

REESTRUTURAÇÃO DA DISCIPLINA DE CROMATOGRAFIA DE UM CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA A PARTIR DA AMPLIAÇÃO DO NÚMERO DE AULAS EXPERIMENTAIS

Restructuring the Chromatography Discipline of a Technical Course in Chemistry from extending the Number of Experimental Classes

Ana Paula Fortunato Maciel [anapaulafortunato2@gmail.com]

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) campus Macaé

Av. São José Barreto, 764 – São José Barreto, Macaé – RJ, 27965-045

Marcus Vinicius da Silva Sales [marcus_sales@id.uff.br]

Universidade Federal Fluminense (UFF) campus Campos dos Goytacazes

Rua José do Patrocínio, 71 - Centro, Campos dos Goytacazes - RJ, 28010-385

Wagner da Silva Terra [wterra@iff.edu.br]

Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) campus Campos Centro

Rua Dr. Siqueira, 273 – Parque Dom Bosco, Campos dos Goytacazes – RJ, 28010-385

Recebido em: 20/01/2020

Aceito em: 04/08/2020

Resumo

O ensino profissionalizante é historicamente marcado por características do modelo tecnicista, as quais perduram até os dias de hoje. Sendo, portanto, perceptível a necessidade da quebra desse paradigma, estimulando a consciência crítica, tanto do educando quanto do educador, de forma coletiva, social e política. Nesse contexto o presente trabalho visou minimizar as marcas tecnicistas presentes no ensino da disciplina de Cromatografia de um curso profissionalizante em Química, por meio da inserção de aulas práticas investigativas grau 1. A aplicação da proposta possibilitou a comparação entre turmas do referido curso, sendo duas com atividades predominantemente teóricas e as outras duas com predominância de atividades experimentais investigativas. Os dados obtidos foram analisados quantitativamente, por meio dos testes F de *Snedecor* e t de *student*, e qualitativamente por meio da Análise de Conteúdo. Após coleta e análise dos dados, foi possível identificar indícios de aprendizagem significativa principalmente nas turmas que tiveram a disciplina majoritariamente experimental.

Palavras-chave: Ensino Profissionalizante; modelo tecnicista; aprendizagem significativa.

Abstract

Vocational education is historically marked by characteristics of the technician model, which continue to the present day. Therefore, it is noticeable the need to break this paradigm, stimulating the critical awareness, both of the student and the educator, collectively, socially and politically. In this context the present work aimed to minimize the technician marks present in the teaching of the Chromatography discipline of a mid-level chemistry course, by inserting level 1 investigative practical classes. The proposal allowed the comparison between classes of the referred course, being two with predominantly theoretical activities and the other two with predominance of investigative experimental activities. The data obtained were analyzed quantitatively, using the Snedecor F and student t tests, and qualitatively through Content Analysis. After collecting and analyzing the data, it was possible to identify evidence of meaningful learning, especially in the classes that had the mostly experimental discipline.

Keywords: Vocational education; technicist model; meaningful learning.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, a educação sofreu várias transformações. A sociedade primitiva possuía um ensino não formal e visava à compreensão das coisas práticas da vida coletiva, focada na sobrevivência e na manutenção dos padrões culturais. Era o aprender interligando a vida, a cultura e o trabalho (MANFREDI, 2002; SALES, 2020).

Assim como na maior parte do mundo, a história da educação profissional no Brasil teve início de forma involuntária em tempos primitivos, tendo como autores desse processo os povos que aqui viviam (CARNETI; NAPP, 2013). As práticas educacionais eram passadas principalmente de forma oral de geração em geração de acordo com os interesses culturais da época (BERGAMASCHI; MEDEIROS, 2010). “As práticas de aprendizagem efetivavam-se mediante a observação e a participação direta nas atividades de caça, de pesca, de coleta, de plantio e de colheita, de construção e de confecção de objetos” (MANFREDI, 2002, p. 66). Hoje em dia, mesmo com novas técnicas e metodologias de ensino, essas práticas ainda persistem, visto que é inerente do processo de aprendizagem humana o ato de observar e praticar para aprender.

No século XVIII a pedagogia tradicional de ensino começa a tomar forma nas escolas recém institucionalizadas, atingindo seu ápice com o advento da Pedagogia como Ciência no século XIX. Nesse modelo educacional os conhecimentos e valores acumulados pela humanidade são transmitidos pelo professor como verdades absolutas e incontestáveis, as quais não são relacionadas ao contexto sociocultural e histórico dos discentes. Além disso, esse modelo educacional é extremamente expositivo, sendo baseado em relações autoritárias entre professores e alunos (CAVAZOS, 2013). A escola tradicional foi considerada ultrapassada em meados do século XX, devido a sua resistência em aceitar inovações e possuir a teoria de que o professor deve estar no centro do processo de ensino, cabendo ao aluno somente aprender o que lhe é transmitido, sem ter o direito de questionar ou opinar (SAVIANI, 1999).

No fim do século XIX e início do século XX, uma nova teoria ganha força, a Escola Nova, a qual defendia a escola como um meio de equalização social, que enfatizava o “aprender a aprender” (SILVA, 2007; SALES, 2020). O Escolanovismo não atingiu o seu intento, pelo contrário, criou um paradoxo educacional, tendo a educação da elite aprimorada, enquanto que as camadas mais populares tiveram um decréscimo na qualidade do nível de ensino que lhes era ofertado. Apesar disso, o insucesso da Escola Nova possibilitou o surgimento de um novo modelo pedagógico, sendo ele denominado de pedagogia tecnicista (SAVIANI, 1999).

O modelo tecnicista de ensino foi inserido na educação brasileira por meio dos programas de desenvolvimento social e econômico “Aliança para o Progresso” e acordo “MEC-USAID”, sendo esses implementados devido uma cooperação internacional firmada entre Brasil e Estados Unidos (LUCKESI, 2003; AZEVEDO et al., 2013). Esse modelo é inspirado nos ideais behavioristas de aprendizagem, nos quais se deveria moldar a sociedade à demanda industrial e tecnológica da época. Seu principal foco é formar indivíduos capazes e eficientes para o desempenho de funções no mercado de trabalho, portanto, encontra-se de acordo com o modelo econômico capitalista (LUCKESI, 2003). Ademais, esse modelo de ensino se norteia a partir do pressuposto de neutralidade científica, se inspirando nas concepções de racionalidade, eficiência e produtividade, tornando o processo educacional objetivo e operacional (SAVIANI, 1999).

Segundo Saviani (1999), nesse modelo de ensino, nem o professor e nem o aluno são sujeitos principais do processo, mas sim a organização educacional dos meios, tendo docentes e discentes o

papel de executores de um processo cujo desenvolvimento e controle são responsabilidade de especialistas habilitados. Sendo assim, ambos, professor e aluno, não são valorizados, tendo a tecnologia, a indústria e o capital lugar de destaque. Como esse modelo pedagógico não trabalha a reflexão e a criticidade nos alunos, o trabalhador, que era aluno no passado, não reflete sobre o seu fazer, pois acata sem criticar as formas de pensar encontradas na sociedade, que geralmente, são elaboradas pelos empresários e detentores do poder (ARANHA, 1996).

A pedagogia tecnicista considera que a escola deve modelar e padronizar o comportamento do aluno, a fim de que o sistema social e econômico se torne funcional e constante. Para essa questão, Luckesi ressalta que:

A escola atua, assim, no aperfeiçoamento da ordem social vigente (o sistema capitalista), articulando-se diretamente com o sistema produtivo; para tanto, emprega a Ciência da mudança de comportamento, ou seja, a tecnologia comportamental. Seu interesse imediato é o de produzir indivíduos "competentes" para o mercado de trabalho, transmitindo, eficientemente, informações precisas, objetivas e rápidas (LUCKESI, 2003, p.61).

Nesse modelo pedagógico a relação professor-aluno se mantém de maneira estritamente formal, tendo esses indivíduos o dever de cumprir os papéis que lhes foram estabelecidos de forma rigorosa. Assim, o professor transmite os conteúdos "conforme um sistema instrucional eficiente e efetivo em termos de resultados da aprendizagem; o aluno recebe, aprende e fixa as informações" (LUCKESI, 2003, p. 62).

A implantação do modelo tecnicista no Brasil foi oficializada por meio da lei 5.540/68, que reestruturou a educação superior, e da lei 5.692/71, que instituiu o ensino de 1º e 2º graus. Todavia, a maior parte dos professores não se apropriou dos ideais propostos pelo tecnicismo, somente executando os requisitos formais e modelos impostos por essa pedagogia (AZEVEDO et al., 2013). De acordo com Januário, Oliveira e Garcia (2012) existem mais continuidades do que descontinuidades entre os modelos tradicional e tecnicista, sendo retomados alguns princípios básicos e estratégias da pedagogia tradicional.

As estratégias tradicionais de ensino, presentes no modelo tecnicista, apresentam baixa possibilidade de desenvolvimento cognitivo, fazendo com que os discentes aprendam mecanicamente de forma literal e arbitrária (AUSUBEL et al., 1978; MOREIRA, 2011; BRAATHEN, 2012). Contraponto a aprendizagem mecânica, Pivatto (2013) destaca que o ato de aprender deve ser entendido como uma forma de compreensão de significados, os quais devem estar relacionados as experiências anteriormente vivenciadas pelos discentes. Nesse sentido, uma aprendizagem com mais significado é estimulada à medida que os novos conceitos são incorporados a conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva dos discentes, denominados por Ausubel de subsunçores (AUSUBEL et al., 1978; PELIZZARI et al., 2002; MOREIRA, 2011).

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a aprendizagem mecânica e a significativa não são dicotômicas, mas sim dois extremos de um contínuo conectados por uma zona cinza. Sendo assim, quanto mais o discente relaciona o novo conteúdo a algum subsunçor preexistente em sua estrutura cognitiva, mais próximo de uma aprendizagem significativa ele estará. Esse tipo de aprendizagem apresenta várias vantagens em relação a aprendizagem mecânica ou repetitiva, tais como: enriquecimento da estrutura cognitiva do aprendiz e grande potencial de reaprendizagem (AUSUBEL et al., 1978; PELIZZARI et al., 2002).

Além dos ideais de David Ausubel, outras correntes pedagógicas contrapuseram o modelo tecnicista. Enquanto esse último possibilita a preparação do educando para o trabalho e permite a formação de mão de obra rápida e barata sem um caráter crítico, a pedagogia humanista, cuja filosofia

se relaciona a humanização do trabalho, possibilita a formação do ser humano em sua completude, permitindo ao educando a possibilidade de viver em sociedade, por meio do trabalho (FILIPAKI; COSTA, 2010).

Em discordância com o modelo tecnicista, Paulo Freire (2002), com sua visão humanista, destaca que:

O educador, que aliena a ignorância, se mantém em posições fixas, invariáveis. Será sempre o que sabe, enquanto os educandos serão sempre os que não sabem. A rigidez destas posições nega a educação e o conhecimento como processos de busca (FREIRE, 2002, p. 58).

Portanto, segundo o pensar freireano, o conhecimento deve partir de uma realidade concreta do educando, possibilitado que ele reconheça sua vocação no mundo e o seu caráter histórico e transformador, o que resultará em uma consciência libertadora. Diante disso, o educando terá criticidade para aprofundar seus conhecimentos e realizar procedimentos adequados frente às problemáticas cotidianas, além de se posicionar coerentemente frente as questões de desigualdades e injustiças sociais (FREIRE, 1999; LIMA, 2014; MENEZES; SANTIAGO, 2014; FREITAS; FREITAS, 2018). Sendo assim, o ensino deve estimular a consciência crítica, tanto do educando quanto do educador, de forma coletiva, social e política. Nesse sentido, a utilização de práticas educativas, trocas de informações por meio de trabalhos em equipes, desenvolvimento da capacidade de raciocínio a partir de questionamentos, trocas de conhecimentos e experiências individuais adquiridas no decorrer da vida possibilitam que o aprendizado se complete de forma muito mais efetiva e dinâmica (FREIRE, 1999; VYGOTSKY, 1991).

Todavia, é possível identificar, até os dias de hoje, características marcantes do modelo pedagógico tecnicista, tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Profissional. Essas características influenciam diretamente na formação do educando e no seu modo de aprendizagem. Com intuito de minimizar essas características, diferentes estratégias metodológicas podem ser utilizadas durante o processo de ensino e aprendizagem, entre elas as atividades práticas e/ou experimentais. Segundo Seré, Coelho e Nunes (2003) é por meio dessas atividades que o aluno é estimulado a não permanecer somente no mundo do conceito e das linguagens, pois assim tem a oportunidade de relacioná-las com o mundo empírico.

Segundo Oliveira (2010), as atividades experimentais podem ser divididas em três categorias: demonstrativa; descritiva ou de verificação e investigativa. Nas demonstrativas, o professor é o sujeito principal, atuando como o experimentador da atividade, enquanto o aluno observa, anota e discute os procedimentos realizados pelo docente. As atividades descritivas são realizadas pelo próprio aluno, que manipula, sob a direção do professor, e discute os fenômenos observados. Enquanto isso, as atividades investigativas são realizadas pelos próprios alunos que discutem ideias, elaboram hipóteses e usam da experimentação para compreender os fenômenos observados, o que possibilita uma maior capacidade argumentativa. Enquanto isso, nessa categoria o professor se comporta como mediador do processo de ensino e aprendizagem, possibilitando que os discentes resolvam as problemáticas elaboradas por ele. Nesse sentido, no ensino por investigação o professor cria, em sala de aula, condições para os discentes “pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas” (CARVALHO, 2018, p. 766).

A proposta didática denominada de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) tem por finalidade aprimorar conteúdos científicos por meio de diferentes atividades investigativas, como por exemplo: experimentos investigativos, demonstração investigativa e relatos históricos. Nessas

seqüências a principal diretriz está relacionada ao cuidado do docente com a liberdade intelectual dada ao aluno e com a problemática elaborada, de tal modo que os discentes apresentem seus argumentos, críticas, pontos de vista e raciocínios, possibilitando uma liberdade intelectual (CARVALHO, 2018).

De acordo com Carvalho e colaboradores (2010), esse tipo de experimentação apresenta cinco graus de liberdade, os quais são classificados de acordo com os papéis apresentados pelos professores e alunos, possibilitando uma investigação que vai desde uma participação menos efetiva dos discentes (grau 1) até uma mais efetiva (grau 5). Além da classificação apresentada por Carvalho (2010), outros autores, tais como: Tamir (1991); Herron (1971); Borges (2002) e Souza et al (2013), utilizaram o termo nível de investigação para classificar as diferentes aberturas das abordagens experimentais investigativas, os quais apresentaram diferentes quantidades de níveis e algumas divergências entre si. Por esse motivo, no decorrer desse trabalho optou-se pela utilização da classificação designada por Carvalho e colaboradores (2010), sendo essa apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

Aula	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	A/P	A/P	A	A
Plano de Trabalho	P	A/P	A/P	A	A
Obtenção dos dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: CARVALHO et al., 2010, p. 55

Nos cursos profissionalizantes, a aula prática se torna ainda mais importante e fundamental durante o processo de formação. O uso de experimentos, principalmente os investigativos, possibilita que o aluno se torne um profissional capaz de resolver problemas atípicos. Além disso, a experimentação possibilita que seja aperfeiçoado nos educandos a capacidade de trabalhar em equipe, aproximando o aluno do mercado de trabalho (BOLLELA et al., 2014). Sendo assim, no ensino de diferentes conteúdos químicos, o “experimento didático deve privilegiar o caráter investigativo, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina” (MACHADO; MÓL, 2008, p. 57). Esse fato possibilita uma mudança gradual no modo de aprendizagem do discente, ampliando sua criticidade com o decorrer do tempo, o que permite que ele investigue e relacione conceitos que poderão o ajudar na resolução de problemas cotidianos de sua vida profissional (REBELLO, 2007).

Para isso, é preciso, primeiramente, que o professor se conscientize da importância das aulas experimentais para melhorar o aprendizado e despertar o interesse dos alunos. Apesar disso, cabe destacar que, por mais que o professor se conscientize do seu papel, muitas vezes ele não possuiu recursos didáticos suficientes e instalações adequadas para realizar aulas experimentais. Além disso, a elevada quantidade de conteúdo programático nas disciplinas de Química dificulta que as atividades experimentais, principalmente as investigativas, sejam realizadas (LOBATO, 2007; LABURÚ; BARROS; KANBACH, 2007). Nesse sentido é necessário que o professor conheça e avalie as diferentes possibilidades de experimentação, para que assim, ele consiga delimitar o tipo de experimento mais coerente a sua realidade, levando em consideração o tamanho da turma, a disponibilidade de recursos, o espaço onde os experimentos serão realizados e o tempo necessário para realização das atividades (OLIVEIRA, 2010).

O equilíbrio entre teoria e prática é fundamental para formação de profissionais críticos que além de saber como fazer, saibam o porquê fazer. De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB n.º 9.394/96), em seu inciso IV do artigo 35, verifica-se que o Ensino Médio tem como uma das suas finalidades “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”

(BRASIL, 1996, p. 25). Apesar da referida descrição ser direcionada ao Ensino Médio, suas concepções também abrangem o Ensino Profissionalizante de nível Médio, principalmente os articulados de forma integrada e concomitante. Sendo assim, é extremamente necessário elaborar metodologias de ensino que contemplem uma relação permanente entre a teoria e a prática, garantindo o necessário “pluralismo nas ideias e de concepções pedagógicas” (BRASIL, 1996, p. 9).

Neste contexto a grande maioria dos cursos Técnicos em Química possuem uma predominância tecnicista, sendo o aluno preparado exclusivamente para o mercado de trabalho, de forma a servir de mão de obra para o sistema capitalista. Com intuito de minimizar esse quadro, permitindo uma educação mais humanista, o presente trabalho visou minimizar as marcas tecnicistas presentes no ensino da disciplina de Cromatografia de um curso profissionalizante em Química de nível médio do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) *campus* Campos Centro, por meio da inserção de aulas experimentais investigativas grau 1. Além disso, o presente trabalho teve por intuito comparar dois grupos de alunos do referido curso, sendo um com atividades predominantemente teóricas e o outro com predominância de atividades experimentais investigativas, possibilitando a reestruturação da disciplina.

A disciplina de Cromatografia foi selecionada devido a sua extrema importância, pois é por meio dessa técnica, que vários setores industriais, realizam processos de separação, identificação e quantificação de substâncias químicas e matérias primas. Sendo assim, para compreender o princípio desse conjunto de técnicas e como essas funcionam, é essencial o uso de aulas experimentais. Ainda mais, por ser uma técnica desconhecida por grande parte dos educandos desse nível de ensino.

2 METODOLOGIA

2.1 Público-alvo e *Lócus* da Pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido entre os meses de outubro de 2017 e setembro de 2018 (2º Semestre letivo de 2017 e 1º Semestre letivo de 2018), tendo como público-alvo alunos regularmente matriculados em quatro turmas da disciplina de Cromatografia do curso Técnico em Química do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) *campus* Campos Centro, localizado na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ. A intervenção experimental investigativa ocorreu em duas das quatro turmas selecionadas, totalizando 24 alunos participantes dessa etapa da pesquisa. As outras duas turmas realizaram a disciplina de forma predominantemente teórica, sendo observado um total de 38 alunos participantes. A escolha do *lócus* da pesquisa foi realizada principalmente pelo fato do IFFluminense ser a única instituição da Cidade de Campos dos Goytacazes a ofertar um curso profissionalizante de nível médio na área de Química.

2.2 Elaboração do Material Didático e Aplicação da Proposta Investigativa

Para desenvolvimento do material didático, empregado durante a intervenção experimental, foram utilizados livros e artigos científicos como objetos de pesquisa, a fim de possibilitar a elaboração da apostila utilizada durante o 1º semestre letivo de 2018. A apostila elaborada contém grande parte do conteúdo teórico da disciplina de Cromatografia, bem como, os roteiros dos

experimentos investigativos adotados no decorrer das aulas experimentais. Sendo assim, o material didático elaborado possibilitou que a teoria e a prática estivessem relacionadas, assim como sugere a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, art. n.º 35 da Lei n.º 9.394/96). Destaca-se ainda, que os roteiros foram fornecidos aos alunos por se tratar de atividades experimentais investigativas de grau 1 de acordo com classificação realizada por Carvalho e colaboradores (2010). Apesar da classificação realizada, em vários momentos os discentes puderam apresentar suas hipóteses e conclusões sobre as observações experimentais realizadas.

Os experimentos selecionados foram previamente testados a fim de verificar sua veracidade e possíveis necessidades de adaptações para o nível de ensino e/ou condições laboratoriais. Depois de testados, a maior parte dos experimentos descritos na literatura sofreu modificações significativas para adequar-se à realidade dos discentes e ao contexto do trabalho investigativo. Em contrapartida, uma menor parcela desses experimentos foi reproduzida fielmente de acordo com a literatura, sendo realizada a adição de situações-problemas para promover um caráter investigativo na abordagem realizada. Além disso, o presente trabalho também contou com alguns experimentos que não foram publicados até o momento, sendo esses considerados inéditos na literatura, os quais vieram a enriquecer o material didático elaborado.

A inserção do material didático e dos experimentos foi acordada entre o professor da disciplina e a coordenação do curso, pois ocorreram modificações importantes na ementa da referida disciplina, as quais serão inseridas na próxima reformulação do Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Sendo assim, por meio deste trabalho foi possível elaborar uma reestruturação na disciplina supracitada, possibilitando com que essa deixe o seu caráter predominantemente teórico, para que venha a assumir um comportamento mais experimental, permitindo uma correlação entre a teoria e a prática de forma sintônica.

Os cronogramas antes e após a reestruturação da disciplina de Cromatografia são apresentados nos Quadros 2 e 3, respectivamente. Nesses quadros é possível observar a sequência didática utilizada nos dois momentos, com destaque para a ampliação do número de aulas experimentais no primeiro semestre letivo de 2018, quando comparado ao segundo semestre letivo de 2017. Além disso, também é possível observar os momentos de avaliação e as principais referências utilizadas no decorrer dos dois semestres. Cabe ressaltar que ambos os semestres possuíam vinte semanas letivas contendo três tempos de 50 minutos em cada uma delas.

Quadro 2 – Cronograma antes da reestruturação da disciplina de Cromatografia (2017.2).

Aula	Conteúdo	Referência
1	Aula Teórica: Introdução aos Métodos Cromatográficos.	COLLINS et al., 1993
2	Aula Teórica: Introdução aos Métodos Cromatográficos.	COLLINS et al., 1993
3	Aula Teórica: Cromatografia em Papel e Cromatografia em Camada Delgada Analítica.	COLLINS et al., 1993
4	Aula Teórica: Cromatografia em Papel e Cromatografia em Camada Delgada Analítica.	COLLINS et al., 1993
5	Experimento 1: Separação de Ânions por Cromatografia em Papel.	COLLINS et al., 1993
6	Aula Teórica: Cromatografia em Coluna	COLLINS et al., 1993
7	Aula Teórica: Cromatografia em Coluna	COLLINS et al., 1993
8	Aula Teórica: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)	COLLINS et al., 1993
9	Aula Teórica: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)	COLLINS et al., 1993
10	Aula de Exercícios	-
11	Avaliação 1	-
12	Aula Teórica: Cromatografia Gasosa (CG)	COLLINS et al., 1993
13	Aula Teórica: Cromatografia Gasosa (CG)	COLLINS et al., 1993
14	Aula Teórica: Cromatografia Gasosa (CG)	COLLINS et al., 1993

15	Aula Teórica: Cromatografia Gasosa (CG)	COLLINS et al., 1993
16	Experimento 2: Contato com o equipamento de Cromatografia Gasosa (CG) – Apresentação das partes do equipamento.	-
17	Aula Teórica: Padronização Externa e Interna em Cromatografias Gasosas. Aplicação dos Questionários Finais.	LIGIERO et al., 2009
18	Avaliação 2	-
19	Segunda Chamada	-
20	Avaliação Final (Recuperação)	-

Fonte: Elaboração Própria

Quadro 3 – Cronograma após reestruturação da disciplina de Cromatografia (2018.1).

Aula	Conteúdo	Referência
1	Aplicação do Questionário Inicial. Aula Teórica: Introdução aos Métodos Cromatográficos.	COLLINS et al., 1993
2	Aula Teórica: Introdução aos Métodos Cromatográficos.	COLLINS et al., 1993
3	Experimento 1: Separação de Ânions por Cromatografia em Papel. Experimento 2: Separação dos Componentes Químicos das Canetas Hidrocores por Cromatografia em Papel Circular.	Adaptado de COLLINS et al., 1993
4	Experimento 3: Separação de Pigmentos de Folhas Verdes por meio da Extração líquido-líquido seguida por Cromatografia em Camada Delgada Analítica (CCDA) da fase orgânica.	-
5	Experimento 4: Emprego das Técnicas de Cromatografia em Papel e Cromatografia Em Camada Delgada Analítica na Separação de Pigmentos de Diferentes Pimentões.	Adaptado de RIBEIRO; NUNES, 2008)
6	Experimento 5: Separação de Uma Mistura Reacional de α e β -Lapachona obtidas a partir do Lapachol.	Adaptado de BARBOSA; DINIZ-NETO, 2013
7	Experimento 6: Empacotamento de Colunas Cromatográficas para Possibilitar a Separação de Corantes Sintéticos.	-
8	Experimento 7: Extração e Separação da Clorofila e Xantofila utilizando Extração de Soxhlet e Cromatografia em Coluna.	Adaptado de COLLINS et al., 1993
9	Aula de Exercícios	-
10	Avaliação 1	-
11	Aula Teórica: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)	COLLINS et al., 1993
12	Experimento 8: Contato com o equipamento de CLAE e suas principais ferramentas.	COLLINS et al., 1993
13	Experimento 9: Separação de Compostos Orgânicos incolores por meio da técnica de Cromatografia em Coluna e utilizando do Espectrofotômetro de UV-Visível para detecção do tempo de retenção das substâncias separadas.	-
14	Aula Teórica: Cromatografia Gasosa (CG)	COLLINS et al., 1993
15	Aula Teórica: Cromatografia Gasosa (CG)	COLLINS et al., 1993
16	Experimento 10: Contato com o equipamento de Cromatografia Gasosa (CG) – Técnicas de Injeção e apresentação das partes do equipamento.	-
17	Aula Teórica: Padronização Externa e Interna em Cromatografias Gasosas. Aplicação dos Questionários Finais.	LIGIERO et al., 2009
18	Avaliação 2	-
19	Segunda Chamada	-
20	Avaliação Final (Recuperação)	-

Fonte: Elaboração Própria

Após a reestruturação da disciplina, as aulas experimentais iniciaram-se com apresentação da problemática de cada experimento, para que assim, os alunos pudessem respondê-la ao final de cada aula. Com intuito de possibilitar que os discentes resolvessem a situação-problema elaborada para cada experimento foi necessário que alguns conceitos e características dos diferentes métodos

cromatográficos fossem apresentados, de tal modo que a teoria e a prática pudessem ser realizadas concomitantemente.

Durante as aulas, os alunos seguiam um roteiro pré-determinado no material didático, sendo esse previamente elaborado pelo professor e disponibilizado aos discentes no início do primeiro semestre letivo de 2018. Além disso, o docente também foi responsável por delimitar a problemática do experimento, bem como, elencar as hipóteses para solução da problemática elaborada. Apesar disso, alguns alunos, em alguns momentos, conseguiram apresentar suas hipóteses, as quais também foram discutidas ao final de cada aula. Ademais, os discentes realizavam os experimentos, coletavam e analisavam os dados e, por fim, elaboravam suas próprias conclusões, que, ao final da aula, eram discutidas em conjunto com toda turma, sendo destacadas as principais conclusões obtidas.

Os alunos tiveram acesso aos equipamentos de Cromatografia Gasosa (CG) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), que foram utilizados para realizar simulações de algumas análises. Dessa forma, os discentes puderam compreender as duas técnicas cromatográficas, suas fundamentações e alguns dos principais procedimentos para análise de compostos químicos por meio dessas simulações, haja vista que os equipamentos não estavam em operação no momento da aplicação investigativa.

2.3 Instrumentos de Coleta e Análise de Dados

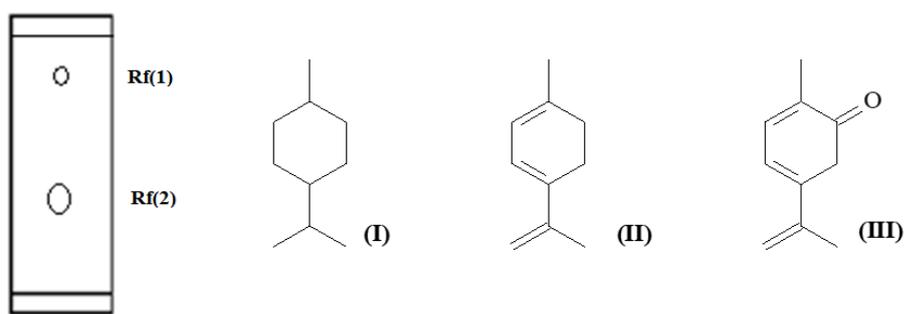
A coleta dos dados desta pesquisa foi realizada por meio de questionários respondidos pelos discentes antes e após a reestruturação da disciplina. Esses instrumentos, segundo Gil (1999), tem a finalidade de coletar as opiniões, interesses, expectativas e situações vivenciadas por quem o responde, de forma a colaborar com a pesquisa.

O primeiro questionário, denominado de Questionário Diagnóstico (Quadro 4), foi composto de perguntas fechadas que abordavam os principais conceitos relacionados ao conteúdo da disciplina em questão. O referido instrumento de coleta de dados foi respondido pelos discentes de ambas as turmas do módulo IV do primeiro semestre letivo de 2018 antes e após a intervenção investigativa. Assim, pode-se comparar os conhecimentos prévios dos alunos com os conhecimentos adquiridos após cursar a disciplina já reestruturada, sendo possível verificar se essa disciplina contribuiu para a aprendizagem dos discentes ou não. Além disso, o mesmo questionário também foi respondido pelos alunos das duas turmas que concluíram a disciplina de Cromatografia no segundo semestre letivo de 2017, as quais ainda não haviam passado pelo processo de reestruturação. O objetivo dessa aplicação foi comparar os conhecimentos relacionados a Cromatografia apresentados pelos dois grupos de alunos, de forma a verificar a importância da adição de experimentos investigativos grau 1 na referida disciplina.

Quadro 4 – Questionário Diagnóstico relacionado ao conteúdo da disciplina de Cromatografia.

Nº	Questão
Q 1	(Adaptado de COLLINS et al., 1993) Assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as alternativas falsas:
A	A cromatografia é uma palavra proveniente do grego [<i>kroma</i> (cor) + <i>graph</i> (escrever)] que significa escrever com as cores, sendo assim a presente técnica visa a separação dos componentes que apresentam diferentes energias de absorção na região do visível.

B	A cromatografia é um método físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, realizada através da distribuição destes componentes entre duas fases, que estão em contato íntimo. Uma das fases permanece estacionária enquanto a outra move-se através dela.
C	Durante a passagem da fase móvel sobre a fase estacionária, os componentes da mistura são distribuídos entre as duas fases, de tal forma que cada um dos componentes é seletivamente retido pela fase estacionária, resultando em migrações diferenciais destes componentes.
D	O estado físico da fase móvel pode ser líquido ou sólido. O líquido pode estar simplesmente espalhado sobre um suporte sólido ou imobilizado sobre este. A imobilização pode envolver ligações químicas entre o líquido e o suporte ou somente entre cadeias do próprio líquido.
E	Na cromatografia planar, a fase móvel, proveniente de um reservatório, passa através dos pontos de partida da amostra e arrasta os componentes desta durante um processo denominado de partição.
F	Quando a fase estacionária se trata de um sólido, como sílica ou alumina, a adsorção do soluto ocorre na interface entre o sólido e a fase móvel, devido à presença de grupos ativos nas suas superfícies.
G	A cromatografia em papel é classificada como cromatografia por adsorção, sendo considerada uma técnica simples que utiliza pequena quantidade de amostra, além de ser utilizada principalmente na separação de compostos polares como antibióticos hidrossolúveis, ácidos orgânicos e íons metálicos.
H	Nas placas de cromatografia preparativa, após a eluição e revelação química, a faixa das substâncias desejadas são retiradas com auxílio de uma espátula e extraídas do adsorvente com um solvente adequado.
I	Na cromatografia de permeação em gel são utilizados vidros ou sílicas com tamanho de poros controlado, sendo a separação promovida por processos mecânicos de exclusão.
J	O diclorometano é considerado um dos melhores solventes para aplicação de amostras em cromatografias em camada delgada analítica (CCDA), visto que este composto provoca pouca difusão no momento da aplicação da amostra. Além disso, esse solvente possui alta volatilidade o que facilita o processo de eluição.
K	O fator de retenção (Rf) para uma substância durante a cromatografia em camada delgada analítica (CCDA) é uma medida da distância percorrida na placa, em resposta ao movimento do solvente. Uma vez que o movimento absoluto do composto dependerá de quão longe o solvente consegue ir, os valores do fator de retenção são calculados de acordo com o grau de movimentação do solvente em si. Esse valor é determinado pela distância vertical percorrida pelo solvente em relação à posição inicial de aplicação da amostra, dividida pela distância percorrida pelo composto medida desde o mesmo ponto inicial.
L	Após o desenvolvimento da análise cromatográfica, as placas são secas e reveladas. Esta última etapa consiste em tornar visíveis as substâncias incolores presentes na amostra. A visualização pode ser feita através de métodos físicos ou químicos, podendo também ser biológicos no caso de utilização de reações enzimáticas ou processos bacterianos.
M	Padrão interno é uma espécie com propriedades similares às do analito que é introduzida nas soluções dos padrões e das amostras desconhecidas; a razão entre os sinais do padrão interno e do analito serve de base para a análise.
N	Muitos fatores afetam a eficiência de uma coluna, tais como o comprimento, diâmetro interno, temperatura, vazão da fase móvel, volume da amostra, técnica de injeção e características das substâncias.
O	Gases e substâncias não volatilizáveis podem ser separados utilizando-se a técnica denominada de cromatografia gasosa.
P	Na cromatografia gasosa, as colunas capilares apresentam menor eficiência comparada as colunas empacotadas.
Q	A diminuição da temperatura do forno da coluna favorece a coeluição de compostos (sobreposição de sinais).
R	As colunas capilares possuem diâmetro das partículas do recheio muito menor que das colunas empacotadas.
S	O detector de captura de elétrons (DCE) tornou-se um dos mais amplamente empregados para as amostras ambientais em virtude de ele responder especificamente aos compostos orgânicos contendo halogênios, como pesticidas e bifenilas policloradas.
T	A fase móvel em cromatografia gasosa é denominada gás de arraste e deve ser quimicamente inerte. O hélio é a fase móvel gasosa mais comum, embora o argônio, o nitrogênio e o hidrogênio sejam também empregados.
Q 2	(Provão Brasil 2000 – Química – Prova 1, p.11) Uma mistura contendo os compostos I, II e III, representados abaixo, foi analisada pela técnica de cromatografia em camada fina. A mistura foi aplicada em uma cromatoplaca de sílica sem indicador de fluorescência. Após eluição com hexano:éter etílico (4:1) e revelação sob luz ultravioleta (254 nm), a cromatoplaca apresentou o seguinte aspecto:



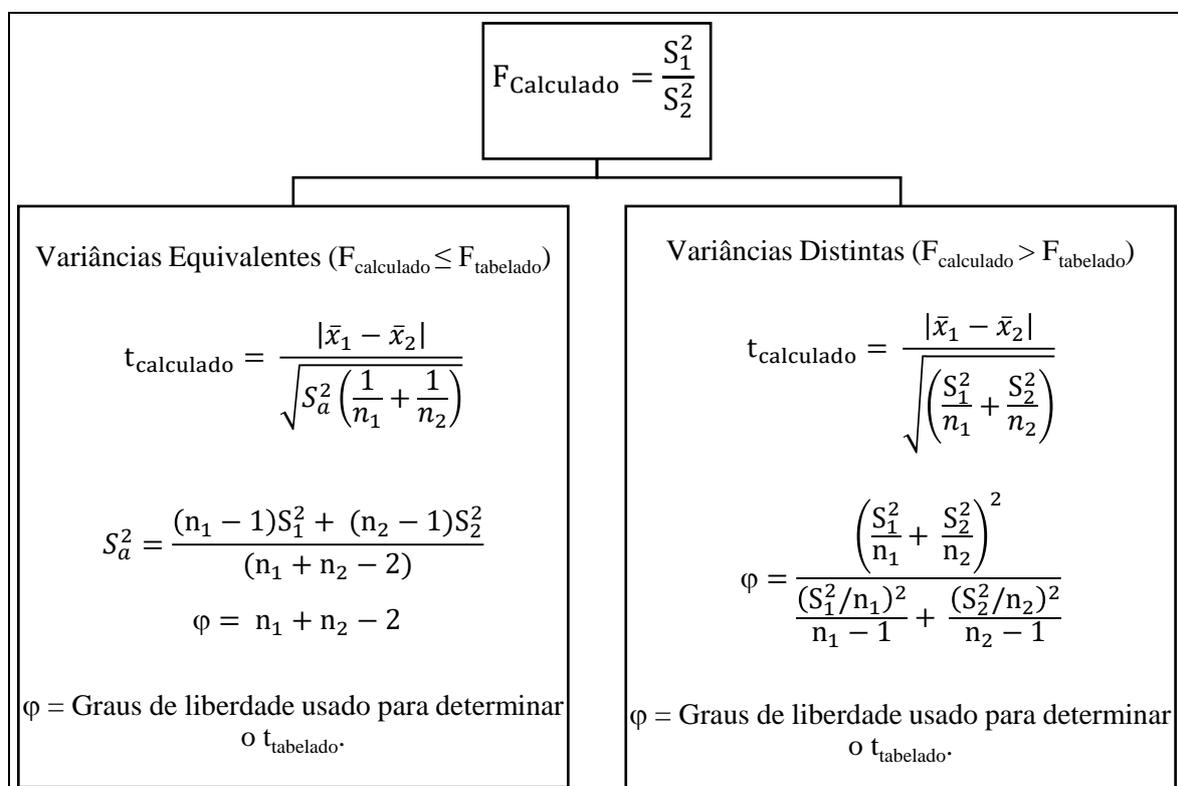
Quando a cromatoplaça foi revelada quimicamente, foram observadas três manchas. Pode-se afirmar que as manchas obtidas nos Rf(2) e Rf(1) correspondem, respectivamente, às estruturas:

(a) I e II. (b) I e III. (c) II e III. (d) III e I. (e) III

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados obtidos por meio do Questionário Diagnóstico foram utilizados para a criação de gráficos comparativos em relação aos erros e acertos antes e após a aplicação do trabalho, tanto para os alunos do primeiro semestre letivo de 2018, quanto para os alunos do segundo semestre letivo de 2017. Ademais, com o intuito de realizar uma comparação ainda mais aprofundada, foram realizados testes estatísticos visando comparar as variâncias (Teste *F* de *Snedecor*) e as médias (Teste *t* de *Student*) de todos os grupos apresentados anteriormente. Os testes foram realizados utilizando as equações matemáticas apresentadas no Quadro 5, sendo essas baseadas em métodos de comparação de variâncias e médias entre dois grupos de dados empíricos.

Quadro 5 – Testes Estatísticos para Comparação dos Dados Coletados Antes e Após a Reestruturação da Disciplina de Cromatografia.



Fonte: Adaptado de Harris, 2012.

Os rendimentos acadêmicos dos alunos de ambos os semestres letivos (2017.2 e 2018.1) foram coletados e, em seguida, analisados pelos mesmos testes estatísticos apresentados anteriormente (Teste *F* de *Snedecor* e Teste *t* de *Student*). Esse procedimento possibilitou a realização de uma análise comparativa entre os dados obtidos pelo primeiro questionário e os rendimentos acadêmicos dos discentes, permitindo identificar algumas características das aprendizagens mecânica e significativa. Além disso, é importante destacar que as perguntas contidas no primeiro questionário foram respondidas pelos discentes antes das avaliações finais, sem que eles tivessem previamente ciência da data de sua confecção (17^a semana de ambos os períodos letivos – Quadros 2 e 3). Sendo assim, os alunos responderam ao instrumento de coleta de dados com os conteúdos que já possuíam até o momento, sem se prepararem exclusivamente para uma avaliação formativa, como ocorreu nas atividades que resultaram em seus rendimentos acadêmicos. Portanto, por meio dessa análise foi possível detectar se os principais tópicos da disciplina foram aprendidos no decorrer do curso ou somente no dia da confecção da avaliação final da disciplina.

Além disso, um segundo questionário, denominado de Questionário de Opinião (Quadro 5), contendo questões exclusivamente abertas foi respondido ao final da intervenção pelos discentes das duas turmas que tiveram a disciplina reestruturada. Esse tinha por objetivo coletar as opiniões dos discentes sobre a intervenção realizada, além de identificar a importância e a necessidade da experimentação na disciplina de Cromatografia, destacando os pontos positivos e negativos da intervenção realizada.

Quadro 5 – Questionário Diagnóstico relacionado ao conteúdo da disciplina de Cromatografia.

Nº	Questão
Q 1	As análises experimentais nas aulas de Cromatografia são fundamentais para a formação profissional e um diferencial para concorrer a uma vaga de emprego? Justifique sua resposta. () Sim () Não () Prefiro não opinar
Q 2	Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de realizar aulas experimentais em cursos técnicos profissionalizantes?
Q 3	Em caso de uma abordagem majoritariamente teórica, você acredita que o conteúdo ministrado seria suficiente? Justifique sua resposta. () Sim () Não () Prefiro não opinar

Fonte: Elaboração Própria

Os dados obtidos pelo Questionário de Opinião foram analisados exclusivamente de forma qualitativa por meio da Análise de Conteúdo (AC), seguindo os preceitos idealizados por Laurence Bardin (2011). Nessa pesquisa utilizou-se as três fases da Análise de Conteúdo, sendo elas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

Na primeira fase da AC foi realizada a leitura “flutuante” dos questionários respondidos pelos discentes, sendo todas as respostas utilizadas para as interpretações finais dessa pesquisa. Além disso, nessa etapa foi realizada a organização dos questionários, de tal modo que permitisse a elaboração de indicadores que possibilitaram a interpretação formal dos dados obtidos (CÂMARA, 2013). Em seguida, as respostas dos discentes foram categorizadas por questão de acordo com as similaridades das respostas, tendo em todos os casos a formação de categorias emergentes, levando em consideração às regras de exaustividade, representatividade, homogeneidade, pertinência e exclusividade. Cabe destacar que as categorias emergentes elaboradas surgiram no decorrer da análise dos textos fornecidos pelos discentes, tendo como princípio norteador as hipóteses e os objetivos dessa pesquisa. Além disso, na segunda fase os temas mais frequentes dos textos foram destacados

“em unidades comparáveis de categorização”, sendo essas medidas por frequência de repetição (BARDIN, 2011, p.100). Após construção de quadros matriciais das categorias elaboradas os dados foram interpretados na terceira e última fase na AC.

De acordo com toda a metodologia apresentada, o presente trabalho apresenta-se como uma pesquisa de caráter misto sequencial, ou seja, foram realizadas análises quantitativas em um primeiro momento e, em seguida, foram empregados métodos qualitativos de análises. De acordo com Flick (2009), vários pesquisadores enfatizam a combinação de ambas as pesquisas e, para Bryman (2007), a lógica da triangulação, ou seja, da combinação de diferentes métodos, sejam eles qualitativos ou quantitativos, fornece um quadro mais geral da questão em estudo. A pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela quantitativa e *vice-versa*, possibilitando uma análise estrutural e processual do fenômeno, enriquecendo as análises e as discussões finais (SCHNEIDER, FUJII; CORAZZA, 2017; MINAYO, 1997).

Por fim, destaca-se que parte dessa pesquisa foi utilizada como requisito para conclusão do curso de Licenciatura em Ciências e Química do IFFluminense, sendo realizada a recategorização da experimentação utilizada e adicionados novos dados, novas análises e várias outras discussões.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Inserção de Atividades Investigativas na disciplina de Cromatografia

De acordo com Freitas (2007), os materiais didáticos são todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino, tendo por objetivo estimular o aluno, fazendo com que haja uma aproximação entre o conteúdo a ser ministrado durante as aulas e os discentes. O material elaborado e utilizado nesse trabalho correspondeu à uma apostila, que facilitou o alcance dos discentes aos conteúdos abordados ao longo da disciplina, tendo uma linguagem mais próxima da realidade dos educandos. Esse fato é de grande importância, visto que os discentes se encontravam em um curso profissionalizante de nível médio e, de modo geral, a bibliografia disponibilizada para a disciplina de Cromatografia tem uma fundamentação voltada para o Ensino Superior. O que pode gerar uma sensação de despreparo por parte dos discentes, e conseqüentemente, uma repulsão pelos conteúdos ministrados na referida disciplina. As análises presentes na apostila e realizadas durante a aplicação desse trabalho estão apresentadas na Figura 1, que exhibe organizadamente todos os experimentos investigativos grau 1 mencionados após a reestruturação da disciplina.

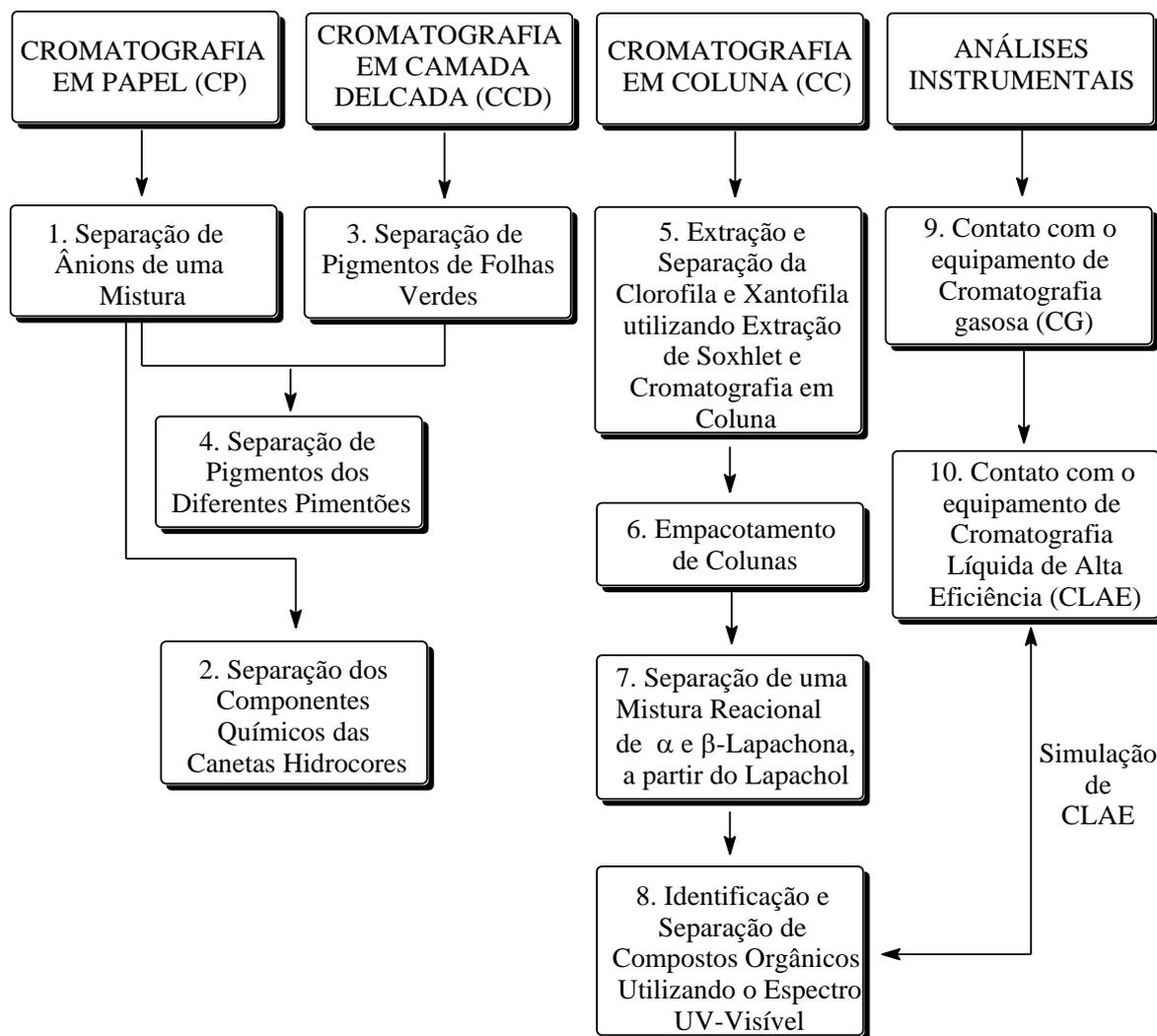


Figura 1 – Experimentos Investigativos Inseridos na Disciplina (Fonte: Elaboração Própria).

A maior parte dos experimentos inseridos na disciplina foram relacionados à Cromatografia clássica, abordando as diferentes técnicas cromatográficas como a Cromatografia em Papel (CP), a Cromatografia em Camada Delgada Analítica (CCDA) e a Cromatografia em Coluna (CC). No entanto, algumas análises instrumentais direcionadas à Cromatografia Gasosa (CG) e a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) também foram simuladas, possibilitando que os discentes tivessem contato com os equipamentos, mesmo que eles não estivessem em operação no momento da prática. Além disso, a última análise de CC proporcionou a simulação do processo de detecção que geralmente é realizado pelo equipamento CLAE, possibilitando aos alunos a compreensão dos diferentes parâmetros analíticos, tais como número de pratos teóricos, resolução e fator de retenção.

Com a inserção dos experimentos pode-se claramente diferenciar as técnicas cromatográficas, destacando as vantagens e desvantagens de cada uma delas, bem como as características das substâncias a serem analisadas e suas aplicações. Além disso, a experimentação investigativa grau 1 propiciou que os discentes de um curso profissionalizante ampliassem seu caráter investigativo, buscando hipóteses para solucionar as diferentes problemáticas elaboradas pelo professor.

De acordo com Machado e Mól (2008), no ensino de Química o experimento didático deve preferencialmente privilegiar o caráter investigativo, de tal modo que a criticidade e autonomia dos discentes sejam estimuladas. No entanto, Sequências de Ensino Investigativas (SEI) são menos frequentes em cursos profissionalizantes de nível médio, sendo esses normalmente direcionados para

o ato de ensinar ao discente a reprodução de metodologias. Sendo assim, o presente trabalho propiciou uma mudança de paradigma para supracitada disciplina, que até então possuía um caráter predominantemente teórico. Por esse motivo, optou-se por utilizar uma experimentação investigativa grau 1, visto que, dentre todas as abordagens experimentais investigativas, essa é a mais fechada, sendo uma das formas mais apropriadas para introdução de abordagens experimentais investigativas para alunos que não estão acostumados com esse tipo de abordagem.

3.2 Análises das respostas realizadas pelos discentes para os questionários elaborados

Os questionários numa pesquisa possuem o intuito de trazer respostas e possíveis comprovações aos fundamentos propostos e às teorias elaboradas (Gil, 1999). Sendo assim, com a finalidade de verificar a influência da utilização de aulas experimentais investigativas grau 1 na disciplina de Cromatografia foram realizadas as análises de dois questionários aplicados no decorrer do curso. Cabe ressaltar que o primeiro questionário foi baseado nos principais conceitos relacionados às análises cromatográficas, enquanto que o segundo teve por intuito coletar as principais opiniões dos alunos que foram submetidos a intervenção experimental investigativa.

3.2.1 Análise Quantitativa do Questionário Diagnóstico sobre os Conhecimentos em Cromatografia

O primeiro questionário denominado de Questionário Diagnóstico tomou como base o conhecimento dos discentes sobre o conteúdo de Cromatografia abordado ao longo da disciplina, tanto de forma teórica como de forma prática. Na primeira questão os alunos tiveram acesso a uma série contendo vinte afirmativas, as quais eles deveriam julgar como corretas ou incorretas, e, caso não tivesse domínio sobre o conteúdo apresentado na afirmativa, eles deveriam deixá-la sem ser assinalada. Já a segunda questão do Questionário Diagnóstico possuía uma análise um pouco mais complexa, visto que os alunos deveriam analisar cinco alternativas e assinalar aquela que mais se aproximasse da resposta correta.

Inicialmente o questionário foi distribuído para os alunos que cursaram a disciplina no semestre anterior a aplicação da proposta, 2017.2, sendo essa disciplina abordada majoritariamente de forma teórica. Posteriormente, o mesmo questionário foi distribuído ao final da disciplina para os alunos do primeiro semestre letivo de 2018, os quais tiveram a disciplina reformulada. Esse fato teve por intuito comparar os conhecimentos dos alunos que cursaram a disciplina predominantemente experimental com os alunos que cursaram a disciplina majoritariamente teórica. Sendo assim, por meio deste questionário foi possível estabelecer um comparativo percentual entre a quantidade de acertos, erros e respostas em branco obtidos pelos dois grupos de alunos (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 1 – Análise Estatística do Questionário Diagnóstico Aplicado as turmas da Disciplina Cromatografia (2017.2 e 2018.1).

Questão 1 (A a T)	Grupo 1 (2017.2) – Duas Turmas			Grupo 2 (2018.1) – Duas Turmas		
	Correto (%)	Errado (%)	Branco (%)	Correto (%)	Errado (%)	Branco (%)
Afirmativa A	34,2	63,2	2,6	91,7	8,3	0,0
Afirmativa B	84,2	10,5	5,3	95,8	4,2	0,0
Afirmativa C	71,0	21,0	7,9	91,7	8,3	0,0
Afirmativa D	52,6	23,7	23,7	54,2	45,8	0,0
Afirmativa E	23,7	44,7	31,6	62,5	37,5	0,0
Afirmativa F	84,2	2,6	13,2	95,8	4,2	0,0
Afirmativa G	18,4	73,7	7,9	79,2	20,8	0,0
Afirmativa H	50,0	13,2	36,8	75,0	25,0	0,0
Afirmativa I	34,2	63,2	2,6	91,7	8,3	0,0
Afirmativa J	44,7	26,3	29,0	79,2	20,8	0,0
Afirmativa K	34,2	63,2	2,6	91,7	8,3	0,0
Afirmativa L	44,7	21,0	34,2	83,3	16,7	0,0
Afirmativa M	28,9	50,0	21,0	75,0	25,0	0,0
Afirmativa N	79,0	18,4	2,6	79,2	20,8	0,0
Afirmativa O	47,4	27,9	2,6	87,5	12,5	0,0
Afirmativa P	71,0	29,0	0,0	91,7	8,3	0,0
Afirmativa Q	57,9	26,3	15,8	62,5	37,5	0,0
Afirmativa R	65,8	23,7	10,5	87,5	12,5	0,0
Afirmativa S	29,0	21,0	50,0	87,5	12,5	0,0
Afirmativa T	84,2	10,5	5,3	83,3	16,7	0,0
Questão 02	4,5	18,2	77,3	54,2	45,8	0,0
Média	49,7	31,0	18,2	81,0	19,0	0,0
Desvio Padrão (S)	23,5	20,3	19,5	12,9	12,9	0,0
Erro Padrão (S_x)	5,1	4,4	4,3	2,8	2,8	0,0

Fonte: Elaboração Própria.

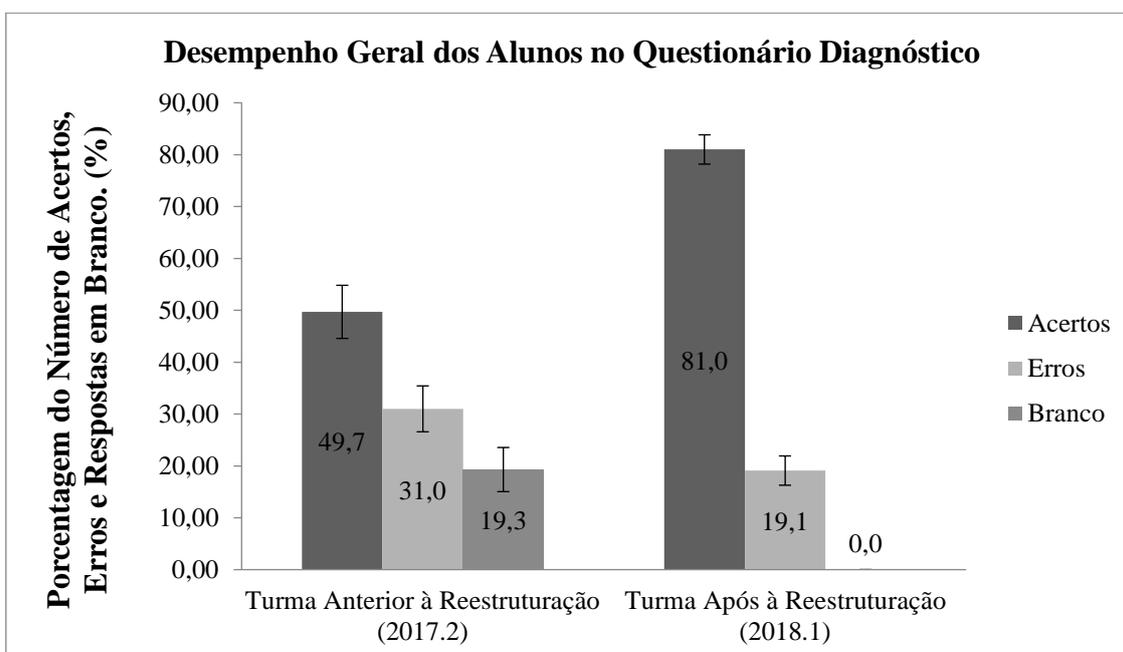


Gráfico 1 - Desempenho Geral Percentual dos Alunos no Questionário Diagnóstico contendo conteúdos de Cromatografia (Fonte: Elaboração Própria).

Ao analisar os dados apresentados na Tabela 1 e resumidos no Gráfico 1 é possível verificar uma diferença de 31,3% no percentual de acertos entre as respostas dos alunos que cursaram a disciplina reestruturada e as respostas dos alunos que cursaram a disciplina majoritariamente de forma teórica. Além disso, verificou-se que $(31,0 \pm 4,0)\%$ das questões foram marcadas indevidamente pelos alunos que não participaram da reestruturação, enquanto que a porcentagem de erros foi igual a $(19,0 \pm 2,8)\%$ para o grupo que cursou a disciplina reestruturada. Somando-se a isso, pode-se verificar que, nas turmas anteriores a aplicação do projeto, $(18,2 \pm 4,3)\%$ das questões não foram assinaladas por nenhum aluno, visto que eles não possuíam domínio para responder as questões ou não tiveram interesse. Já nas turmas que cursaram a disciplina reestruturada nenhum aluno deixou de responder as perguntas abordadas no Questionário Diagnóstico. Esse fato indica que, mesmo após as aulas majoritariamente teóricas sobre os conteúdos da referida disciplina, alguns alunos não souberam ou não apresentaram domínio suficiente para responder ou opinar sobre perguntas relacionadas ao conteúdo. Já no questionário respondido pelas turmas que cursaram a disciplina reestruturada, nenhuma resposta foi deixada em branco, o que indica que os alunos apresentaram uma maior noção dos conhecimentos atribuídos à disciplina, porém devido a um descuido ou falta de atenção alguns deles vieram a errar. Esse fato é comum de ser observado em questões fechadas, visto que um breve descuido por parte dos respondentes pode provocar uma análise equivocada, o que geralmente leva a um erro no momento de responder à questão.

Os dados observados na Tabela 1 também indicam que as respostas apresentadas pelo grupo de discentes que cursaram a disciplina reestruturada apresentaram menores valores de desvio padrão (S), quando comparadas às respostas apresentadas pelos discentes que cursaram a disciplina predominantemente teórica. O grupo que obteve aulas predominantemente experimentais teve desvios padrões de 12,9% para as respostas corretas; 12,9% para as respostas incorretas e 0,0% para as alternativas em branco. Já o grupo que obteve uma abordagem com menor número de experimentos obteve desvios padrões de 23,5% para as alternativas corretas, 20,3% para as incorretas e 19,5% para as questões não assinaladas.

A fim de verificar se os resultados apresentados pelo Questionário Diagnóstico eram estatisticamente significativos, foram aplicados os testes F de *Snedecor* e t de *Student* para as

porcentagens de acerto antes e após a aplicação do projeto (Tabela 2). O primeiro teste visa comparar as variâncias obtidas, enquanto o segundo tem por finalidade a comparação entre os valores das médias obtidas para os dois grupos analisados. O teste F de *Snedecor* é uma ferramenta para se decidir qual tipo de teste t de *Student* será escolhido, visto que a forma de comparar as médias de grupos com variâncias equivalentes é diferente da forma utilizada para comparar grupos com variâncias distintas (Quadro 2). Sendo assim, tomou-se como base a hipótese nula (H_0) de que as médias entre os dois grupos eram equivalentes estatisticamente e os testes foram utilizados a fim de refutar ou afirmar a hipótese lançada com 95% de confiança ($\alpha = 0,05$).

Tabela 2 – Comparação do Rendimento no Questionário Diagnóstico entre os Alunos do Semestre 2017.2 e os Alunos do Semestre 2018.1.

	Grupo 1 (2017.2) Duas Turmas	Grupo 2 (2018.1) Duas Turmas
n (número de questões)	21	21
Média (%)	49,7	81,0
Variância (% ²)	550,4	167,5
F_{cal}		3,29
$F_{tab} (\alpha = 0,05; \nu_1=\nu_2=20)$		2,12
t_{cal}		5,35
$t_{tab} (\alpha = 0,05; \varphi = 31)$		2,04

Fonte: Elaboração Própria.

Os dados apresentados na Tabela 2 indicaram que as variâncias não foram equivalentes, visto que o valor de F calculado foi superior ao de F tabelado ($F_{cal} > F_{tab}$). Além disso, as médias de acertos entre os dois grupos também apresentaram diferenças significativas entre si, visto que o valor de t calculado foi superior ao de t tabelado ($t_{cal} > t_{tab}$). Esses resultados indicam que houve diferença estatisticamente significativa entre os dados apresentados pelos dois grupos com 95% de confiança. Além disso, os dados obtidos indicam que um aumento no número de experimentos na referida disciplina mostrou-se positivo, principalmente devido ao caráter investigativo das abordagens realizadas. Essa constatação está de acordo com o aporte teórico dessa pesquisa, que destaca que a experimentação investigativa é uma excelente ferramenta pedagógica para propiciar a aprendizagem significativa dos discentes, principalmente por desenvolver várias habilidades nos educandos, dentre elas as cognitivas (MELO; OLIVEIRA; SOUZA, 2019).

Para se obter uma comparação um pouco mais aprofundada entre os grupos, decidiu-se coletar e comparar os rendimentos acadêmicos obtidos pelos alunos após a conclusão da disciplina de Cromatografia. Sabe-se que atualmente, o modelo de avaliação majoritário no sistema escolar brasileiro é via rendimentos acadêmicos, o qual ainda vem sofrendo duras críticas por boa parte dos educadores (CAMARGO, 1995). Mesmo assim, o sistema ainda permanece inalterado e, portanto, pode ser utilizado como uma ferramenta para verificar o comportamento da aprendizagem dos discentes. Sendo assim, foi avaliado estatisticamente, a partir dos mesmos testes mencionados anteriormente, o rendimento acadêmico dos alunos antes e após a inserção de experimentos investigativos. Os resultados obtidos para todas as turmas estão apresentados na Tabela 3.

Assim como na comparação anterior também foi elaborada uma hipótese nula (H_0) para a comparação dos rendimentos acadêmicos dos discentes de ambos os grupos. Desta forma, tomou-se

como base a hipótese nula (H_0) de que os rendimentos acadêmicos de ambos os grupos eram equivalentes estatisticamente com 95% de confiança ($\alpha = 0,05$).

Tabela 3 – Comparação do Rendimento Acadêmico (notas) entre os Alunos do Semestre 2017.2 e os Alunos do Semestre 2018.1.

	Rendimento Acadêmico dos alunos do semestre 2017.2	Rendimento Acadêmico dos alunos do semestre 2018.1
n (número de alunos)	38	24
Média	7,9	7,8
Variância	0,77	0,72
F_{cal}		1,1
$F_{tab} (\alpha = 0,05; v_1=37; v_2=23)$		1,8
t_{cal}		0,44
$t_{tab} (\alpha = 0,05; \varphi = 40)$		2,0

Fonte: Elaboração Própria.

Por meio dos dados apresentados na Tabela 3 verifica-se que tanto a variância como a média são equivalentes. Esse fato é devido aos valores calculados serem inferiores aos seus respectivos valores tabelados, o que resulta em dados estatisticamente equivalentes antes e após a aplicação do projeto. Destarte, a hipótese nula elaborada para essa comparação deve ser aceita com 95% de confiança, indicando que, em relação aos rendimentos acadêmicos, os grupos antes e após a intervenção são equivalentes.

Por meio dos resultados obtidos pelo Questionário Diagnóstico é possível verificar que o rendimento dos alunos que cursaram a disciplina contendo experimentos investigativos foi consideravelmente maior. Todavia, quando se comparou os rendimentos acadêmicos dos alunos dos dois semestres, as notas foram equivalentes estatisticamente, não havendo variação significativa após a implementação dos experimentos. Esse fato pode ser explicado devido aos alunos somente decorarem os conceitos e técnicas durante a semana de avaliações, não constituindo uma aprendizagem realmente significativa do conteúdo, mas sim, uma aprendizagem com característica mais mecânica, somente para obter um bom rendimento na disciplina. Isso foi verificado devido ao baixíssimo rendimento apresentado pelos alunos do segundo semestre letivo de 2017 no Questionário Diagnóstico, aplicado na semana anterior à realização das atividades avaliativas. Ou seja, os alunos desse grupo não compreenderam os conteúdos ministrados semanalmente de forma gradual e significativa, mas sim, decoraram ou se mecanizaram em responder corretamente as questões às vésperas das atividades somativas, característica marcante da aprendizagem mecânica. Essa análise comprova ainda mais marcas do ensino tecnicista nas aulas realizadas de forma majoritariamente teórica, assim como afirma Luckesi (2003), que destaca que os alunos não aprendem significativamente o conteúdo, mas sim, somente decoram os conceitos transmitidos pelo professor às vésperas da prova, e após realizá-la inicia-se um processo de obliteração bastante acelerado.

Para os alunos 2018.1 é perceptível que o conteúdo estudado durante todo o curso apresentou indícios de aprendizagem pelos discentes. Os resultados obtidos pelo Questionário Diagnóstico e a vivência com os discentes durante as aulas sugerem que eles não decoraram as teorias e técnicas cromatográficas, mas sim aprenderam e desenvolveram seu pensamento crítico sobre a matéria, relacionado os conceitos presentes nessa disciplina com outros estudados anteriormente, indicando a eficácia da inserção de aulas experimentais investigativas para um aumento no nível de ensino e

aprendizagem. Tal comprovação foi apresentada por Morais & Silva-Júnior (2015), que destacou que aulas experimentais tornam os alunos atuantes e construtores de seu conhecimento, estimulando o interesse pelas aulas e colaborando para que o discente aprenda a interagir com suas dúvidas e a chegar as suas próprias conclusões, tornando-se agente de seu aprendizado.

O mesmo questionário também foi distribuído no início do semestre para as turmas de aplicação do trabalho, visando detectar alguns conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos discentes. Segundo Ausubel e colaboradores (1980), a aprendizagem é um processo que envolve a interação da nova informação abordada com a estrutura cognitiva do aluno, sendo sempre necessário considerar o conhecimento prévio que o indivíduo possui como ponto inicial (AUSUBEL et al., 1980; MOREIRA, 1995; AUSUBEL, 2002; PIVATTO, 2013). Diante disso, o Questionário Diagnóstico foi distribuído antes e após a intervenção experimental investigativa, tendo o intuito de averiguar o conhecimento que os alunos adquiriram durante o semestre. Os resultados obtidos pela análise desses questionários são apresentados na Tabela 4 e resumidos no Gráfico 2,

Tabela 4 – Análise Estatística das Respostas das Questões do Questionário Diagnóstico na Turma de Aplicação Experimental.

Questão 1 (A a T)	Turmas de Aplicação (2018.1) Antes das Aulas Experimentais – 24 Alunos.			Turmas de Aplicação (2018.1) Depois das Aulas Experimentais – 24 Alunos.		
	Correto (%)	Errado (%)	Branco (%)	Correto (%)	Errado (%)	Branco (%)
Afirmativa A	4,5	68,2	27,3	91,7	8,3	0,0
Afirmativa B	13,6	41,0	45,4	95,8	4,2	0,0
Afirmativa C	27,3	13,6	59,1	91,7	8,3	0,0
Afirmativa D	13,6	22,7	63,6	54,2	45,8	0,0
Afirmativa E	4,5	18,2	77,3	62,5	37,5	0,0
Afirmativa F	13,6	4,5	81,8	95,8	4,2	0,0
Afirmativa G	4,5	31,8	63,6	79,2	20,8	0,0
Afirmativa H	4,5	13,6	81,8	75,0	25,0	0,0
Afirmativa I	4,5	9,1	86,4	91,7	8,3	0,0
Afirmativa J	18,2	0,0	81,8	79,2	20,8	0,0
Afirmativa K	4,5	13,6	81,8	91,7	8,3	0,0
Afirmativa L	22,7	4,5	72,7	83,3	16,7	0,0
Afirmativa M	4,5	13,6	81,8	75,0	25,0	0,0
Afirmativa N	36,4	0,0	63,6	79,2	20,8	0,0
Afirmativa O	31,8	4,5	63,6	87,5	12,5	0,0
Afirmativa P	18,2	4,5	77,3	91,7	8,3	0,0
Afirmativa Q	0,0	13,6	86,4	62,5	37,5	0,0
Afirmativa R	13,6	4,5	81,8	87,5	12,5	0,0
Afirmativa S	13,6	4,5	81,8	87,5	12,5	0,0
Afirmativa T	22,7	0,0	77,3	83,3	16,7	0,0

Questão 02	20,8	4,2	75,0	54,2	45,8	0,0
Média	14,2	13,8	72,0	81,0	19,0	0,0
Desvio Padrão (S)	10,1	16,3	14,7	12,9	12,9	0,0
Erro Padrão (S _x)	2,2	3,6	3,2	2,8	2,8	0,0

Fonte: Elaboração Própria.

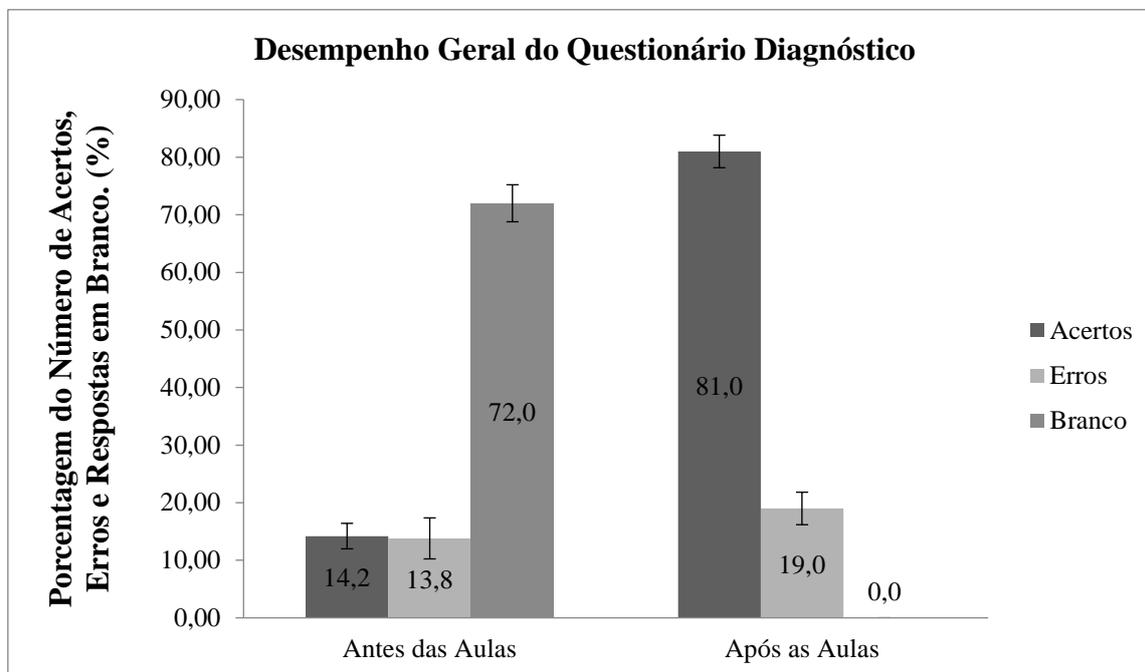


Gráfico 2 – Desempenho Geral Percentual dos Alunos no Questionário Diagnóstico, antes e após as aulas (Fonte: Elaboração Própria).

Analisando os resultados apresentados na Tabela 4 e no Gráfico 2, pode-se verificar um aumento de 66,8% de acertos após a intervenção experimental investigativa realizada. Esse valor foi obtido após se constatar que antes da aplicação dos experimentos investigativos somente $(14,2 \pm 2,2)\%$ das afirmativas foram assinaladas corretamente, enquanto que após a realização dos experimentos $(81,0 \pm 2,8)\%$ das afirmativas foram assinaladas corretamente, sendo possível detectar um aumento considerável. Ademais, é possível verificar que a maioria dos alunos não possuía conhecimentos para responder sobre o conteúdo de Cromatografia antes de realizarem a disciplina, deixando um grande número de questões em branco $[(72,0 \pm 3,2)\%]$. Após as aulas experimentais investigativas, nenhum aluno deixou de responder as questões apresentadas como relatado anteriormente. Além disso, constatou-se um leve aumento do número de respostas erradas após as aulas experimentais [de $(13,8 \pm 3,6)\%$ para $(19,0 \pm 2,8)\%$]. Esse aumento pode ser explicado pela falta de conhecimentos prévios dos alunos antes de cursarem a disciplina, não podendo opinar ou até mesmo responder errado uma pergunta que sequer foi compreendida. Ou seja, inicialmente a maior parte dos discentes não tinham domínio para responder à questão, visto que vários termos e conceitos presentes no questionário não estavam presentes em suas estruturas cognitivas.

Na Tabela 4 também pode ser verificado que, com exceção das respostas assinaladas como corretas, todos os valores de desvios padrões obtidos após a reestruturação da disciplina foram inferiores aos obtidos antes da aplicação. Este fato é devido a pequena quantidade de respostas assinaladas como corretas antes da implementação da proposta pedagógica $[(14,2 \pm 2,2)\%]$, o que resultou em baixo erro padrão (S_x) do grupo de respostas categorizadas como corretas.

Os resultados obtidos para os Questionários Diagnósticos nos dois momentos (inicial e final) também foram avaliados estatisticamente via testes F de *Snedecor* e t de *Student*. Os quais foram utilizados para verificar se as porcentagens de acertos antes e após a inserção de experimentos investigativos na disciplina de Cromatografia eram estatisticamente equivalentes ou não. Para esse fim, a hipótese nula (H_0) elaborada serviu para nortear a comparação entre os dois momentos do grupo de alunos que cursou a disciplina reestruturada. Nesse sentido, tomou-se como base a hipótese de que as porcentagens de acertos de ambos os momentos do referido grupo eram equivalentes estatisticamente com 95% de confiança ($\alpha = 0,05$), conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação do Rendimento no Questionário Diagnóstico entre os Alunos antes e após as aulas experimentais de cromatografia.

	Antes	Após
n (número de questões)	21	21
Média (%)	14,2	81,0
Variância (% ²)	102,8	167,5
F_{cal}		1,63
$F_{tab} (\alpha = 0,05; v_1=v_2=20)$		2,12
t_{cal}		18,6
$t_{tab} (\alpha = 0,05; \varphi = 60)$		2,02

Fonte: Elaboração Própria.

Os dados apresentados na Tabela 5 indicam que as variâncias dos dois conjuntos de dados foram distintas, visto que o valor de F calculado foi maior que o de F tabelado ($F_{cal} > F_{tab}$). Além disso, as médias de acertos apresentaram consideráveis diferenças entre si, haja vista que o valor de t calculado foi superior ao valor de t tabelado ($t_{cal} > t_{tab}$). Esse fato indica que houve diferença estatisticamente significativa entre os dados apresentados, ressaltando um aumento na aprendizagem dos alunos após cursarem a disciplina de forma majoritariamente experimental, o que sugere que a hipótese nula (H_0) elencada deve ser rejeitada com 95% de confiança ($\alpha=0,05$).

Por fim, os dados quantitativos apresentados nessa pesquisa indicam que a reestruturação da disciplina de Cromatografia foi positiva, sugerindo que a inserção de experimentos investigativos, mesmo que de grau 1, em cursos profissionalizantes de nível médio deve ser mais divulgada e aplicada.

3.2.2 Análise Qualitativa do Questionário de Opinião sobre a Inserção de Aulas Experimentais no Ensino de Cromatografia

O Questionário de Opinião referiu-se ao ponto de vista dos alunos que cursaram a disciplina de Cromatografia reestruturada. Nesse questionário os discentes foram indagados se o formato implementado à supracitada disciplina foi relevante para as suas respectivas formações profissionais. Além disso, o referido questionário possibilitou indicar as vantagens e desvantagens do emprego de aulas experimentais no decorrer da disciplina, pontuando se a disciplina reestruturada contribuiu para o processo de aprendizagem dos discentes. As justificativas apresentadas pelos alunos nos

questionários foram analisadas de acordo com metodologia de Análise de Conteúdo (AC) idealizada por Laurence Bardin (2011). Os resultados obtidos e as análises qualitativas desses dados são apresentados a seguir, sendo destacadas as categorizações realizadas pela Análise de Conteúdo implementada.

Quase a totalidade dos alunos ponderaram como relevante o emprego de aulas experimentais no decorrer da disciplina de Cromatografia, além de destacarem como importante a prática e a teoria se articularem conjuntamente na referida disciplina, indicando que a partir dessa junção, o entendimento fica muito mais claro e completo. Outros ainda relataram que o conteúdo com as aulas práticas se torna bem mais interessante e de fácil compreensão, assim como destaca Oliveira (2010).

Em relação à afirmativa de que “as análises experimentais nas aulas de Cromatografia são fundamentais para a formação profissional e um diferencial para concorrer a uma vaga de emprego, 95,8% dos alunos que tiveram a disciplina reestruturada estavam de acordo. Relatos desses alunos ainda informaram que a Cromatografia pode ser usada em uma ampla rede de áreas no mercado de trabalho, possibilitando uma contribuição não só no enriquecimento do currículo, mas no conhecimento e experiência dos alunos, deixando-os preparados para exercer tais análises profissionalmente. Essa constatação pode ser verificada por meio das categorias obtidas após a AC, sendo observada uma maior frequência de Unidades de Significação (USs) relacionada à categoria O ensino por experimentação como um diferencial para ingresso no mercado de trabalho. As USs recortadas e classificadas nessa categoria estão de acordo com os dados descritos por Bollela et al (2014), que destacam que a experimentação possibilita o aperfeiçoamento do educando para o mercado de trabalho. Outras categorias que apresentaram elevadas frequências de citação pelos discentes estão relacionadas ao ingresso no mercado de trabalho, seja por meio de provas de concursos (23,3%) ou por meio da importância desses conteúdos para os diferentes setores produtivos (30,0%). As frequências de repetição para cada uma das categorias criadas no decorrer da AC das justificativas apresentadas pelos discentes para a Questão 1 do Questionário de Opinião estão apresentadas no Quadro 6, sendo possível observar alguns exemplos de USs recortadas.

Quadro 6 – Categorização das USs recortadas na Análise de Conteúdo das justificativas apresentadas pelos discentes para a Questão 1 do Questionário de Opinião.

Questão 1 As análises experimentais nas aulas de Cromatografia são fundamentais para a formação profissional e um diferencial para concorrer a uma vaga de emprego? Justifique sua resposta. () Sim [95,8 % dos alunos] () Não [0,0 % dos alunos] () Prefiro não opinar [4,2 % dos alunos]		
Total de USs = 30		
Categorias	Exemplos de USs recortadas	Freq. (%)*
O ensino por experimentação como um diferencial para ingresso no mercado de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • “Através das aulas práticas os alunos podem aprender a manusear os equipamentos e utilizá-lo em seu local de trabalho” (Aluno D). • “Visto que em outros cursos a abordagem é totalmente teórica, o que, em minha opinião, é mais difícil de compreender” (Aluno R). • “É necessário saber fazer uma técnica, as aulas práticas nos propuseram isso, um diferencial no mercado de trabalho” (Aluno S). 	33,3
Conteúdo frequente em concursos públicos para diferentes setores produtivos	<ul style="list-style-type: none"> • “Pois a matéria estudada é bastante cobrada em concursos” (Aluno A). • “Por existir várias questões de concursos sobre Cromatografia” (Aluno B). • “Não só para concorrer a uma vaga de emprego, mas para algum concurso o conhecimento é essencial” (Aluno E). 	23,3
Análises e conhecimentos muito importantes e empregados no mercado de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • “Pois ajuda na aptidão do profissional, pois a cromatografia é uma técnica de muita importância no mercado de trabalho na área de química” (Aluno H). • “A cromatografia gasosa, por exemplo, é muito utilizada por diversas empresas” (Aluno I). 	30,0

	<ul style="list-style-type: none"> • “São análises muito utilizadas na indústria, o que é um grande diferencial tanto para formação profissional quanto para vagas de emprego” (Aluno K). 	
Aprendizado pessoal	<ul style="list-style-type: none"> • “É um aprendizado para cada um” (Aluno A). 	3,3
Sem justificativa	-	10,0

*Freq. (Frequência de repetição) = número de USs da categoria/número total de USs para a questão analisada. Fonte: Elaboração Própria

Os dados obtidos para AC das opiniões apresentadas pelos discentes para a Questão 2 do Questionário de Opinião são apresentados no Quadro 7, sendo destacadas as vantagens e desvantagens separadamente e de forma sequencial.

Quadro 7 – Categorização das USs recortadas na Análise de Conteúdo das respostas apresentadas pelos discentes para a Questão 2 do Questionário de Opinião.

Questão 2) Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de realizar aulas experimentais em cursos técnicos profissionalizantes?		
Vantagens (Total de USs = 34)		
Categorias	Exemplos de USs recortadas	Freq. (%)*
Propicia um melhor entendimento dos conteúdos teóricos	<ul style="list-style-type: none"> • “Entender os conteúdos com mais clareza” (Aluno D). • “Melhor compreensão e entendimento do que é estudado (Aluno Q) • “As aulas práticas facilitam nosso entendimento sobre os conteúdos” (Aluno X). 	44,1
Possibilita que o discente manipule diferentes equipamentos, reagentes e materiais	<ul style="list-style-type: none"> • “Fazer com que ele esteja apto para manusear certos equipamentos (Aluno A). • “Manipular diversos equipamentos” (Aluno D). • “É na prática que lidamos com os equipamentos e até mesmo com algumas situações” (Aluno K). 	14,7
Prepara os discentes para o mercado de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • “É preparado para o mercado de trabalho” (Aluno I). • “A grande vantagem é que prepara melhor o profissional” (Aluno K) • “Acho 100% vantajoso aulas experimentais, nos põe mais de frente a realidade que vamos encontrar nos laboratórios” (Aluno M). 	14,7
Possibilita a aplicação e visualização do conteúdo teórico na prática	<ul style="list-style-type: none"> • “Com as aulas práticas vemos todos os processos cromatográficos (em sua maioria) como funcionam na prática” (Aluno O). • “A maior vantagem na minha opinião é a oportunidade de visualização do conteúdo apresentado” (Aluno P). • Pois além do aluno ter a parte teórica, consegue visualizar realmente como acontece na prática. (Aluno T) 	8,8
Promove uma maior interação entre o conteúdo e o discente	<ul style="list-style-type: none"> • “O conteúdo é abordado com mais interação” (Aluno G). • “Uma vantagem é que podemos realizar os experimentos e não apenas vê-los teoricamente” (Aluno L). 	5,9
Possibilita que o conteúdo se torne mais atrativo aos discentes	<ul style="list-style-type: none"> • “Gera uma vontade maior de aprender” (Aluno F). • “Tornando a matéria interessante” (Aluno G). 	5,9
Estimula o trabalho em equipes	<ul style="list-style-type: none"> • “Maior participação em grupo” (Aluno S). 	2,9
Propicia novas descobertas	<ul style="list-style-type: none"> • “Pois é um tempo de grande ensino e auxílio, um tempo bem aproveitado, de novas descobertas” (Aluno V). 	2,9
Desvantagens (Total de USs = 10)		
Categorias	Exemplos de USs recortadas	Freq. (%)
Atividades experimentais demandam maior tempo	<ul style="list-style-type: none"> • “Posso falar que a única desvantagem existente diz respeito ao tempo de aula ministrado” (Aluno E). • “Pouco tempo para a aula teórica, gera um pouco de ‘prejuízo’” (Aluno F). • “Desvantagens porque são práticas demoradas e cansativas” (Aluno J). 	60,0

Manuseio de reagentes tóxicos	• “Desvantagem: manuseio com reagentes tóxicos” (Aluno Q).	10,0
Dificuldades em propor hipóteses	• “Acho mais fácil somente reproduzir os experimentos, sem que fossem realizadas hipóteses e conclusões” (Aluno U).	10,0
Necessidade de maior organização do docente para conciliar teoria e prática	• “Desvantagem é que exige uma organização maior para conciliar com a parte teórica e de exercícios” (Aluno R)”.	10,0
Realização de relatórios após as aulas práticas	• “Desvantagens: relatórios, pois são cansativos e não é tão proveitoso o conhecimento escrito ali, seria mais produtivo um questionamento diário com o conteúdo do que o aluno aprendeu no dia, isso fixaria mais a atenção do aluno na prática e com certeza será mais difícil de ser esquecido, como é apenas reproduzir no papel” (Aluno S).	10,0

*Freq. (Frequência de repetição) = número de USs da categoria/número total de USs para a questão analisada. Fonte: Elaboração Própria

Com relação às vantagens ao realizar aulas experimentais em cursos técnicos profissionalizantes, os discentes indicaram que esse recurso possibilita uma base teórica mais sólida, proporciona uma maior familiaridade com as técnicas, facilita a compreensão e aumenta o interesse dos discentes pelos conteúdos ministrados (Quadro 7). Por meio desses resultados verificou-se que 55% dos discentes não destacaram nenhuma desvantagem na inserção de aulas experimentais na referida disciplina, enquanto que 45% dos alunos destacaram alguma desvantagem (Quadro 7).

A AC apresentada no Quadro 7 para a Questão 2 do Questionário de Opinião possibilitou a categorização das USs recortadas em oito categorias, todas elas estando de acordo com relatos previamente descritos na literatura. As categorias para as vantagens da experimentação detectadas pelos discentes são descritas como: Propicia um melhor entendimento dos conteúdos teóricos (OLIVEIRA, 2010); Possibilita que o discente manipule diferentes equipamentos, reagentes e materiais (OLIVEIRA, 2010); Prepara os discentes para o mercado de trabalho (BOLLELA et al., 2014); Possibilita a aplicação e visualização do conteúdo teórico na prática (OLIVEIRA, 2010); Promove uma maior interação entre o conteúdo e o discente (PAGEL; CAMPOS; BATITUCCI, 2015); Possibilita que o conteúdo se torne mais atrativo aos discentes (VIEIRA et al., 2013); Estimula o trabalho em equipes (BOLLELA et al., 2014) e, por fim, Propicia novas descobertas (GUIMARÃES, 2009). Apesar da última categoria ter apresentado apenas uma única US ela merece destaque devido ao caráter investigativo observado nessa categoria. O referido aluno destacou que o momento da experimentação foi “*um tempo bem aproveitado, de novas descobertas*”, o que está de acordo com Guimarães (2009, p. 198) que destaca que: “No ensino de Ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.”.

Contrapondo as vantagens da experimentação apresentadas pelos discentes, foram observadas cinco categorias de USs relacionadas às desvantagens dessa ferramenta pedagógica. A mais frequente delas, com 60,0% de frequência, está intimamente ligada a experimentação investigativa, visto que esse tipo de abordagem experimental demanda um tempo de realização e adaptação superior a apresentada por outras abordagens experimentais (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2016). Esse tempo superior é principalmente devido às discussões realizadas no decorrer das aulas, as quais são fundamentais para responder a problemática elaborada e propor hipóteses para a resolução da referida questão. Esse fato está intimamente ligado à outra categoria apresentada após AC, dificuldades em propor hipóteses, visto que os discentes não estão acostumados a propor possíveis alternativas para resolução da problemática promovida pelo experimento. Acredita-se que essa constatação se deve principalmente ao público alvo dessa pesquisa, alunos de um curso profissionalizante de nível médio, que normalmente recebem um roteiro experimental finalizado e somente o reproduzem, muita das

vezes, sem que as hipóteses e conclusões necessárias na experimentação investigativa sejam discutidas. Outras categorias também apresentadas após a AC foram: manuseio de reagentes tóxicos, necessidade de maior organização do docente para conciliar teoria e prática e realização de relatórios após as aulas práticas (Quadro 7).

Em seguida os discentes foram questionados “se as aulas fossem ministradas majoritariamente de forma teórica a compreensão dos conteúdos que eles obtiveram seria modificada”. Para esse questionamento quase todos os alunos responderam que sim (91,8%), alguns deles destacaram que a parte prática tornou o aprendizado mais dinâmico, o que possibilitou um melhor entendimento dos conteúdos ministrados durante a disciplina. Corroborando com esse fato, a pesquisa de Souza et al (2013) constatou que não há como trabalhar algumas disciplinas sem as aulas práticas como recurso pedagógico, assim como foi verificado nesse trabalho. Após a AC dessa questão contatou-se que 50,0% das USs recortadas das respostas dos discentes para essa questão indicaram que o aprendizado dos discentes seria insuficiente se a experimentação não fosse utilizada como recurso pedagógico. Além disso, a experimentação possibilitou que os discentes tivessem uma visão diferenciada sobre a disciplina, sendo um diferencial na formação profissional do discentes (Quadro 8).

Quadro 8 – Categorização das USs recortadas na Análise de Conteúdo das respostas apresentadas pelos discentes para a Questão 3 do Questionário de Opinião.

Questão 3) Se as aulas fossem ministradas majoritariamente de forma teórica, modificaria sua compreensão e entendimento sobre os conteúdos abordados de Cromatografia? Justifique sua resposta. () Sim [91,7 % dos alunos] () Não [0,0 % dos alunos] () Prefiro não opinar [8,3 % dos alunos]		
Total de USs = 24		
Categorias	Exemplos de USs recortadas	Freq. (%)*
Somente a teoria é insuficiente para alcançar uma melhor compreensão	<ul style="list-style-type: none"> • “É possível compreender melhor como funciona qualquer coisa na prática” (Aluno D). • “Nem todos conseguem compreender perfeitamente só com teoria. A prática me ajudou muito” (Aluno E). • “Muitas das aulas eu só compreendi com a prática” (Aluno X). 	50,0
A experimentação possibilitou uma ampliação da visão do educando	<ul style="list-style-type: none"> • “O conhecimento teórico é muito importante, mas quando este é unido ao conhecimento prático, abre-se um leque muito maior” (Aluno I). • “As aulas práticas são muito importantes para entendermos melhor o que estamos estudando, se fosse só teoria não teríamos essa visão” (Aluno T). • “Eu teria uma visão incompleta da matéria” (Aluno W). 	16,7
Conhecer somente a teoria não é suficiente para formação profissional	<ul style="list-style-type: none"> • “O contato direto com a prática e os equipamentos é um diferencial, eu conhecia sobre os equipamentos e técnicas, mas não o suficiente” (Aluno A). • “O aprendizado não seria completo, o aluno não saberia se conseguiria realizar o conteúdo na prática em sua vida profissional” (Aluno M). • “Misturar aulas práticas com teorias acho importante para formação profissional”. (Aluno O). 	16,7
Somente teoria diminuiria atração do aluno pela disciplina	<ul style="list-style-type: none"> • “Não gostaria tanto da matéria” (Aluno V). • “Assim as aulas ficariam um pouco maçantes” (Aluno N). 	8,3
Não apresentou justificativa	-	8,3

*Freq. (Frequência de repetição) = número de USs da categoria/número total de USs para a questão analisada.

Fonte: Elaboração Própria

4 CONCLUSÕES

Por meio deste trabalho foi possível reestruturar a disciplina de Cromatografia de um curso Técnico profissionalizante em Química de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Sendo possível tornar a disciplina majoritariamente experimental, de modo que a teoria e a prática estivessem atreladas de forma investigativa, uma servindo de base para a outra. Além disto, o presente trabalho possibilitou comparar os resultados obtidos por um Questionário Diagnóstico antes e após a reestruturação, sendo possível verificar indícios de uma aprendizagem gradual durante a realização das atividades práticas na disciplina de Cromatografia do referido curso. Esses dados, somados aos rendimentos acadêmicos das turmas antes e após a reestruturação, indicaram que os alunos que cursaram a disciplina majoritariamente teórica apresentaram indícios de aprendizagem mecânica, visto que eles simplesmente memorizaram os conteúdos às vésperas das avaliações somativas para alcançar um rendimento acadêmico satisfatório. Em contrapartida, antes da semana avaliativa os alunos que obtiveram a disciplina majoritariamente experimental apresentaram um rendimento no Questionário Diagnóstico estatisticamente superior aos discentes que tiveram a disciplina majoritariamente teórica.

Na análise do Questionário de Opinião verificou-se que a maioria dos discentes vê a inserção de experimentos como um ponto positivo e essencial nas aulas dos cursos técnicos profissionalizantes, seja para completar o aprendizado e desvendar assuntos que a teoria não consegue explicar sozinha, ou para formar profissionais capacitados para o mercado de trabalho.

Portanto, com todos os resultados encontrados, é possível constatar que os objetivos estabelecidos nesse trabalho foram alcançados e que, a inserção de estratégias pedagógicas como as aulas experimentais investigativas grau 1, quando usadas de maneira correta e articulada à teoria, é um meio essencial e fundamental para o aumento do nível de ensino e aprendizagem dos alunos e para minimizar as raízes tecnicistas durante as aulas de cursos profissionalizantes de nível médio.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausubel, D. P.; Novak, J. D & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. 2ª ed. Holt, Rinehart & Winston.

Ausubel, D. P.; Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Ausubel, D. P. (2002). *Aquisição e retenção de conhecimento: Uma perspectiva cognitiva*. 1ª ed. Lisboa: Paralelo Editora.

Aranha, M. L. A. (1996). *Filosofia da Educação*. São Paulo: Moderna.

Azevedo, A. J.; Bonadiman, C.; Gutierrez, I. R. M. & Souza, A. A. (2013). A influência da Pedagogia Tecnicista na Prática Docente de uma Escola de Educação Básica. *Revista Científica Eletrônica de Pedagogia*, Acesso em 01 ago., 2020, http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/zYtDts3VvFm5DcG_2013-7-10-17-59-12.pdf

- Barbosa, T. P. & Diniz-Neto, H. (2013). Preparação de Derivados do Lapachol em meio ácido e em meio básico: Uma proposta de Experimentos para a Disciplina de Química Orgânica Experimental. *Química Nova*, 36(2), 331-334.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bergamaschi, M. A & Medeiros, J. S. (2010). História, memória e tradição na educação escolar indígena: o caso de uma escola Kaingang. *Revista Brasileira de História*, 30(60), 53-73.
- Bollela, V. R.; Senger, M. H.; Tourinho, F. S. V. & Amaral, E. (2014). Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. *Medicina (Ribeirão Preto)*. Acesso em 26 dez., 2019, http://revista.fmrp.usp.br/2014/vol47n3/7_Aprendizagem-baseada-em-equipes-da-teoria-a-pratica.pdf.
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.
- Braathen, P. C. (2012). Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa no Processo de Ensino-Aprendizagem de Química. *Revista Eixo*, v. 1(1), 74-86.
- Brasil. Lei n.º 5.540, de 28 de Novembro de 1968. Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências.
- Brasil. Lei n.º 5.5692, de 11 de Agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências.
- Brasil. Lei n.º 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996.
- Bryman, A. (2007). Barriers to Integrating Quantitative and Qualitative Research. *Journal of Mixed Methods Research*. 1(1), 8-22.
- Câmara, R. H. (2013). Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. *Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia*, 6(2), 179-191.
- Camargo, D. A. F. (1995). Avaliação do rendimento escolar: estudos e concepção. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 8-9, 53-62
- Carneti, L. A. B. & Napp, C. (2013). *Relação Teoria e Prática no Curso Técnico em Agropecuária do IFRS – Campus Sertão*. In: Seminário Regional e Fórum de Educação do Campo I Seminário Regional de Educação do Campo, Santa Maria: 2005. Atas... Santa Maria: Cidade Universitária, p. 1-14.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC*, 18(3), 765–794.
- Cavazos, J. R. (2013). Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Presencia Universitaria*, 3(5), 36-45.
- Collins, C. H.; Braga, G. L. & Bonato, P. S. (1993). *Introdução a Métodos Cromatográficos*. 5ª ed. Campinas: Editora da Unicamp.
- Filipaki, A. A. & Costa, C. R. F. (2010). A Transição entre O Modelo tecnicista e o modelo humanista, consideradas práticas educativas em escola profissionalizante. *O Professor PDE e os Desafios da Escola Pública Paranaense*. Acesso em 26 dez., 2019,

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_unicentro_dtec_artigo_alceu_antonio_filipaki.pdf.

Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3ª. ed. Porto Alegre: Artemed.

Freire, P. (2002). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 21ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (1999). *Educação como prática da liberdade*. 23ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freitas, L. C. H. (2007). A (nova) política de formação de professores: A prioridade Postergada. *Educação & Sociedade*, 28(100), 1203-1230.

Freitas, A. L. C. & Freitas L. A. A. A. (2018). Construção do Conhecimento a partir da Realidade do Educando. *Revista online de Política e Gestão Educacional*, 22(1), 365-380.

Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5ª. ed. São Paulo: Atlas.

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), 198-202.

Harris, C. D. (2012). *Análise Química Quantitativa*. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC.

Heidemann, L. A; Araujo, I. S. & Veit, E. A. (2016). Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(1), 1504-1515.

Herron, M. (1971). The nature of scientific inquiry. *School Review*, 79, 171- 212.

Januário, P. C. S.; Oliveira, A. L. & Garcia, A. B. (2012). Tendência tecnicista como continuidade da tendência tradicional na Educação Física brasileira. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Acesso em 01 ago., 2020, <https://www.efdeportes.com/efd167/tendencia-tecnicista-como-continuidade-da-tradicional.htm>

Laburú, C. E.; Barros, M. A.; Kanbach, B. G. (2007). A Relação com o Saber Profissional do Professor de Física e o Fracasso da Implementação de Atividades Experimentais no Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(3), 305-320.

Ligiero, C. B. P.; Reis, L. A.; Parrilha, G. L.; Baptista-Filho, M. & Canela, M. C. (2009). Comparação entre métodos de Quantificação em Cromatografia Gasosa: Um experimento para cursos de Química. *Química Nova*, 32(5), 1338-1341.

Lima, P. G. (2014). Uma leitura sobre Paulo Freire em três eixos articulados: o homem, a educação e uma janela para o mundo. *Pro-Posições*, 25(3), 63-81.

Lobato, A., C. (2007). A abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica. Monografia de especialização. Belo Horizonte, CECIERJ.

Luckesi, C. C. (2003). *Filosofia da Educação*. São Paulo: Cortez.

Machado, P. F. L. & Mól, G. S. (2008). Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: o que fazer? *Química Nova na Escola*, 29, 38-41.

Manfredi, S. M. (2002). *Educação profissional no Brasil*. São Paulo: Cortez.

- Melo, C. C.; Oliveira, R. C. B. & Souza, A. N. (2019). Utilização de experimentação como aporte em atividades problematizadoras para a significação de conceitos químicos no Ensino Básico. *Debates em Educação*, 11(24), 84-105.
- Menezes, M. G. & Santiago, M. E. (2014). Contribuição do pensamento de Paulo Freire para o paradigma curricular crítico-emancipatório. *Pro-Posições*, 25(3), 45-62.
- Minayo, M. C. S. (1997). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 7ª. ed. Petrópolis: Vozes.
- Moraes, J. U. P. & Silva-Junior, R. S. (2015). Experimentos didáticos no Ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(2), 25041-25045.
- Moreira, M. A. (1995). *Teorias de Aprendizagens*. São Paulo: EPU.
- Moreira, M. A. (2011). Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1(3), 25-46, 2011.
- Oliveira, J. R. S. (2010). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, 12(1), 139-153.
- Pagel, U. R.; Campos, L. M. Betitucci, M. C. P. (2015). Metodologias e Práticas Docentes: Uma Reflexão Acerca da Contribuição das Aulas Práticas no Processo de Aprendizagem de Biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 10(2), 14-25.
- Pelizzari, A.; Kriegl, M. L.; Baron, M. P.; Finck, N. T. L. & Dorocinski, S. I. (2012). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *PEC - Psicologia Educação e Cultura*, 2(1), 37-42.
- Pivatto, W. (2013). Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sal de aula. *Itinerarius Reflectionis: Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia do Campus Jataí - UFG*, 2 (15), 1-20.
- Provão Brasil (2000). Química – Prova 1. MEC (Ministério da Educação, Brasil). Acesso em 26 dez., 2019, https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/quimicca_prova1.pdf.
- Rebello, F.A.S. (2007). *Importância da experiência prática no ensino de graduação*. 1ª ed. Santarém: Editora Tapajós.
- Ribeiro, N. M. & Nunes, C. R. (2008). Análise de Pigmentos de Pimentões por Cromatografia em Papel. *Química Nova na Escola*, 29, 34-37.
- Sales, A. J. (2020). A escola através dos tempos. *Brasil Escola*. Acesso em 01 ago., 2020, <https://meuartigo.brasescola.uol.com.br/educacao/a-escola-atraves-dos-tempos.htm>
- Saviani, D. (1999). *Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política*. 32ª ed. São Paulo: Cortez.
- Schneider, M.E.; Fujii, A. R. & Corazza, J. M. (2017). Pesquisas Quali-Quantitativas: Contribuições Para a Pesquisa Em Ensino De Ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*. 5 (9), 569-584.
- Seré, M. G.; Coelho, S. M. & Nunes, A. D. (2003). O papel da experimentação no ensino de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 30-42.

Silva, E.L. (2007). *Contextualização no Ensino De Química: Ideias e Proposições De um Grupo de Professores*. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Instituto de Química. Depto. Química Fundamental.

Souza, F. L.; Akahoshi, L. H.; Marcondes, M. E. R. & Carmo, M. P. (2013). Atividades experimentais investigativas no ensino de química. *CETEC Capacitações*. Acesso em 26 dez., 2019, http://www.cpsctec.com.br/cpsctec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf

Tamir, P. (1991). *Practical work at school: An analysis of current practice*. In: Woolnough, B. (ed). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press.

Vieira, B. C. R.; Lorenzoni, L. S.; Gobbo, S. D. A. A.; Brechiani, M. C. M. & Souza, M. H. A Importância da Experimentação em Ciências para a Construção do Conhecimento no Ensino Fundamental. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16), 2276-2285.

Vygotsky, L.S. (1991). *A formação social da mente*. 4^a. ed. São Paulo: Martins Fontes.