

# Proposta de ensino de interações intermoleculares com o uso de mapas conceituais e cromatografia.

Paula de Souza Caldas Ferreira<sup>1</sup> (IC), Ricardo Padilha Vianna Filho<sup>2</sup> (PG)

<sup>1</sup> paula.caldas@hotmail.com

<sup>2</sup> ricardo.vianna@pucpr.br

*Palavras-Chave: Interações intermoleculares, mapas conceituais, cromatografia.*

**RESUMO:** O ensino de química vem enfrentando atualmente grandes desafios no que diz respeito à práticas metodológicas que sejam realmente eficientes no ensino e que promovam a aprendizagem significativa. A disciplina de química exige um nível de abstração dos estudantes, e passar tais conteúdos não é tarefa fácil para o professor, que deve buscar ferramentas que o auxiliem nesse processo. A pesquisa traz uma proposta de ensino de interações intermoleculares e seus conceitos relacionados através do uso de mapas conceituais e uma prática experimental de cromatografia que complementa esse processo. A avaliação do aprendizado se dá pelo número de categorias de ligação utilizadas na criação do mapa conceitual criados por uma turma comparada ao número de acertos de respostas em um questionário desenvolvido em outra turma.

## INTRODUÇÃO

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre os problemas na educação, mais especificamente na educação em química. A falta de motivação de alunos e professores além da dificuldade de certos conteúdos da disciplina faz com que o aprendizado seja dificultado.

Alguns conceitos como os de interações intermoleculares não são bem compreendidos por se tratar de um ensino que exige abstração, mas que com o auxílio da contextualização e ferramentas alternativas de estudo pode ser que promova o aprendizado significativo.

Apesar das diversas ferramentas existentes para o ensino de química, a maioria dos professores ainda opta por aulas tradicionais, mesmo que o uso de tais metodologias esteja presente em documentos oficiais.

Pesquisas sobre o uso da experimentação no auxílio da aprendizagem mostram resultados relevantes que confirmam a melhora da compreensão de diversos assuntos, além da motivação e participação nas aulas.

Esta pesquisa tem como objetivo propor a abordagem de conceitos de interações intermoleculares juntamente com práticas experimentais de cromatografia, e verificar como o uso de mapas conceituais aliado à prática pode contribuir como metodologia facilitadora do aprendizado.

## PROBLEMATIZAÇÃO

Alguns professores do Ensino Médio não apresentam de maneira clara a importância da química para a sociedade, nem sua utilidade e aplicação fora de sala de aula fazendo com que a disciplina não tenha um real significado para o estudante, tornando-a para eles uma disciplina difícil.

De acordo com os PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) o ensino não deve ser realizado com a memorização, mas com a compreensão. Tendo em vista que o ensino de química apresenta certa complexidade e exige um

nível de abstração dos alunos, como os conceitos de interações intermoleculares podem ser mais bem compreendidos por meio de experimentos de cromatografia aliados ao uso de mapas conceituais? Essas ferramentas podem auxiliar o professor na avaliação do aprendizado dos estudantes?

## **METODOLOGIAS DE ENSINO DE QUÍMICA**

A abordagem do ensino de química deve ser modificada, pois não se pode limitar o conhecimento. Diversas pesquisas são direcionadas a ampliar as possibilidades de ensino como revistas, publicações da Sociedade Brasileira de Química, cadernos temáticos, CDs e DVDs, minicursos e palestras são opções a serem inseridas nas aulas atualmente (BRASIL, 2006).

O construtivismo é a metodologia em que o aluno cumpre o papel de protagonista no seu próprio aprendizado, onde a realidade do aluno é inserida no processo, construindo o conhecimento a partir do que ele já sabe (FAÇANHA, 2013).

O estudo de caso é uma forma de aprendizagem por pesquisa em que estudos mais complexos podem ser investigados, sendo uma ferramenta de ensino utilizada em diversas áreas (YIN, 2015).

Outras metodologias como jogos auxiliam na forma de incentivar a aprendizagem através da diversão, motivando os alunos e desenvolvendo habilidades (CUNHA, 2012).

De acordo com Guimarães (2009, p.198) a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

Os mapas conceituais também podem ser utilizados para estudo e ligação de conceitos, facilitando o entendimento de seu significado (MOREIRA, 2006). Diversas outras ferramentas podem ser utilizadas como metodologias facilitadoras do ensino.

## **MAPAS CONCEITUAIS**

O princípio da diferenciação progressiva criado por Ausubel se apresenta como um modo eficiente de se apresentar um conceito buscando a aprendizagem significativa. Consiste na abordagem de um tema partindo-se do geral e afunilando para conceitos específicos. Dessa forma, é possível conseguir relacionar e diferenciar conceitos, facilitando o ensino. O uso de mapas conceituais é uma sugestão de método de aprendizagem e avaliação. (MOREIRA; MASINI, 1982).

Para Moreira e Masini (1982, p.45), “os mapas conceituais podem ser vistos como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina.” Os mapas podem ter uma ou mais dimensões, sendo que apenas uma dimensão apresenta apenas uma ideia geral e linear do assunto, e quanto mais dimensões maior será a relação entre os conceitos e mais concreta sua representação.

Os mapas conceituais podem ser construídos pelos estudantes para diversas finalidades, como para sua própria aprendizagem ou como meio do professor fazer a avaliação (FARIA, 1995).

De acordo com Moreira e Buchwitz (1987), os mapas como instrumento de aprendizagem podem ter vantagens e desvantagens. Como vantagem os autores destacam que a hierarquia é organizada facilitando a retenção do conhecimento e promovendo a integração dos assuntos abordados. As possíveis desvantagens são

que se os mapas não forem compreendidos serão apenas memorizados e no caso de ficarem confusos não facilitarão o aprendizado.

Como modo de avaliação através dos mapas conceituais, é possível perceber se os alunos compreenderam o conteúdo, verificando se a elaboração do mapa foi realizada de forma correta (FARIA, 1995).

Em um trabalho desenvolvido por Trindade e Hartwing (2012) os mapas conceituais foram utilizados para o ensino de ligações químicas. Após o estudo de cada tipo de ligação, além de vídeos, atividades computacionais, modelos de plásticos e bexiga, questionário, e outras ferramentas, utilizou-se a construção de mapas conceituais. Um mapa de referência foi criado pelos autores e utilizado para fazer a avaliação dos mapas criados pelos estudantes, concluindo-se que o uso combinado dos mapas conceituais com atividades de informática, pode ser um recurso eficiente de aprendizagem.

## EXPERIMENTAÇÃO

A experimentação é utilizada para auxiliar no conhecimento do aluno, onde problemas a serem investigados podem ser propostos, promovendo a integração entre os mesmos e até maior participação. Esta metodologia não exclui a aula teórica, mas é um complemento no estudo dos fenômenos (GUIMARÃES, 2009).

Segundo Pereira (2012, p. 67), Geber já falava sobre a importância da experimentação a cerca de 1300 anos atrás, quando afirmava que “o primordial da alquimia é a experimentação. Aquele que não pratica a experimentação nunca dominará a Alquimia”.

De acordo com Gonçalves e Galiazzi (2004), não se devem manter teoria e prática como coisas distintas, pois a própria observação do procedimento experimental depende da teoria. No entanto os experimentos devem ter como objetivo o aprendizado, não apenas uma aula visual como colocam os autores:

Entendemos que as atividades experimentais coloridas, com explosões, cujos resultados esplêndidos permeiam o discurso dos professores e dos alunos, mostram um conhecimento implícito que precisa ser problematizado. Não se trata de deixar de desenvolver atividades experimentais com essas características, porém a abordagem da experimentação em que a motivação está garantida e é incondicional a qualquer atividade experimental precisa ser superada (GONÇALVES; GALIAZZI, p.240, 2004).

Apesar de todos os estudos relacionados com as contribuições do uso de aulas experimentais no ensino das Ciências em geral, os professores continuam mantendo o foco em aulas tradicionais, mesmo cientes de que o experimento auxilia na compreensão da teoria (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004).

Em um trabalho realizado por Guimarães (2009), a experimentação foi utilizada juntamente com a investigação para realizar a identificação de substâncias líquidas. Aulas teóricas foram ministradas sobre conceitos necessários a essas investigações, como densidade, ponto de fulgor, solubilidade, acidez e basicidade, entre outros conceitos. Após as aulas no laboratório, os estudantes registravam as informações e quando identificada a substância, uma monografia foi escrita expondo os objetivos, metodologia utilizada, dados e discussão.

A avaliação dos estudantes foi de que as aulas teóricas são indispensáveis para a realização da atividade e registraram críticas por não se tratar de uma metodologia que estão habituados. Questionaram sobre estar perdendo tempo no laboratório e se isso cairia no vestibular, mostrando a importância de dar espaço para os alunos se

manifestarem e poder argumentar junto a eles sobre a importância do estudo realizado. Apesar da resistência, a proposta facilitou o trabalho com conteúdos subsequentes, porém é inviável para se tratar com frequência (GUIMARÃES, 2009).

Em uma pesquisa realizada por Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2008), também se utilizou a experimentação aliada a investigação, através da imersão de placas de zinco e ferro metálico em solução de  $\text{CuSO}_4$ , onde os estudantes receberam as instruções de como executar o experimento e as observações que deveriam ser feitas, onde eram analisadas as ideias prévias e hipóteses geradas. Essa metodologia possibilitou a observação crítica dos estudantes, buscando informações sobre um fenômeno nunca visto, melhorando seus argumentos no decorrer do estudo. A experimentação teve um papel motivador, onde a curiosidade promoveu a busca da explicação dos fenômenos.

## USO DA CROMATOGRAFIA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

O uso da cromatografia auxilia no estudo de diversos conceitos químicos e é uma técnica que além de simples, pode ser adaptada para materiais mais acessíveis, como uso de filtro de papel para coar café no caso da cromatografia em papel (RIBEIRO; NUNES, 2008).

No trabalho desenvolvido por Oliveira, Simonelli e Marques (1998), onde apresentam uma prática de separação da clorofila e carotenos do espinafre utilizando giz como fase estacionária, os alunos podem estudar durante o experimento conceitos de solubilidade, polaridade, coeficiente de partição, adsorção e fator de retenção, além de permitir conhecer esta técnica que é utilizada em laboratórios de análise de diversas áreas. Ao final da proposta, os autores sugerem questões de caráter investigativo.

A realização do experimento de cromatografia necessita da observação dos alunos, com isso é possível fazer uma análise do processo e corrigir conceitos equivocados. Na separação dos componentes do óleo de limão, além de ser combinado com outras técnicas como a destilação, observou-se um aprendizado mais rápido e consistente do que com outras experiências (SILVA et al, 2009).

A separação dos pigmentos de pimentões os quais apresentam interações do tipo forças de London foi realizado por Ribeiro e Nunes (2008) utilizando hexano e acetona como fase móvel. Possibilitou a visualização dos principais pigmentos e assim despertar o interesse pela química de produtos naturais com a separação dos carotenoides e a abordagem de interações intermoleculares, polaridade e funções orgânicas.

## METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa está sendo realizado em uma escola pública localizada no bairro Sítio Cercado em Curitiba/PR, com cerca de 60 estudantes do Ensino Médio através do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) de Química, sob orientação do Prof. Msc. Ricardo Padilha Vianna Filho.

Duas turmas do 2º ano do Ensino Médio foram escolhidas para realizar uma pesquisa diagnóstica, denominadas Turma 1 e Turma 2. Um questionário sobre eletronegatividade, ligações químicas e geometria molecular, foi criado seguindo as orientações de Amaro, Póvoa e Macedo (2005), Fonseca (2009), e Günther (2003), para verificar o nível de conhecimento dos estudantes sobre estes temas obtidos no ano anterior, buscando avaliar se o aprendizado foi significativo ou não.

Formado por 6 questões de múltipla escolha (duas questões para cada tema apresentado), aplicou-se o mesmo questionário em ambas as turmas. O questionário também serviu para identificar os temas de maior dificuldade e em seguida, uma breve revisão sobre os temas do questionário prévio foi realizada nas turmas, focando nos temas com menor número de acertos. Uma aula expositiva dialogada foi ministrada sobre o tema de interações intermoleculares para interligar a relação existente entre os temas estudados.

Uma sequência didática apresentada no Quadro 1 foi criada para dar continuidade no ensino das interações intermoleculares devido aos problemas verificados. A metodologia proposta envolve todos os conceitos de eletronegatividade, ligações químicas e geometria molecular estudados anteriormente, onde será possível verificar a eficiência de diferentes metodologias nas duas turmas.

**Quadro 1 – Sequência didática para continuar os estudos sobre as interações intermoleculares.**

Etapa 1	Elaborar e ministrar aula teórica na Turma 1 sobre a função e construção de mapas conceituais, onde serão desenvolvidos mapas genéricos com o auxílio do pesquisador e posteriormente mapas sobre os conceitos de eletronegatividade, ligações químicas, geometria molecular e interações intermoleculares, estudados anteriormente.
Etapa 2	Após a elaboração dos mapas conceituais pelos estudantes da Turma 1, fazer a avaliação através da utilização das categorias de ligação elaboradas (Quadro 2) e o mapa de referência (Figura 1).
Etapa 3	Criar um questionário avaliativo para aplicar na Turma 2 onde os conceitos abordados sejam equivalentes aos cobrados na avaliação dos mapas conceituais elaborados pela outra turma e presentes nas categorias de ligação utilizadas.
Etapa 4	Aplicar a prática de cromatografia de pimentões de Ribeiro e Nunes (2008) nas duas turmas utilizando o método POE (previsão, observação e explicação) de Gonçalves e Brito (2014)
Etapa 5	Aplicar uma situação problema para verificar como as duas turmas irão se sair já que trabalharam com metodologias diferentes.
Etapa 6	Verificar o rendimento de cada turma.

Fonte: O autor, 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificada uma deficiência no aprendizado dos estudantes, pelo número de acertos nas perguntas do questionário, como é possível verificar nas Tabela 1 e 2. Ainda se deve levar em conta que alguns acertos podem ter sido marcados ao acaso ou copiados.

Para auxiliar no conhecimento dos estudantes, os mapas conceituais poderão contribuir para a melhor compreensão dos conceitos estudados. Segundo Martins, Linhares e Reis (2009), os mapas conceituais desenvolvem as competências e habilidades do aluno, além de ter um papel motivador, mostrando os conhecimentos obtidos. Podem ser uma potencial ferramenta no ensino de conceitos e facilitador da aprendizagem, podendo ser também um método avaliativo.



**Tabela 1: Número de respostas corretas no questionário prévio**

Tema da questão	Número de acertos	
	Turma 1	Turma 2
Eletronegatividade	13	10
Ligações químicas	17	20
Geometria molecular	21	29

Fonte: O autor, 2016.

**Tabela 2: Número de questões certas por aluno em cada turma.**

Acertaram	Número de alunos Turma 1	Número de alunos Turma 2
Todas as 6 questões	0	0
5 questões	0	1
4 questões	3	0
3 questões	7	6
2 questões	8	10
1 questão	10	8

Fonte: O autor, 2016.

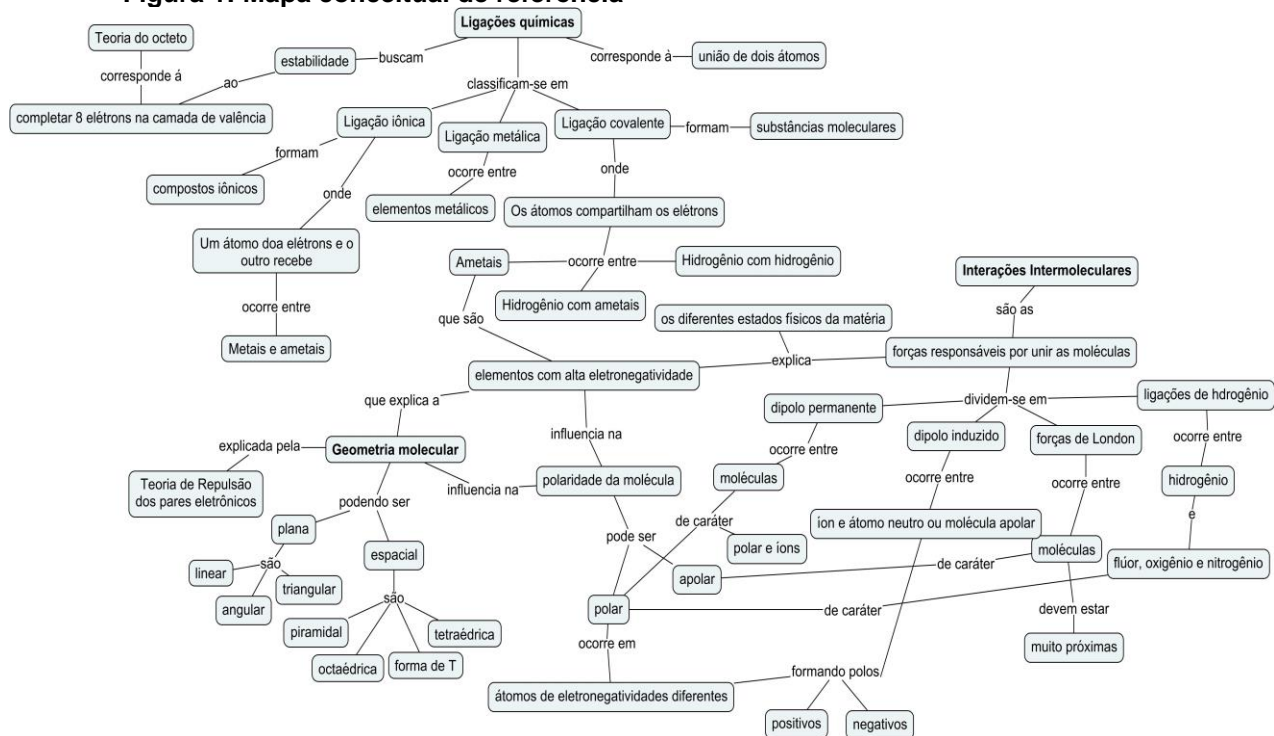
Como foram ministradas aulas teóricas sobre interações intermoleculares nas duas turmas, na Turma 1 esse tema poderá ser trabalhado utilizando-se mapas conceituais, onde deverão ser analisadas a utilização das categorias de ligação criadas e adaptadas de Martins, Linhares e Reis (2009), que são relações entre os conceitos químicos. Na Turma 2 deverá ser aplicado o questionário avaliativo de forma que cada questão corresponda a uma categoria de ligação criada para os mapas conceituais utilizados pela Turma 1 para que possa ser feita a comparação dos rendimentos das duas turmas e metodologias.

A aula experimental de cromatografia de pimentões de Ribeiro e Nunes (2008) deverá complementar o aprendizado das duas turmas, utilizando-se o método POE (previsão, observação e explicação) de Gonçalves e Brito (2014) e Hodson (1994), onde os alunos farão previsões por escrito do que irá ocorrer no experimento, motivando-os para a participação da atividade.

Durante a prática, a previsão deverá ser contrastada com a observação, possibilitando reformular suas anotações, desta forma, aprenderão com o conhecimento que já possuem. A explicação do fenômeno deverá ser realizada juntamente com o professor, fazendo uma análise das observações dos estudantes, segundo Gonçalves e Brito (2014).

Um mapa de referência foi elaborado conforme Figura 1, e deverá ser usado para verificar os conceitos associados pelos estudantes e auxiliar na avaliação. O mapa de referência foi criado elaborando inicialmente mapas individuais sobre conceitos de eletronegatividade, ligações químicas, geometria molecular e interações intermoleculares. Foram identificados os conceitos em comum entre os mapas e então criado um único mapa onde todos os temas foram abordados, seguindo os princípios de Trindade e Hartwig (2012), onde cada um dos autores cria um mapa independente sobre ligações químicas e depois unem as ideias formando um mapa final.

Figura 1: Mapa conceitual de referência



Fonte: O autor, 2016.

Quadro 2: Categorias de ligação

Categorias	Descrição dos parâmetros
1- Interações intermoleculares	Diferenciou as forças de atração entre as moléculas (dipolo permanente, dipolo induzido, forças de London e ligações de hidrogênio)
2- Polaridade	Relacionou a polaridade das moléculas de acordo com as forças intermoleculares atuantes
3- Eletronegatividade	Relacionou a força eletronegativa do átomo com a geometria molecular e polaridade
4- Geometria molecular	Relacionou a forma da molécula com a Teoria de Repulsão dos pares eletrônicos
5- Ligações covalentes	Compreende que as interações intermoleculares são forças atuantes em moléculas unidas por ligação covalente
6- Propriedades dos compostos	Concluiu que a relação entre os conceitos resulta nos diferentes estados físicos da matéria
7- Palavras de ligação	Utilizou palavras de ligação relevantes para relacionar os conceitos
8- Hierarquização	Utilizou a hierarquização na relação dos conceitos (do mais geral para o mais específico)
9- Criatividade	Inseriu conceitos novos

Fonte: O autor, 2016.

Após o experimento de cromatografia e a resolução da situação problema ser aplicado nas duas turmas será possível cruzar as informações e avaliar a eficiência da metodologia.

Mesmo motivados e despendendo esforços para aprender Química, muitos estudantes não obtêm sucesso. Dessa forma, boa parte desses estudantes chegam a desistir desse aprendizado, achando que essa disciplina é muito difícil ou que a Química é um conhecimento exclusivo de cientistas. Estudos sobre o aprendizado de Química sugerem que dificuldades na apropriação desse conhecimento, pelo aprendiz, emergem da:

- interpretação equivocada ou a não construção adequada de conceitos químicos fundamentais, pelos alunos, nas fases iniciais do estudo. Por consequência, o entendimento completo dos conceitos mais avançados fica comprometido, pois esses são construídos sobre os conceitos fundamentais (NAKHLEH, 1992);
- capacidade particular em organizar e conectar elementos individuais de conhecimento. Cada estudante possui um conhecimento prévio, que pode provir de influências sociais e ambientais ou da educação escolar. Esses conhecimentos podem levar a diferentes níveis de dificuldade em aprender novos conceitos (JANIUK, 1993);
- limitação da quantidade de informação que pode ser processada pelo aluno desde a sua aquisição até a sua codificação e aplicação (JANIUK, 1993);
- particular diferença na habilidade para resolução de problemas. Essa capacidade depende de outras habilidades intelectuais, além do conhecimento adquirido pelo aluno (JANIUK, 1993);
- falta de conexões explícitas com a vida cotidiana do estudante (LEVY; WILENSKY, 2009);
- insuficiente correlação entre os três níveis de representação do conhecimento químico (LEVY; WILENSKY, 2009).

A busca por soluções a esses desafios educacionais apresentados, vem se construindo através do projeto PIBID desenvolvido na PUCPR. O projeto tem contribuído para a interação efetiva entre a educação básica e o ensino superior. O incentivo dado pelo projeto contribui ainda com um aumento na satisfação e valorização do curso pelos estudantes da licenciatura, que ao entrar em contato com projeto, sendo bolsista ou não, percebe as possibilidades profissionais que existem na carreira docente.

O projeto tem causado um impacto positivo nas escolas e isso pode ser notado pelos licenciandos quando um estudante da licenciatura que participa do PIBID tem uma experiência de estágio em uma escola que não participa do programa. Nesse caso é observado que o PIBID na escola favorece de maneira efetiva o aprendizado e motivação. Um dos motivos para isso são as ações conjuntas de vários subprojetos, que atuando em sinergia transformam a realidade escolar do meio onde estão inseridos.

O desenvolvimento dessa pesquisa por meio do PIBID apresentou inquestionável importância durante a graduação, já que este contato com o ambiente escolar possibilita a experiência da realidade a ser enfrentada após a conclusão da licenciatura.

A participação como bolsista desenvolve habilidades como criatividade, inovação e improviso, que são características que formam um bom professor, estimulando o graduando a buscar conhecimento e possibilitando o amadurecimento como profissional. A presença deste projeto nas escolas também estimula o



aprendizado dos estudantes da Educação Básica que se apresentam motivados ao participarem e aprenderem com metodologias diferenciadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dificuldades encontradas tanto para ensinar quanto para aprender química podem ser superadas com o auxílio de ferramentas facilitadoras do ensino-aprendizado. Os mapas conceituais podem ser uma metodologia de estudo e avaliação, onde os alunos vão utilizar todo o conhecimento que obtiveram sobre determinado assunto para fazer relações através do mapa, e o professor consegue avaliar se o aprendizado foi satisfatório.

A utilização dos mapas conceituais para essa finalidade pode se estender para outros conceitos de química e também para outras disciplinas, como estudos já publicados mostraram resultados positivos para o uso dessa ferramenta.

Espera-se que com a aplicação desta metodologia no ensino de interações intermoleculares os estudantes consigam relacionar melhor os conceitos prévios necessários, como de eletronegatividade, ligações químicas e geometria molecular, sendo capaz de inter-relacionar os temas, e que a prática experimental de cromatografia traga a compreensão em nível macroscópico do estudo em questão. Para que isso ocorra, a teoria e prática devem se complementar, de modo que o aluno construa o aprendizado que antes era apenas memorizado.

Utilizar metodologias aliadas podem potencializar o aprendizado e despertar o interesse no estudante, já que estes estão habituados apenas com aulas tradicionais na maioria das vezes, o que acaba desmotivando aluno e professor. Aulas inovadoras são sempre um desafio, pois cada escola, turma e alunos possuem suas características e individualidades, porém uma aula bem planejada pode ser a diferença para uma aplicação efetiva.

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe e irmão pelo amor, apoio e incentivo. Ao meu orientador Prof. Msc. Ricardo Padilha Vianna Filho, pela paciência, conhecimentos transmitidos e me auxiliar em tantos projetos. Aos professores doutores Neoli Lucyszyn e Clayton Fernandes de Souza por compartilhar suas experiências e me encorajar a sempre seguir em frente. À CAPES pelo apoio financeiro e oportunidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, A.; PÓVOA, A.; MACEDO, L. A arte de fazer questionários. Metodologias de Investigação em Educação. Mestrado em Química para o Ensino. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Departamento de Química. Portugal. 2005.

BRASIL, Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. Química Nova na Escola. Vol.34, Nº2, p.92-98, Maio 2012.

FAÇANHA, A. A. B. Aulas de Química no século depois da LDB/96 Novos Paradigmas ou Velhas (De)Formações? Jundiaí: Paco Editorial, 2013.

FARIA, W. Mapas conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU, 1995.

- FONSECA, R. C. V. Metodologia do Trabalho Científico. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.
- FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG; D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. Química Nova na Escola, n. 30, p.34-41, novembro, 2008.
- GÜNTHER, H. Como Elaborar um Questionário. Laboratório de Psicologia Ambiental. Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais. 2003, nº 1. Universidade de Brasília. Disponível em: <[http://www.dcoms.unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/como\\_elaborar\\_um\\_questionario.pdf](http://www.dcoms.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/como_elaborar_um_questionario.pdf)> Acesso em: 8 mar. 2016.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova na Escola. Vol. 31, Nº3, Agosto 2009.
- GONÇALVES, F. P.; BRITO, M, A. Experimentação na educação em química: fundamentos propostas e reflexões. Florianópolis: UFSC, 2014.
- GONÇALVES, F. P.; GALLIAZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: Um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. In. MORAES, R.(Org.); MANCUSO, R. (Org.). Educação em ciências: Produção de Currículos e Formação de Professores. Unijuí, 2004.
- HODSON, D. Haciaun enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, v.12, n.3, p. 299-313, 1994.
- JANIUK, R. M. The process of learning chemistry. Journal of Chemical Education, Easton, v. 70, no. 10, p. 828–829, 1993.
- LEVY, S. T.; WILENSKY, U. Crossing levels and representations: the connected chemistry (CC1) curriculum. Journal of Science Education and Technology, [S.l.], v. 18, no. 3, p. 224–242, 2009.
- MARTINS, R. L. C.; LINHARES, M. P.; REIS, E. M. Mapas conceituais como instrumento de avaliação e aprendizagem de conceitos físicos sobre a mecânica do vôo. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. V. 9, n. 1, 2009.
- MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. Mapas conceituais: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo. São Paulo: Editora Moraes LTDA, 1987.
- MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Diagramas V. Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro\\_Mapas\\_conceituais\\_e\\_Diagramas\\_V\\_COMPLETO.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf)> Acesso em: 29 mar. 2016.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- NAKHLEH, M. B. Why some students don't learn chemistry: chemical misconceptions. Journal of Chemical Education, Easton, v. 69, no. 3, p. 191–196, 1992.
- OLIVEIRA, A. R. M.; SIMONELLI, F.; MARQUES, F. A. Cromatografando com giz e espinafre: um experimento de fácil reprodução nas escolas do ensino médio. Química nova na Escola, n. 7, maio, 1998.
- PEREIRA, M. A. S. Algumas Histórias da Química dos Elementos. 1 ed. Lisboa: MASP, 2012.
- RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de Pigmentos de Pimentões por Cromatografia em Papel. Química Nova na Escola, n. 29, p.34-37, agosto, 2008.
- SILVA, R. S.; RIBEIRO, C. M. R.; BORGES, M. N.; BLOIS, G, S, O. Óleo essencial de limão no ensino da cromatografia em camada delgada. Química Nova na Escola, vol. 32, n 8, p. 2234-2237, junho, 2009.

TRINDADE, J, O.; HARTWING, D. R. Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas. *Química Nova na Escola*, vol.34, n 2, p. 83-91, maio 2012.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5 ed. São Paulo: Bookman, 2015.