

Explorando a cromatografia em papel: uma breve revisão bibliográfica das experiências práticas no Ensino Médio (2010-2020)

Ana C. A. Andrade¹; Yuri V. C. Moura²; Lafaiete A. Cardoso³; Floricéa M. Araújo⁴.

¹Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

²Graduando em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

³Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Química, Departamento de Química Orgânica.

⁴Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Química, Departamento de Química Orgânica.

Palavras-Chave: Experimento, Ensino de Ciências, Separação.

Introdução

No Ensino de Ciências, a experimentação é uma estratégia eficaz para criar problemas que envolvem o cotidiano dos estudantes, permitindo a contextualização dos conteúdos e o estímulo ao questionamento. Este método é especialmente importante, pois responde às críticas ao ensino tradicional, em que o aluno frequentemente assume o papel passivo de mero receptor e às vezes, os conteúdos não são relacionados com os conhecimentos adquiridos ao longo da vida escolar. Quando não há uma conexão entre o que foi aprendido e o que está sendo ensinado, a aprendizagem perde significado. Assim, ao implementar práticas docentes que se conectam com a realidade do estudante, ele se torna um agente ativo na construção do próprio conhecimento, (Guimarães, 2009). No entanto, as aulas experimentais não podem ser apenas um recurso motivacional, mas devem ser oportunidades de explanação e discussão entre alunos e professores de maneira a facilitar a reconstrução e aprofundamento do conhecimento.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), enfatiza a importância das atividades experimentais para o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

No ensino de Química, estas atividades devem ter um caráter investigativo, incentivando os estudantes a formularem hipóteses e desenvolver elucidações para os fenômenos observados, promovendo uma aprendizagem ativa e reflexiva. Assim experimentação, não deve ser vista apenas como uma prática de laboratório, mas como uma estratégia educativa que enriquece o processo de ensino-aprendizagem (Brasil, 2002).

A Cromatografia é um método simples e que permite a análise de pequena quantidade de amostras e pode ser utilizada para a separação e identificação de muitos constituintes presentes numa mistura. Os diferentes níveis de interação dos componentes com as fases móvel e estacionária determinam a migração diferencial dos analitos, resultando na separação dos mesmos (Degani *et al.*, 1998; Collins *et al.*, 2009).

Na cromatografia em papel, as substâncias da amostra são separadas com base em suas diferentes afinidades pela fase estacionária (o papel) e pela fase móvel (um solvente), que se desloca através do papel.

Devido à variedade de combinações entre fase móvel e fase estacionária, a cromatografia se destaca por sua versatilidade, e a instrução desta técnica no Ensino Médio (EM), proporciona uma compreensão prática e tangível de um método amplamente utilizado em laboratórios de pesquisa e indústria, permitindo aos estudantes visualizarem e aplicar conceitos teóricos de forma concreta, tornando o aprendizado mais significativo.

A prática da cromatografia em papel oferece benefícios educacionais ao permitir que os alunos compreendam os princípios de dissolução e separação de misturas, desenvolvendo

habilidades práticas em laboratório. Além disso, facilita a correlação com conceitos como solubilidade, polaridade e forças intermoleculares, essenciais para a compreensão do processo cromatográfico (Souza, 2023).

O objetivo desta breve revisão bibliográfica é analisar como esses artigos contribuem para o ensino e a compreensão da cromatografia no contexto educacional.

Material e Métodos

Este artigo foi elaborado a partir de uma breve revisão bibliográfica, utilizando o Google Acadêmico, com ênfase na revista "Química Nova na Escola" devido à sua abrangência nacional, qualidade das publicações e acesso aberto, sem a necessidade de assinaturas pagas – acesso livre ao conteúdo *online*. Foi realizada uma seleção documental abrangendo um período de 10 anos (2010-2020), focada em trabalhos que tratam da cromatografia em papel e suas aplicações em sala de aula no Ensino Médio (EM). Na análise, buscou-se verificar como a técnica cromatográfica é apresentada e ensinada, além das estratégias pedagógicas utilizadas para integrá-la ao ensino de Química. Foram também considerados artigos completos publicados em Anais de congressos e encontros.

Inicialmente, empregou-se a busca “cromatografia em papel Química Nova” como filtro, porém foram encontrados somente dois artigos com essas características. Dessa maneira, a busca foi progressivamente ampliada com os elementos de filtração “cromatografia em papel Ensino Médio” e “cromatografia em papel”, nesta sequência.

Resultados e Discussão

Nesta primeira etapa, foram encontrados 21 artigos ao total. Por conseguinte, estudou-se o conteúdo de cada artigo previamente selecionado para verificar como a temática da cromatografia em papel foi abordada (ou se houve apenas a sua citação) e, principalmente, se houve a aplicação da proposta de ensino em uma sala de aula do Ensino Médio. Ao final, obteve-se um quantitativo de 9 (nove) produções científicas publicadas no período de 2010 a 2020, conforme o **Quadro 1**.

Quadro 1 - Resultados da seleção documental dos artigos.

Código	Título	Publicação	Autores
A1	Estudando química, através da cromatografia em papel	EDEQ – Movimentos curriculares da Educação Química	Kapelinski, T. M.; Wenzel, J. S.; Oliveira, L. S., 2013.
A2	A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de química: a deficiência visual em debate	Química Nova na Escola	Gonçalves, F. P <i>et al.</i> , 2013
A3	Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	Da Silva, P.S.; Da Rosa, M.F., 2014
A4	Cromatografia com materiais alternativos	Seminário de Projetos de Ensino	Da Costa, V.B; Silva, S. Y. S., 2015

Código	Título	Publicação	Autores
A5	Atividades investigativas: a formação de professores no contexto da EJA	Crítica Educativa	Kemczinski, A. R. <i>et al.</i> , 2017
A6	Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade	Química Nova na Escola	Oliveira, G. A.; Silva, F. C., 2017
A7	A Ciência Forense como tema Transversal para o Ensino de Química	VII ENALIC	Barbosa, A.K.S. <i>et al.</i> , 2018
A8	A cromatografia contextualizada como exemplo na facilitação do ensino-aprendizagem da	VI Congresso Nacional de Educação (Conedu)	De Oliveira, E. G. <i>et al.</i> , 2019
A9	Cromatografia em papel como atividade prática interdisciplinar para o 1º ano do Ensino Médio	Diversitas Journal	Oliveira, J. G.; Antunes, N. T. B.; Silva, F. V., 2020

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados extraídos de: Kapelinski, T. M.; Wenzel, J. S.; Oliveira, L. S., 2013; Gonçalves, F. P *et al.*, 2013; Da Silva, P. S.; Rosa, M. F., 2014; Da Costa, V.B; Silva, S. Y. S., 2015; Kemczinski, A. R. *et al.*, 2017; Oliveira, G. A.; Silva, F. C., 2017; BARBOSA, A.K.S. *et al.*, 2018; De Oliveira, E. G. *et al.*, 2019; Oliveira, J. G.; Antunes, N. T. B.; Silva, F. V., 2020.

O **Quadro 2** mostra alguns detalhes sobre a apresentação da técnica nos artigos selecionados, como, por exemplo, a forma em que a técnica foi apresentada e a estratégia de ensino utilizada.

Quadro 2 - Detalhes sobre a apresentação da técnica

Código	Título	Detalhes sobre a apresentação da técnica
A1	Estudando química, através da cromatografia em papel	Emprego do experimento de forma direta
A2	A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de química: a deficiência visual em debate	Emprego do experimento de forma direta Cooperação mútua – estudante com deficiência visual
A3	Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química	Em contexto de Ciência Forense
A4	Cromatografia com materiais alternativos	Experimento guiado
A5	Atividades investigativas: a formação de professores no contexto da EJA	Experimento guiado Em contexto de Ciência Forense
A6	Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade	Experimento guiado Emprego do experimento de forma direta Conteúdos explorados a partir do tema

Código	Título	Detalhes sobre a apresentação da técnica
A7	A Ciência Forense como tema Transversal para o Ensino de Química	Experimento guiado Em contexto de Ciência Forense Conteúdos explorados a partir do tema
A8	A cromatografia contextualizada como exemplo na facilitação do ensino-aprendizagem da química com materiais alternativos	Experimento guiado Emprego do experimento de forma direta
A9	Cromatografia em papel como atividade prática interdisciplinar para o 1º ano do Ensino Médio	Experimento guiado Emprego do experimento de forma direta Baseada na interdisciplinaridade Conteúdos explorados a partir do tema

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados extraídos de: Kapelinski, T. M.; Wenzel, J. S.; Oliveira, L. S., 2013; Gonçalves, F. P et al.,2013; Da Silva, P. S.; Rosa, M. F., 2014; Da Costa, V.B; Silva, S. Y. S.,2015; Kemczinski, A. R. et al.,2017; Oliveira, G. A.; Silva, F. C., 2017; BARBOSA, A.K.S. et al.,2018; De Oliveira, E. G. et al., 2019; Oliveira, J. G.; Antunes, N. T. B.; Silva, F. V., 2020.

Com base nos artigos analisados, foi possível identificar dois principais grupos de publicações quanto ao uso da técnica de cromatografia em papel. O primeiro grupo, composto por (A1, A2, A4, A6, A8 e A9), é formado por autores que optaram por empregar diretamente o experimento de cromatografia em papel, com foco na separação das cores das tintas de canetas esferográficas ou hidrográficas e extrato de vegetais. A maioria dos experimentos foi aplicada a estudantes do 3º ano do EM; apenas o A9, como já explicitado pelo título, foi implementado no primeiro ano (Quadro 2).

O segundo grupo, por sua vez, se concentrou na aplicação da cromatografia em contextos de Ciência Forense. Neste grupo encontram-se A3, A5 e A7, que utilizaram a encenação de crimes fictícios para explorar a técnica e os conceitos de química no Ensino Médio. Observou-se também que os autores abordaram diversos conteúdos de Química e que a cromatografia em papel não era o foco principal dos estudos. Nesse contexto, foram exploradas diferentes técnicas de análise, e a cromatografia foi considerada uma das várias metodologias apresentadas nas atividades propostas (Quadro 2).

Em todos os artigos analisados, os experimentos guiados foram a principal estratégia pedagógica. No que diz respeito à abordagem conceitual, os autores utilizaram principalmente aulas expositivas como método de ensino, variando basicamente a ordem de apresentação entre teoria e prática. Nessa perspectiva, o foco foi explicar os princípios fundamentais da cromatografia em papel, como a interação entre a fase estacionária e a fase móvel, além dos principais fatores que influenciam a separação dos componentes nos experimentos. Assim, tópicos recorrentes nas discussões incluíram interações intermoleculares e polaridade.

Os artigos utilizaram a estratégia pedagógica de atividades em grupo, atribuindo aos alunos a tarefa de realizar os experimentos de cromatografia em papel e, em seguida, apresentar seus resultados. Nesse método de ensino, é fundamental que o professor domine o processo, conhecendo suas etapas e preparando-as cuidadosamente. Nas atividades em grupo, a ação docente será mais exigida do que em uma abordagem conceitual sob a forma de aula expositiva, pois, além do conteúdo, há o processo de autonomia que o estudante precisa desenvolver.

Apesar de a interação e a cooperação serem características importantes das atividades em grupo, elas não ocorrem de forma espontânea. Por exemplo, a disposição dos alunos

sentados próximos, formando pequenos grupos, pode representar apenas uma organização do espaço físico da sala de aula, mas não necessariamente um processo interativo. O professor é o responsável por promover essa interação, especialmente considerando o tipo de atividade proposta (Grillo *et al.*, 2008).

Dependendo do que se propõe, diferentes níveis de envolvimento do aluno no grupo são possíveis. O nível mais elementar é aquele em que não há colaboração entre os membros do grupo, e o foco principal é cumprir sua parte na tarefa. Notoriamente, a função do professor deve ser propor atividades em grupo nas quais os alunos alcancem níveis cada vez mais elevados de participação, com todos cooperando em função de um objetivo comum (Grilo *et al.*, 2008). Portanto, é de extrema importância que o professor permaneça atento e disponível, conversando e acompanhando os processos e os grupos na sala de aula.

De modo geral, cabe destacar que as atividades em grupo, quando devidamente desenvolvidas, favorecem o desenvolvimento tanto da inteligência interpessoal quanto da inteligência intrapessoal, além da automotivação. Além disso, possibilitam aprofundar o estudo de um determinado tema, assim como desenvolver o pensamento crítico e reflexivo, a autonomia, o senso de responsabilidade e a capacidade de expressar ideias (Grilo *et al.*, 2008; Anastasiou e Alves, 2009).

O **A2 (Quadro 2)** é um excelente exemplo de cooperação mútua, evidenciada pela inclusão de um aluno cego na execução de um experimento de cromatografia em papel. A adaptação dos cromatogramas para o estudante com deficiência visual, realizada pelos colegas, destacou o trabalho em equipe e promoveu a empatia e o respeito pela diversidade. Além disso, o *feedback* positivo do aluno cego reforçou a importância dessa colaboração, mostrando que a atividade não apenas facilitou sua participação, mas também promoveu uma aprendizagem mais inclusiva e socialmente consciente entre todos os estudantes.

Ao realizar o ensino/aprendizagem baseado na interdisciplinaridade, o professor proporciona uma aprendizagem mais bem estruturada, pois existe uma real cooperação e troca de informações (Silva e Tavares, 2005), o que não acontece com frequência nas salas de aula. Quando o **A9 (Quadro 2)** traz como proposta principal uma integração interdisciplinar, relacionando a cromatografia em papel a conceitos de diferentes áreas (Química, Física e Biologia), promoveu-se uma descompartimentação e desfragmentação das disciplinas, tentando uma unificação dos conhecimentos. Com isso, os autores conseguiram demonstrar a relevância e a aplicação prática da técnica em diferentes campos, proporcionando o distanciamento do ensino "engessado" e possibilitando um maior interesse dos estudantes em investigar essas ciências.

Nos artigos **A6, A7 e A9 (Quadro 2)**, os autores avaliaram a compreensão dos alunos a partir de questionários prévios e finais. Os pesquisadores de **A7 e A9** evidenciaram uma integração eficaz entre as perguntas realizadas antes e após a prática, alinhando-as de forma consistente com os conteúdos abordados e os objetivos de aprendizagem, particularmente no ensino do conceito de polaridade. As questões iniciais de **A7** estavam relacionadas à separação de misturas, bem como às diferenças nas propriedades físicas e químicas dos materiais. Já as questões finais focaram nas implicações da polaridade na separação dos pigmentos por meio da cromatografia em papel, garantindo congruência com a prática realizada. O mesmo ocorreu com o **A9**, no qual foi aplicado um questionário inicial, seguido pela aula teórica, a realização da atividade experimental e, por fim, um segundo questionário.

Por outro lado, foi observado que, no artigo **A6**, as questões prévias eram mais amplas, enfocando a relação dos alunos com o conteúdo de Química em geral e suas percepções sobre a disciplina. Após a prática, as perguntas tornaram-se mais específicas ao que ocorreu durante o experimento, o que dificultou a análise comparativa.

Vale destacar que essa comparação foi viável nos artigos **A7** e **A9**, nos quais os autores identificaram uma melhora significativa no entendimento dos alunos após a prática.

Outra estratégia de avaliação do ensino que poderia ser adotada, permitindo aos autores observarem um melhor atendimento aos alunos após a experiência, seria a elaboração de relatórios sobre os experimentos, descrevendo o procedimento, os resultados e suas interpretações.

Conclusões

A cromatografia em papel revela-se uma ferramenta pedagógica versátil e eficaz para o ensino de conceitos fundamentais no Ensino Médio, como polaridade e separação de misturas, além de possibilitar o ensino prático e contextualizado, como em Ciência Forense. Ademais, a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar com temas voltados à sustentabilidade e química verde amplia o debate e reforça a importância de práticas conscientes, despertando nos alunos um senso de responsabilidade social e ambiental. Além disso, estende o alcance da técnica, promovendo a integração entre as disciplinas de Química, Física e Biologia.

A inclusão de alunos com deficiência visual destaca a relevância da técnica na adaptação de atividades experimentais, promovendo uma aprendizagem inclusiva. A viabilidade de trabalho em grupo fomenta não apenas a cooperação, mas permite a participação ativa de todos, além de desenvolver habilidades sociais, como empatia e respeito à diversidade.

Na análise dos artigos, observou-se unanimidade quanto ao fato de que as aulas experimentais aumentaram o envolvimento e interesse dos estudantes, ampliando as discussões e a participação em sala de aula. No entanto, mesmo sendo a experimentação na educação básica uma metodologia com diversas potencialidades, importante destacar que ela requer observação ativa e orientação durante a realização dos experimentos.

Como parte do processo avaliativo do ensino, a redação de relatórios experimentais e a realização de atividades de autoavaliação podem enriquecer a aprendizagem, estimular a reflexão crítica e desenvolver a comunicação.

Assim, é fundamental que os professores do Ensino Médio utilizem estratégias pedagógicas com experimentos contextualizados, como a cromatografia em papel, com o objetivo de fomentar o interesse dos estudantes, aproximar os conceitos científicos da realidade cotidiana, enriquecer o ensino, potencializar a compreensão dos conteúdos e, por fim, promover um aprendizado mais significativo.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal da Bahia (UFBA), ao Instituto de Química, através dos técnicos dos laboratórios didáticos, pelo apoio na realização deste trabalho e aos colegas da turma de QUI A51.

Referências

ANASTASIOU, L. G.; ALVES, L. P. (Org.). **Processos de Ensino na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 5ª edição. Joinville: UNIVILLE, 2005.



BARBOSA, A.K.S. *et al.* A Ciência Forense como tema Transversal para o Ensino de Química. **VII ENALIC, Fortaleza**, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2018/443-53564-01122018-000631.pdf>. Acesso: 10 set. 2024.

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/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>. Acesso em: 23 de agosto de 2024.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Fundamentos de cromatografia**. Campinas: Unicamp, 2009.

DA COSTA, Vanessa Bastos; SILVA, Simone Yasue Simote. CROMATOLOGRAFIA COM MATERIAIS ALTERNATIVOS. **Seminário de Projetos de Ensino (ISSN: 2674-8134)**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifesspa.edu.br/index.php/spe/article/view/681>. Acesso em: 10 set. 2024.

DA SILVA, P.S.; DA ROSA, M.F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2014. DOI: 10.3895/S1982-873X2013000300009 Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1478> . Acesso em: 9 set. 2024.

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia: Um breve ensaio. **Química Nova na Escola**. n. 7, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/Atual.pdf>. Acesso em: 8 set. 2024.

DE OLIVEIRA, E. G. *et al.* A cromatografia contextualizada como exemplo na facilitação do ensino-aprendizagem da química com materiais alternativos. **VI Congresso Nacional de Educação (Conedu)**. Fortaleza, 2019. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA16_ID1882_26092019093059.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

GONÇALVES, F. P. *et al.* A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de química: A deficiência visual em debate. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_4/08-RSA-100-11.pdf. Acesso em 9 set. 2024.

GRILLO, M. C.; FREITAS, A. L. S. de; GESSINGER, R. M.; LIMA, V. M. do R. (Org.). **A gestão da aula universitária na PUCRS**. Porto Alegre: EdPUCRS, 2008.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 9 set. 2024.

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**. Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2706/2282>. Acesso em: 9 set. 2024.

KEMCZINSKI, A. R. *et al.* Atividades investigativas: a formação de professores no contexto da EJA. **Crítica Educativa**, v. 3, n. 3, p. 214-229, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22476/revcted.v3i3.271>.

OLIVEIRA, J. G. de; ANTUNES, N. T. B.; SILVA, F. V. da. Cromatografia em papel como atividade prática interdisciplinar para o 1º ano do Ensino Médio. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 1186–1199, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i2-1141. Disponível em: https://diversitas.emnuvens.com.br/diversitas_journal/article/view/1141. Acesso em: 10 set. 2024.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160072> .

SOUZA, R. A. C. Separação de tintas de caneta-uma prática para ensinar cromatografia no Ensino Médio. In: **Open Science Research XIII**. Editora Científica Digital, p. 405-411, 2023. DOI: 10.37885/231114983. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-520-6.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.