio”, Silva e colaboradores (2006) aplicaram experimentos utilizando a cromatografia em papel para estudantes do segundo ano do Ensino Médio. Nesses experimentos foram abordados conceitos relacionados aos fenômenos físicos e químicos, separação de misturas, solubilidade e polaridade. Os resultados foram obtidos por meio de um questionário inicial para observação das concepções prévias e avaliações após a realização dos experimentos. A partir da análise dos dados os pesquisadores verificaram que todos os estudantes possuíam algum tipo de conhecimento prévio sobre os assuntos abordados e, de um modo geral, compreenderam os conceitos envolvidos. No entanto, as maiores dificuldades foram relacionadas à solubilidade e à polaridade.

Kapelinski e colaboradores (2013) prepararam um experimento utilizando a cromatografia em papel para explicar

O uso da experimentação nas escolas foi influenciado há mais de um século pela atividade experimental que era desenvolvida nas universidades, com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo. Pensava-se que os estudantes aprendiam os conteúdos, mas não conseguiam aplicá-los.

a polaridade de compostos orgânicos. O experimento foi baseado na separação das cores da tinta de canetas esféricas aplicadas para os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Durante a realização dos experimentos os estudantes mostraram-se interessados com a separação das diferentes cores ao longo do papel, mas não mencionaram a separação de misturas e a polaridade para a explicação do experimento. Ainda envolvendo a separação das cores de caneta utilizando cromatografia em papel, Hoehne e Ribeiro (2013) propuseram experimentos rápidos e seguros para auxiliar professores e estudantes. De acordo com as autoras, os materiais são de baixo custo e apresentam o uso da cromatografia em papel para determinar as cores de canetas do tipo hidrocor, visto que elas são produzidas da mistura de outras cores. As autoras consideraram a cromatografia em papel como um método de execução simples e rápido, podendo ser utilizado para apresentação em Feiras de Ciências e para abordar conceitos de substâncias e misturas, tipos de misturas, processos de separação e capilaridade.

Uma proposta de experimento utilizando materiais de baixo custo para discutir conceitos de interações intermoleculares e as propriedades de funções orgânicas foi proposta por Ribeiro e Nunes (2008). Essa proposta foi baseada na separação dos pigmentos de pimentões por meio de cromatografia em papel. As autoras afirmaram que o experimento proposto desperta o interesse dos estudantes pela Química de Produtos Naturais e propicia discussões sobre os conceitos envolvidos.

### Experimentação no Ensino de Química

O uso da experimentação nas escolas foi influenciado há mais de um século pela atividade experimental que era desenvolvida nas universidades, com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo. Pensava-se que os estudantes aprendiam os conteúdos, mas não conseguiam aplicá-los. Após todo esse tempo, o problema ainda continua presente no ensino de Ciências (Izquierdo *et al.*, 1999; Galianzi *et al.*, 2001), enfatizando neste trabalho, o de Química.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) foi descrito o uso da atividade experimental para o desenvolvimento intelectual do estudante, porém essas atividades precisam estar adequadas para o ensino, conforme indicado no documento:

*Deve ficar claro aqui que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química (Brasil, 2002, p. 56).*

Ainda de acordo com os PCNEM, as atividades experimentais foram descritas como indispensáveis para o ensino de Química e podem compreender diferentes modalidades, desde que possuam um caráter investigativo, para que os estudantes possam aprender levantando hipóteses e propondo suas próprias explicações para os diversos fenômenos que eles encontram ao seu redor:

*Merecem especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de ideias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico (Brasil, 2002, p. 108).*

No CBC (Conteúdo Básico Comum, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais) as atividades experimentais também foram enfatizadas, desde que propiciem uma forma de pensar em Química como uma constante integração entre teoria e prática. Desta forma, a formulação de hipóteses, o desenvolvimento de maneiras de avaliá-las, alterá-las baseado nos resultados, dentre outras, fazem parte da formação do sujeito profissional e social (Minas Gerais, 2007).

Araújo e Abib (2003) categorizaram as atividades experimentais em três tipos de abordagens: verificação, investigação e demonstração.

As atividades experimentais de verificação são realizadas com a função de se examinar ou comprovar alguma teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos podem ser conhecidas pelos estudantes. Em geral, essa abordagem é utilizada para despertar o interesse dos estudantes e variar a dinâmica das aulas teóricas (Araújo; Abib, 2003). A experimentação é uma estratégia utilizada para o entendimento do conteúdo, ao contrário do que na maioria das vezes é feito, para finalizá-lo. Muitos professores acreditam que ao explicar a teoria para os estudantes e, depois, realizar um experimento para comprovar essa teoria contribuirá para a sua aprendizagem. Pelo contrário, dessa forma o estudante não formula hipóteses, não argumenta, não propõe formas de validar ou não essas hipóteses, não discute resultados, etc. (Galiuzzi *et al.*, 2001).

A abordagem investigativa, bastante mencionada nos estudos envolvendo experimentação, representa uma estratégia para propiciar a participação dos estudantes em todo o processo, e o professor assume o papel de mediador (Suart; Marcondes, 2008). Segundo Hofstein e Lunetta (2003), essa abordagem consiste em delinear investigações, propor procedimentos experimentais para a aquisição dos dados, averiguar e discutir os resultados. Neste contexto, os estudantes realizam os experimentos,

*[...] aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (Suart & Marcondes, 2008, p. 2).*

Na abordagem investigativa não existe um condicionamento a um conteúdo abordado anteriormente em uma aula expositiva. Os conteúdos podem ser discutidos e ensinados no próprio contexto da atividade experimental, a partir das discussões realizadas pelos estudantes na busca por explicações para os fenômenos. Em geral, os experimentos são realizados previamente à explicação dos conteúdos imbricados na atividade, de tal maneira que os resultados não sejam totalmente previsíveis, nem as respostas fornecidas de imediato pelo professor (Araújo; Abib, 2003).

Na abordagem demonstrativa o professor realiza o experimento enquanto os estudantes observam os procedimentos executados e os fenômenos ocorridos. Os experimentos demonstrativos são muito utilizados quando: os recursos são escassos, não há espaço adequado para todos os estudantes executarem os procedimentos, o professor possui pouco tempo para a execução da atividade experimental e o experimento pode gerar algum risco para o estudante, podendo inseri-los na dinâmica da aula expositiva (Araújo; Abib, 2003). Embora a atividade experimental demonstrativa já seja definida pelo que se deseja abordar na aula, na maioria das vezes não favorecendo variações nas discussões com os alunos, é importante que o professor, ao adotá-las, levante um problema e provoque os estudantes para a solução do mesmo. Essa atitude pode promover oportunidades para que os estudantes reflitam sobre os fenômenos observados, elaborem hipóteses, examinem variáveis que interfiram na atividade, argumentem e debatam os conteúdos científicos que explicam os fenômenos (Oliveira, 2010). Dessa forma, a abordagem demonstrativa pode possuir semelhanças com a investigativa.

O objetivo da experimentação no Ensino Médio não é facilitar a abstração de fenômenos que podemos observar, como alguns professores acreditam. O papel é fornecer representações concretas de abstrações anteriores. Portanto, no Ensino Médio, a experimentação deveria ser utilizada para

**As atividades experimentais de verificação são realizadas com a função de se examinar ou comprovar alguma teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos podem ser conhecidas pelos estudantes.**

apoiar a exploração e utilização de conceitos, e para torná-los acessíveis e úteis. É a exploração de ideias que constitui o processo de ensino e aprendizagem; no experimento apenas são levantadas evidências concretas para uma posterior exploração conceitual (Hodson, 1988).

### Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa foi orientada pela abordagem metodológica qualitativa, em que buscamos compreender o processo de ensino segundo a perspectiva dos estudantes, por meio de participação de atividades na sala de aula. Para isso, observamos, anotamos, transcrevemos as respostas dos estudantes, buscamos significados e interpretamos (Moreira, 2011). As respostas dos estudantes foram analisadas antes e após a atividade experimental investigativa. Assim como Carvalho (2011), descrevemos e refletimos sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, utilizando uma atividade experimental planejada e executada pelo pesquisador com o suporte do professor da disciplina. É importante mencionar que não esperávamos que os estudantes aprendessem todo o conteúdo proposto. A atividade foi realizada para entendermos o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes e buscar maneiras eficazes de mediar esse processo.

A atividade experimental foi adaptada de Ribeiro e Nunes (2008) e a execução fundamentada em trabalho de Suart e Marcondes (2009), que concebe como proposta atividades experimentais investigativas.

Este estudo se refere a uma pesquisa de trabalho de conclusão de curso, a qual foi desenvolvida em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no Norte de Minas Gerais, durante o primeiro semestre de 2015. A turma constituída de 43 estudantes com idades entre 16 e 18 anos foi escolhida baseada na disponibilidade de utilização das aulas e ao acesso de um dos autores deste trabalho. A escolha do experimento foi pautada na disponibilidade, segurança e custo dos materiais, e ainda, serem conhecidos dos estudantes para permear a discussão sobre polaridade.

Quadro 1: Questionário inicial aplicado para os estudantes.

**Primeira Questão:** Dê um exemplo de algum processo que você realiza em sua casa para separar misturas.

**Segunda Questão:** Por que, até um determinado intervalo de tempo, a urina é absorvida na fralda descartável sem molhar a criança?

**Terceira Questão:** Por que não conseguimos lavar uma vasilha suja de gordura somente com água?

Fonte: baseadas nos estudos de Ribeiro e Nunes (2008) e Curi (2006).

Quadro 2: Questionário final aplicado para os estudantes.

**Primeira Questão:** O thinner e a acetona poderiam ser substituídos por água para o preparo dos extratos? Explique.

**Segunda Questão:** Duas substâncias que interagem da mesma forma com uma fase estacionária podem ser separadas por cromatografia em papel? Explique.

**Terceira Questão:** Se a fase móvel utilizada para eluição fosse substituída por álcool o que aconteceria? Explique.

Fonte: baseadas nos estudos de Ribeiro e Nunes (2008).

Os dados foram coletados por meio de questionários iniciais e finais e observações durante o desenvolvimento da atividade experimental, abrangendo duas aulas de 50 minutos. A atividade experimental demonstrativa e a discussão do conceito de polaridade foi realizada após aplicação do questionário inicial, constituído de três questões, conforme indicado no Quadro 1.

Em seguida, as questões do questionário inicial foram utilizadas como ponto de partida para iniciar a discussão do conceito de polaridade e a realização dos experimentos, buscando explicações para os procedimentos realizados, referentes a extração dos pigmentos dos pimentões. Na aula seguinte, os experimentos e as discussões continuaram, versando sobre a separação dos pigmentos por meio de cromatografia em papel. Ao final da realização dos experimentos e discussão do conceito de polaridade foi aplicado um questionário final. As questões foram baseadas nas implicações da polaridade na separação dos pigmentos, por meio da cromatografia em papel, conforme indicado no Quadro 2.

Os questionários foram corrigidos por cada um dos autores. Os resultados foram conferidos e discutidos para a categorização das respostas de cada questão, classificando-as em: respostas corretas, parcialmente corretas, incorretas e não sabem ou não responderam.

### Resultados e Discussão

Aplicamos a proposta de experimento adaptada de Ribeiro e Nunes (2008) em uma turma de 1º ano de Ensino Médio para discutir o conceito de polaridade. Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos e organizar sua discussão foi analisado, primeiramente, o questionário inicial, buscando conhecer se os estudantes possuem algum conhecimento básico sobre o tema. Posteriormente, o mesmo foi feito para o questionário final, avaliando o entendimento dos estudantes a partir da atividade experimental. Dos 43 estudantes matriculados na turma do 1º ano selecionada para a atividade experimental, 42 participaram da aula de

aplicação do questionário inicial e 39 do questionário final.

O questionário inicial foi constituído por três questões abertas, sendo a primeira baseada na separação de misturas e, as duas últimas relacionadas a diferença de propriedades físicas e químicas entre os materiais. A partir da análise das respostas dos questionários iniciais dos estudantes foi possível classificá-las conforme indicado na Tabela 1.

Na primeira questão esperava-se que os estudantes citassem exemplos de processos de separação de misturas utilizados no dia a dia, como por exemplo, preparação de café, catação do feijão, peneiração da areia, filtração da água, etc. Cerca de 64% dos estudantes responderam corretamente, mencionando os processos de separação de misturas que são frequentemente realizados em casa, conforme indicado pela resposta na íntegra de um estudante: “Coar o café, ao fazer o suco, o feijão ao limpar, o leite ao ser coado”. Embora, a questão seja muito simples, em torno de 29% das respostas foram incorretas. Muitos estudantes, escreveram palavras soltas, como, café, leite, feijão, não indicando o processo de separação. A resposta de uma estudante merece ser transcrita e comentada neste momento: “O café que ao colocar a água quente vira um líquido, que se separa do pó”. A estudante percebe o processo de separação, mas não entende que ao colocar a água quente ocorre a dissolução de substâncias que conferem cor, sabor e odor, e não, a transformação em um líquido. Isso demonstra a importância de conhecer o entendimento que os estudantes possuem sobre o tema, pois um processo, aparentemente simples, como preparar café pode ser entendido de diversas formas pelos estudantes. As respostas parcialmente corretas corresponderam a 7%, esses estudantes apenas mencionaram o processo de separação, como por exemplo, filtração, decantação, etc, e não utilizaram um exemplo. Essas respostas foram consideradas parcialmente corretas, pois eles identificaram o processo, podendo inferir que não conseguiram associar o processo a um exemplo do dia a dia.

Antes de iniciar a discussão sobre a segunda questão é pertinente ressaltar que os estudantes já conheciam uma fralda descartável. Nesta questão esperava-se que os estudantes respondessem de uma forma mais geral, apresentando a diferença nas propriedades físicas e químicas entre os materiais que constituem a fralda, como por exemplo: as fraldas possuem em sua parte interna substâncias que absorvem as moléculas de água da urina e, externamente, substâncias que impedem vazamentos. As respostas incorretas corresponderam, em torno de 78%, indicando a dificuldade dos estudantes em diferenciar os materiais utilizados para a produção de uma fralda descartável, conforme a resposta a seguir: “Por

que a(sic) um algodão da fralda consegue captura(sic) a urina”. Cerca de 17% das respostas foram consideradas parcialmente corretas, pois os estudantes apenas mencionaram que a fralda absorve a urina e a impede de vazar, como por exemplo: “Pois a fralda absorvi(sic) a urina enpedindo(sic) que a urina vaze”. Podemos observar que eles não identificaram a diferença de materiais, um que absorve a urina e outro que impede o vazamento. Apenas 5% das respostas foram consideradas corretas, pois os estudantes mencionaram a diferença entre os materiais, “Devido a mesma possuir camadas de algodão, que absorvem a determinada quantidade de urina, e uma camada de um material (plástico) que não permite que a urina vaze da fralda”. Podemos observar que a estudante mencionou a diferença entre os materiais. É interessante que ela considerou o algodão como o material que interagiu com a água e um certo material plástico que impediu o vazamento. Essa resposta pode estar associada à própria experiência da estudante, ou seja, a partir das características que ela observa em uma fralda descartável. As fraldas descartáveis são formadas, basicamente, por uma camada de filme de polietileno e uma polpa de celulose com poliacrilato de sódio (Marconato; Franchetti, 2002).

Na terceira questão esperava-se que os estudantes respondessem que a água não remove a gordura, pois a gordura é insolúvel em água. Cerca de 57% dos estudantes responderam incorretamente, afirmando que: “Porque a gordura gruda e por ser um óleo tem que sair com bombriu(sic)”. Percebemos que eles não entendem que há diferenças entre óleos e gorduras usando os termos como sinônimos. Embora sejam constituídos de, principalmente, triglicerídeos (ésteres de ácidos graxos), eles possuem propriedades diferentes, como por exemplo: na temperatura ambiente os óleos são líquidos e as gorduras, sólidas. A semelhança está no fato de que ambos são insolúveis em água. Além disso, os estudantes entenderam que a gordura só é removida mediante o uso da palha de aço, no caso, o Bombril®. As respostas corretas corresponderam, aproximadamente, 40%, indicando que esses estudantes entenderam que as gorduras não são solúveis em água, como por exemplo: “Por que a gordura não se mistura com a água e por isso não pode ser removida apenas com ela”. Somente um estudante (cerca de 2%) não respondeu à questão. Em geral, os estudantes reconheceram que água e gordura não são solúveis, e que há necessidade de usar um detergente para remoção da gordura. Entretanto, nenhum estudante utilizou o conceito de solubilidade para explicar.

Já esperávamos que eles não utilizariam o conceito de polaridade para explicar as questões propostas, visto que

Tabela 1: Classificação e quantidade das respostas dos estudantes para o questionário inicial

Questões	Corretas	Parcialmente Corretas	Incorretas	Não responderam/Não sabem
1	27 (64%)	3 (7%)	12 (29%)	0
2	2 (5%)	7 (17%)	33 (78%)	0
3	17 (41%)	0	24 (57%)	1 (2%)

esse conceito seria trabalhado no contexto da realização do experimento.

O questionário final foi desenvolvido com três questões discursivas relacionadas ao experimento realizado, envolvendo o conceito de polaridade e sua implicação na separação dos pigmentos dos pimentões. A partir da análise das respostas dos estudantes no questionário final foi possível classificá-las conforme indicado na Tabela 2.

Na primeira questão esperava-se que os estudantes respondessem que o thinner e a acetona não poderiam ser substituídos por água, pois a mesma é mais polar do que a mistura thinner e acetona, extraindo substâncias bem mais polares que os pigmentos encontrados nos pimentões. É muito comum dizer a polaridade da mistura de solventes quando se trabalha com a Química de Produtos Naturais, pois a mistura de solventes pode aumentar a eficiência da extração de determinado composto. Entretanto, é importante mencionar que a polaridade é uma propriedade física das ligações covalentes em uma molécula, que é determinada pela diferença de eletronegatividade entre os átomos que a constitui. A diferença de eletronegatividade entre os átomos numa ligação e a geometria da molécula influenciam no momento dipolar, que se for diferente de zero, denominamos como molécula polar, e igual a zero, molécula apolar. Cerca de 59% das respostas foram consideradas parcialmente corretas, pois os estudantes reconheceram que a mistura não pode ser substituída por água devido a sua polaridade, mas não relacionaram ao fato dessa extrair outros compostos mais polares que os pigmentos. Podemos exemplificar com a seguinte resposta: “*Não, pelo fato da água ser polar*”. As respostas incorretas corresponderam a aproximadamente 33%, indicando a dificuldade dos estudantes em relacionar a polaridade de solventes com a extração dos pigmentos, conforme apresentado nesta resposta: “*Não, pois a água não seria possível fazer a experiência(sic) que faz com acetona*”. Mesmo os estudantes reconhecendo que a água não pode ser usada para substituir a mistura, eles não conseguiram diferenciar a polaridade dos solventes. Somente três estudantes responderam corretamente (em torno de 8%), conforme indicado a seguir: “*Não pois a água não dissolveria todos os componentes, apenas os polares*”. Embora o estudante não tenha mencionado a polaridade dos pigmentos dos pimentões, ele reconheceu que a água extrai somente os componentes mais polares.

Na segunda questão esperava-se que os estudantes respondessem que não ocorreria separação, pois as duas substâncias possuem polaridades semelhantes, interagindo da mesma forma com a fase estacionária. Foram consideradas

respostas parcialmente corretas aquelas em que os estudantes entenderam que não ocorre a separação, mas não mencionaram a semelhança de polaridade entre essas substâncias, conforme pode ser observado na resposta de uma estudante: “*Não. Pois todos os componentes ficarão presos na fase estacionária*”. Embora a estudante utilize um termo incorreto “ficar preso”, entendemos que para a estudante significa ocorre a interação entre as substâncias e a água, que no caso é a fase estacionária. Cerca de 13% das respostas foram consideradas incorretas, pois os estudantes responderam que ocorre a separação, conforme indicado a seguir: “*Sim, Pois(sic) com o thinner no fundo ira(sic) subir separando*”. Percebemos que o estudante acredita que quando a fase móvel percorrer através da fase estacionária ocorrerá a separação, mesmo os componentes possuindo polaridades semelhantes. Nenhum estudante respondeu corretamente, indicando a dificuldade de entender o conceito de polaridade e sua implicação no tipo de interação que pode ocorrer entre as substâncias. Vale ressaltar que, durante alguns momentos da realização dos experimentos, foram mencionados os tipos de interações intermoleculares que podem ocorrer entre as moléculas, visto que a polaridade de uma molécula está associada ao tipo de interação predominante.

Na terceira questão esperava-se que os estudantes respondessem que a separação das substâncias não ocorreria, pois o álcool é mais polar do que a mistura thinner e acetona. Dessa forma, a interação entre o álcool e a água é muito mais intensa do que a da água e os pigmentos, assim o álcool “arrastaria” (Rf, fator de retenção, próximo de 1) os pigmentos sem que ocorresse a separação. O fator de retenção (Rf) é calculado pela razão entre a distância percorrida pelo componente da amostra (dc) e a distância percorrida pela fase móvel ou eluente (de),  $Rf = dc/de$ . Quando o valor de Rf é mais próximo de 0, dizemos que o componente da amostra está mais retido. Quando o Rf é mais próximo de 1, dizemos que o componente da amostra está mais arrastado. Para inferirmos sobre a polaridade do componente precisamos conhecer a polaridade da fase estacionária. No caso acima, a fase estacionária é a água, isto é, fase estacionária polar. Assim, podemos dizer que o álcool é um solvente com polaridade elevada para separar os pigmentos que são menos polares, ocasionando o arraste dos mesmos. É importante mencionar ainda que o valor do Rf é constante (quando as condições de medida são completamente especificadas) para uma dada substância, e corresponde a uma propriedade física dessa substância. O valor de Rf pode, então, ser usado para identificar uma substância desconhecida, mas como muitas substâncias podem ter o mesmo valor de Rf, assim como

Tabela 2: Classificação e quantidade das respostas dos estudantes para o questionário final

Questões	Corretas	Parcialmente Corretas	Incorretas	Não responderam/Não sabem
1	3 (8%)	23 (59%)	13 (33%)	0
2	0	34 (87%)	5 (13%)	0
3	0	28 (72%)	11 (28%)	0

podem ter o mesmo ponto de fusão, métodos adicionais devem ser utilizados para identificação inequívoca da mesma. Cerca de 72% das repostas foram consideradas parcialmente corretas, pois os estudantes reconheceram que não ocorreria a separação e que o álcool arrastaria os pigmentos, mas não mencionaram que isso ocorre devido à diferença de polaridade entre o álcool e os pigmentos. Além disso, tratam o álcool como polar e apolar. Vejamos a resposta de um estudante: “O álcool não iria separar os pigmentos, pois ele tem parte polar e parte apolar, logo, ele vai arrastar todos os pigmentos, além de interagir com a água da fase estacionária”. Quando eles dizem parte polar e parte apolar estão referindo ao etanol, que possui a hidroxila com ligação polar e, a cadeia carbônica com a ligação apolar. Os estudantes reconheceram a interação entre o álcool e a água, mas não explicaram se essa interação é intensa ou não. As respostas incorretas corresponderam a cerca de 28%, neste caso os estudantes entenderam que o álcool não poderia ser utilizado, mas não souberam explicar. Podemos observar na resposta de uma estudante: “O álcool irá fazer uma bagunça com os pigmentos e não teria o resultado que queria”.

Embora, de um modo geral, os estudantes tenham fornecido respostas consideradas parcialmente corretas, percebemos uma evolução no entendimento do conceito de polaridade relacionado a separação dos pigmentos.

### Considerações Finais

Com o objetivo de discutir o conceito de polaridade

### Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 181-185, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN+: Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 3 de jun. 2015.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In Santos, F. M. T.; Greca, I. M. (Ed.), *A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias* (pp. 13-48). Ijuí, RS: Editora da Unijuí. 2011.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. (Orgs.). Fundamentos de Cromatografia. Campinas: Editora da Unicamp. 2010.

CURI, D. Polímeros e interações intermoleculares. *Química*

e sua implicação nas propriedades físicas de substâncias, aplicamos uma atividade experimental para estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual de uma cidade do interior de Minas Gerais. Nessa atividade foi utilizada a cromatografia em papel para separar os pigmentos de pimentões.

Observamos que os estudantes não possuíam conhecimentos básicos sobre polaridade, mas após a realização da atividade experimental percebemos uma evolução desses estudantes. Entendemos que os conceitos discutidos são difíceis de serem ensinados, mas observamos que a experimentação pode ser uma estratégia eficaz para estudar sobre esse conceito, contribuindo para posteriores relações com o contexto desses estudantes.

Esperamos que este trabalho oriente outros professores para adotarem a experimentação com segurança em suas aulas, pois acreditamos que não são necessários recursos extraordinários para realizá-la. Entretanto, é importante que fiquemos atentos aos referenciais teóricos sobre o assunto, para que realmente a experimentação possa contribuir para a aprendizagem de nossos estudantes.

**Gislei Aparecido de Oliveira** (gisleio@hotmail.com) é graduado em Química Licenciatura modalidade a distância pela UFMG e, atualmente, leciona na Escola Estadual Coronel Mariano Murta em Araçuaí, MG. Araçuaí, MG – BR. **Fernando César Silva** (fcsquimico@yahoo.com.br) é graduado em Química Licenciatura pela Universidade de Itaúna e Doutor em Química pela UFMG. Atualmente, é professor do curso de Química Licenciatura e da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Divinópolis, MG – BR.

*Nova na Escola*, v. 23, n. 5, p. 19-22, 2006.

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia: um breve ensaio. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 21-25, 1998.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, p. 53-66, 1998.

HOEHNE, L.; RIBEIRO, R. Uso da cromatografia em papel para revelar as misturas de cores das canetinhas tipo hidrocor em diferentes fases estacionárias. *Revista Destaques Acadêmicos*, Edição Especial, p. 77-79, 2013.

HOFSTEIN, A. P.; LUNETTA, V. The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century. *Science Education*, v. 88, p. 28-54, 2003.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de lãs prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

KAPELINSKI, T. M.; WENZEL, J. S.; OLIVEIRA, L. S.

Estudando química, através da cromatografia em papel. XXXIII EDEQ – Movimentos curriculares da Educação Química – o permanente e o transitório. UNIJUÍ, 10 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/viewFile/2706/2282>>. Acesso em: 26 de jun. de 2015.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. *Química Nova na Escola*, v. 15, p. 42-44, 2002.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais. Centro de Referência Virtual do Professor. Conteúdo Básico Comum: Química. Belo Horizonte: SEE-MG, 2007. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.go.br/sistema\\_crv/index2.aspx?id\\_objeto=23967](http://crv.educacao.mg.go.br/sistema_crv/index2.aspx?id_objeto=23967)>. Acesso em: 4 de jun. de 2015

MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuição e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: Reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 141-150, 2010.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de

pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, v. 29, p. 29-37, 2008.

SILVA, C. K. O.; ATAÍDE, M. C. E. S.; MARTINS, I. S. B.; SILVA, I. M.; FERREIRA, J. E. A.; De MELO, J. V. Uso da cromatografia de papel como alternativa para explicar diversos conceitos de química no ensino médio. Salvador-Ba. XLVI congresso brasileiro de química, 2006. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2006/trabalhos2006/6/507-691-6-T1.htm>>. Acesso em: 26 de jun. de 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio. Em: XIV Encontro Nacional de ensino de Química, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0342-1.pdf>>. Acesso em: 14 de jun. 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências e Cognição*, v. 14, p. 50-74, 2009.

**Abstract:** *Paper chromatography: reflection about an experimental activity for the discussion of the polarity concept.* Generally, experimental activities are carried out with the students to know facts that explain a theory already presented in class. This approach hardly promotes a questioning, which could give meaning and significance to the data obtained. Thus, the aim of this study is to present the students an experimental activity to discuss the concepts of polarity and intermolecular interactions, using paper chromatography to separate the peppers pigments. The experimental activity was adapted from other activity reported in the literature. To obtain the data we used questionnaires. The results indicated that students don't have basic knowledge, e.g solubility, but after completion of the experiments we can see an evolution of these and understanding of the concept studied. The experimental activities need to be much more than motivation to the students, but provide a space for action and reflection.

**Keywords:** Chemistry Education, High School, Experimentation.