



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

GLAUBER OLIVEIRA BENJAMIM

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SOLUÇÕES AQUOSAS: UMA
ABORDAGEM EXPERIMENTAL E INTERDISCIPLINAR COMO
FERRAMENTA IMPULSIONADORA DA APRENDIZAGEM NO ENSINO
MÉDIO

FORTALEZA

2019

GLAUBER OLIVEIRA BENJAMIM

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SOLUÇÕES AQUOSAS: UMA ABORDAGEM
EXPERIMENTAL E INTERDISCIPLINAR COMO FERRAMENTA IMPULSIONADORA
DA APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Pós-Graduação Strictu Sensu, Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B416a Benjamim, Glauber Oliveira.

Análises físico-químicas de soluções aquosas : Uma abordagem experimental e interdisciplinar como ferramenta impulsionadora da aprendizagem no ensino médio / Glauber Oliveira Benjamim. – 2019.

93 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Maria Mozarina Beserra Almeida.

1. Soluções. 2. Perspectiva Interdisciplinar. 3. Experimentação. I. Título.

CDD 372

GLAUBER OLIVEIRA BENJAMIM

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SOLUÇÕES AQUOSAS: UMA ABORDAGEM
EXPERIMENTAL E INTERDISCIPLINAR COMO FERRAMENTA IMPULSIONADORA
DA APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Ciências e Matemática.

Aprovada em ____ / ____ / _____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra Pablyana Leila Rodrigues da Cunha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

À minha mãe, Joana Batista, que sempre me incentivou aos estudos e foi meu maior exemplo na educação. À minha esposa Fábria Aguiar e meus filhos Yanna, Lunna e Pierre, que me dão o suporte necessário para ir cada vez mais além e são minha maior inspiração.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pai (José Benjamim), mãe (Joana Batista), irmãos (Ana Gleicy, Gleidson Mário e Marcos Glauderson) e minha querida avó (Maria Socorro), que desde sempre acompanharam minha caminhada, incentivaram e me apoiaram nos momentos mais difíceis.

À minha esposa, Fábiana Aguiar, que comunga dos meus sonhos e está ao meu lado incondicionalmente, assim como meus filhos Yanna, Lunna e Pierre, que são minha maior inspiração e razão pela qual busco incansavelmente ser alguém melhor.

À minha orientadora, prof. Dra. Maria Mozarina B. Almeida, pelo carinho e dedicação com qual tratou minha orientação e pela contribuição valorosa em minha estadia na pós-graduação.

Aos amigos, Assis Parente, pelo apoio e encorajamento oferecido em todos os meus desafios; e Eduardo Gabriel (*in memoriam*) pela amizade e convívio que me renderam aprendizagens e belas lembranças.

Aos meus professores da Graduação, em especial Walber Henrique e Helder Rodrigues, pelos ensinamentos e oportunidade dada a mim na área da pesquisa, que me fez crescer muito profissionalmente.

Aos colegas de Mestrado, Valéria Melo e Ronielle Patrício, pelo companheirismo dentro e fora de sala de aula nesses longos anos de viagens.

A todos os professores da rede estadual que contribuíram com seus relatos de experiências, que me forneceu dados bastante interessantes para esta pesquisa.

À 6ª COORDENADORIA REGIONAL DA EDUCAÇÃO, que oportunizou uma das etapas deste projeto na ocasião do Ceará Científico – Etapa Regional de Sobral.

À EEEP Francisco das Chagas Vasconcelos, que subsidiou estrutura física e humana para que essa empreitada fosse possível.

Às minhas colegas de trabalho, Professora Gláucia Mota e Professora Vanessa Serafim, pela amizade e incentivo prestados na minha carreira profissional e acadêmica.

Aos alunos do Curso de Agroindústria da referida escola, que participaram voluntariamente de todo o processo de avaliação e intervenção propostos, permitindo a efetivação deste processo.

“A ideia básica do chamado enfoque construtivista é que aprender e ensinar, longe de serem meros processos de repetição e acumulação de conhecimentos, implicam transformar a mente de quem aprende, que deve reconstruir em nível pessoal os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles.” (POZO; GÓMES CRESPO, 2009, pág. 20)

RESUMO

Dentro da proposta curricular do Ensino de Química, o segundo ano do Ensino Médio se caracteriza como um dos mais desafiadores, pelo fato de dispor de conceitos muitas vezes tidos como abstratos, especificamente no conteúdo de soluções, além de necessitar da transferência de habilidades que exigem a realização de cálculos e análises de gráficos. Assim, a presente pesquisa visou averiguar o impacto da aplicação de técnicas de Físico-Química (refratometria, picnometria, condutimetria e fotolorimetria) adaptadas ao ensino do conteúdo de soluções, de maneira a propiciar uma melhor compreensão nos alunos, baseada na ação-reflexão e a aplicação prática dos conceitos em aulas experimentais. Utilizou-se uma classe de 36 alunos de segundo ano, onde metade dela serviu de turma controle e a outra vivenciou o conteúdo dentro das abordagens apresentadas. No primeiro momento, foi realizada com os discentes uma avaliação diagnóstica que serviu para observar e considerar o que os alunos já possuíam de bagagem, possibilitando dividi-los em 2 grupos semelhantes. O direcionamento dos trabalhos aconteceu através de uma abordagem amparada no livro didático, para a turma controle, durante 4 aulas, ao passo em que a turma experimental (pesquisada) vivenciou o conteúdo de forma prática, com atividades experimentais, questionamentos e análises de dados. Como resultado, constatou-se que as práticas físico-químicas promoveram uma maior assimilação de conceitos químicos, tais como solução, soluto e solvente, grandezas físicas como concentração, densidade e título, além de impulsionar a aprendizagem do conteúdo de equação da reta e seus gráficos, dentro da abordagem interdisciplinar, verificados através do questionário final aplicado para a turma pesquisada. Conclui-se que as técnicas de refratometria e picnometria, quando aliadas, favorecem substancialmente o aprendizado e domínio de conceitos e procedimentos pertinentes ao estudo e preparação de soluções, tal como as grandezas envolvidas. Por outro lado, a abordagem da equação da reta através da condutimetria e fotolorimetria impulsionam uma aprendizagem contextualizada e interdisciplinar para o ensino de Funções do 1º Grau, ao mesmo tempo em que também contribui para a assimilação dos conceitos químicos, uma vez que dinamizam, estimulam e motivam os discentes.

Palavras-chave: Soluções. Perspectiva Interdisciplinar. Experimentação

ABSTRACT

Within the curricular proposal of the Teaching of Chemistry, the second year of High School is characterized as one of the most challenging, because it has concepts often considered as abstract, specifically in the content of solutions, besides requiring the transfer of skills that require the performance of calculations and analysis of graphs. Thus, the present research aimed to investigate the impact of the application of Physics-Chemistry techniques (refractometry, pycnometry, conductimetry and photocolorimetry) adapted to the teaching of content of solutions, in order to provide a better understanding in the students, based on the action-reflection and the practical application of the concepts in experimental classes. A class of 36 second-year students was used, where half of it served as a control group and the other experienced the content within the approaches presented. At the first moment, a diagnostic evaluation was performed with the students, which served to observe and consider what the students already possessed of luggage, making it possible to divide them into 2 similar groups. The focus of the work was based on a textbook approach, for the control group, during 4 classes, while the experimental group (researched) experienced the content in a practical way, with experimental activities, questioning and data analysis. As a result, it was verified that the physicochemical practices promoted a greater assimilation of chemical concepts, such as solution, solute and solvent, physical quantities such as concentration, density and titre, in addition to stimulating the learning of equation content of the line and its graphs, within the interdisciplinary approach, verified through the final questionnaire applied to the researched class. It is concluded that the techniques of refractometry and pycnometry, when allied, favor substantially the learning and mastery of concepts and procedures pertinent to the study and preparation of solutions, such as the quantities involved. On the other hand, the approach of the equation of the line through the conductimetry and photocolorimetry impel a contextualized and interdisciplinary learning for the teaching of Functions of the 1st Degree, at the same time that also contributes to the assimilation of the chemical concepts, since they dynamize, stimulate and motivate students.

Keywords: Solutions. Interdisciplinary Perspective. Experimentation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Refratômetro Portátil.....	34
Figura 2 –	Escala de refratômetro analógico.....	35
Figura 3 –	Picnômetro.....	36
Figura 4 –	Medidor de condutividade portátil LUTRON, modelo CD-4303.....	38
Figura 5 –	Fotocolorímetro de bancada Modelo ML-2002.....	39
Figura 6 –	Proficiência em Matemática da EEEP Francisco das Chagas Vasconcelos em 2017 no SPAECE.....	51
Figura 7 –	Resposta de um dos alunos para a questão 08.....	62
Figura 8 –	Preparação de soluções para análises.....	63
Figura 9 –	Sobreposição de uma alíquota na lente do refratômetro.....	64
Figura 10 –	Condutância observada nas 4 soluções do experimento.....	66
Figura 11 –	Interpretação dos dados experimentais com o software Origin.....	67
Figura 12 –	Fotocolorimetria das soluções do experimento.....	68
Figura 13 –	Análise de dados do fotocolorímetro no Software Origin.....	69
Figura 14 –	Prática de fotocolorimetria.....	69
Figura 15 –	Resposta de um aluno da turma A para a questão 05.....	73
Figura 16 –	Resposta de um aluno da turma A para a questão 06.....	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Decomposição de uma reação de ordem zero.....	26
Gráfico 2 –	Log natural da concentração de propano em função do tempo...	27
Gráfico 3 –	Inverso da concentração de $[\text{NO}_2]$ em função do tempo para uma reação de ordem 2.....	29
Gráfico 4 –	Variação da pressão de vapor em função da fração molar de solvente.....	31
Gráfico 5 –	Sobre a satisfação e envolvimento dos professores com o conteúdo.....	56
Gráfico 6 –	Nota atribuída ao grau de satisfação do docente pesquisado com o conteúdo por ele ministrado.....	57
Gráfico 7 –	Perfil de respostas da questão 04 – Cálculo da massa de soluto a partir da densidade de uma solução.....	59
Gráfico 8 –	Nível de acertos para a questão 08 – Preparação de Soluções...	61
Gráfico 9 –	Energia x Concentração para soluções proposta na questão 05..	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Densidade da água em diferentes temperaturas.....	37
Tabela 2 –	Cronograma de aulas para a Turma A.....	48
Tabela 3 –	Cronograma de aulas para a Turma B.....	49
Tabela 4 –	Consolidado da disciplina de matemática em 2017 para as 4 turmas.....	52
Tabela 5 –	Causas de dificuldades de aprendizagem em ordem de impacto, segundo a visão dos docentes pesquisados.....	54
Tabela 6 –	Habilidades consideradas mais difíceis da aprendizagem, segundo a visão dos docentes pesquisados.....	55
Tabela 7 –	Percentual de acertos para cada habilidade explorada na questão 08.....	60
Tabela 8 –	Percentual de acertos por turma/habilidade contempladas na questão 03.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEB	Conselho de Educação Básica
CREDE	Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação
CN	Ciências da Natureza
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
SEDUC	Secretaria de Educação do Estado
SIGE	Sistema Integrado de Gestão Escolar
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação Educacional do Estado do Ceará
OCNEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1	A interdisciplinaridade, ontem e hoje.....	19
2.1.1	<i>Um breve histórico.....</i>	19
2.1.2	<i>Conceitos e ideias pertinentes.....</i>	20
2.1.3	<i>A interdisciplinaridade nos documentos oficiais da Legislação Educacional Brasileira.....</i>	21
2.2	Interdisciplinaridade: A Matemática no Ensino de Química.....	23
2.2.1	<i>Velocidade de uma reação de ordem zero e a reta.....</i>	26
2.2.2	<i>Equação da reta e a velocidade de reação de primeira ordem.....</i>	27
2.2.3	<i>A reta implícita na taxa de desenvolvimento de uma reação de segunda ordem.....</i>	28
2.2.4	<i>Equação de Arrhenius como função do primeiro grau.....</i>	29
2.2.5	<i>A equação da reta no cálculo de pressão de vapor.....</i>	30
2.3	A Físico-Química no Ensino Médio.....	31
2.3.1	<i>Concentração de Soluções: Medidas e Preparações.....</i>	32
2.3.2	<i>Algumas Técnicas Físico-Químicas para análises de Soluções.....</i>	33
2.4	O caráter experimental da Química e a Formação de Professores.....	41
3	METODOLOGIA.....	44
3.1	Caracterização da Pesquisa.....	44
3.2	Reconhecimento dos Sujeitos e Etapas da Pesquisa.....	45
3.3	Da Instituição e do corpo discente.....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1	Do Ensino de Soluções ministrado na Região.....	53
4.2	Da Avaliação Diagnóstica.....	57
4.3	Conceitos, definições e operações básicas.....	63
4.3.1	Refratometria e Picnometria.....	64
4.3.2	Conductimetria e Fotocolorimetria.....	66

4.4	Dos Impactos da pesquisa na aprendizagem.....	70
5	DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	76
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO AOS DOCENTES PARA INVESTIGAR O PERFIL DO ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO.....	85
	APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA SOBRE AS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS DISCENTES REFERENTES AO TEMA SOLUÇÕES, ESTUDADOS EM FÍSICO-QUÍMICA.....	88
	APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DE IMPACTO DE APRENDIZAGEM....	91
	APÊNDICE D – AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA.....	93

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a abstração do ensino de Ciências tem sido um grande problema no que se refere ao grau de compreensão adquirido pelos alunos do ensino médio, ao término de determinados conteúdos curriculares. A tentativa de garantir resultados satisfatórios muitas vezes se transforma num grande desafio para o professor, dados a existência de diversos outros fatores extraescolares, comumente conhecidos, que limitam a eficiência do processo ensino-aprendizagem, em uma aula expositiva. Estes fatores estão relacionados, em muitos dos casos, à baixa habilidade trazida por esses alunos, oriunda de um ensino fundamental ineficaz, ou ainda, são construídos de forma contínua ao logo das séries finais da educação básica, fruto de um processo pedagógico desconexo, arcaico e, como dito no início, abstrato.

Nesse contexto, é notória a crescente busca por estratégias didáticas que diminuam a distância entre o discente e o conhecimento, ou ainda, num cenário mais otimista, métodos que tentem contornar a baixa proficiência adquirida ao longo dos anos de vida estudantil, a tempo de tornar os sujeitos prontos e aptos para aprender as novas habilidades que lhes são esperadas naquela fase acadêmica. Jiménez e Sanmartí (1997, *apud* POZO; CRESPO, 2009), estabelecem o desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas como uma das metas ou finalidades para a educação científica no período do ensino médio.

Os métodos ou estratégias de ensino referem-se ao conjunto de ações didáticas que consigam dinamizar, dar essência e significado aos conteúdos previstos nas propostas curriculares. Dessa forma, o conteúdo, antes encontrado na lousa e nas folhas do caderno, torna-se concreto e, agora, palpável (SANTOS; et al 2016). Para tais resultados, é necessário, em cada caso, o envolvimento recíproco dos sujeitos envolvidos, cujas ações podem ser direcionadas por uma problemática contextualizada, ou um fim cujo significado tenha uma interpretação acessível e dedutiva.

Tal perspectiva traz também como positiva a ideia do ensino não-dogmático e contínuo, já defendido pela atual LDB, ao afirmar que a ciência deve ser compreendida como um processo em construção. Da mesma forma, conforme Pozo e Gomes Crespo (2009, p. 21) salientam que

[...] Pelo contrário, a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo.

Juntamente com estas e outras premissas, a busca de uma aprendizagem satisfatória, através da contextualização é outra grande estratégia a ser inserida dentro do fazer experimental, para que se chegue a resultados interessantes, principalmente no que diz respeito às práticas quantitativas, onde a matemática está muito inserida na coleta e interpretação de dados através de gráficos ou tabelas.

É muito interessante que alunos consigam utilizar com facilidade uma linguagem matemática, mas que na maioria dos casos não tenham a iniciativa de transferir e utilizar adequadamente estas habilidades para outros contextos, por não entender que aquela linguagem é a expressão de um fenômeno da natureza, podendo então, ser utilizada em várias situações semelhantes. Neste quesito, esta pesquisa visou possibilitar e impulsionar esta forma de abordagem experimental, utilizando a linguagem matemática existente na interpretação de fenômenos físicos e químicos, para se chegar à construção do conhecimento como um só, tornando o aluno um sujeito cada vez mais ativo, investigador e autossuficiente na tomada de decisão.

Considerando como princípio básico a construção do conhecimento, a partir de novas metodologias de ensino que impulsionem e dinamizem o processo de aprendizagem, esta pesquisa também apresentou a proposta de adaptar experimentos de Físico-Química para facilitar o ensino do tema Soluções, dando aos discentes mais autonomia e independência investigativa. Para isso, as atividades foram alicerçadas a partir de algumas reflexões a partir das vivências descritas por diversos professores de química, contidas no questionário respondido, quanto ao que se tem feito para dinamizar as aulas de físico química, contextualizar especificamente o ensino de soluções, quanto ao conhecimento e prática de experimentos relacionados, além de focar na execução das atividades aqui propostas com a perspectiva de tornar os discentes mais investigativos, sem se ater ao livro didático, como aliar a matemática ao ensino de Química, sem cair na armadilha do ensino por fórmulas ou memorizações e como considerar os conhecimentos prévios para consolidar conceitos e operações.

Partiu-se do princípio de que, há várias práticas para a assimilação de conceitos químicos mais eficazes que a aula meramente expositiva, baseadas na investigação. Neste sentido, ressalta-se ainda a necessidade da realização de experimentos além do fim demonstrativo e comprobatório. Acreditar-se que uma boa mediação pode trazer resultados exponencialmente mais exitosos, que além de necessário, é possível explorar o cálculo por trás dos fenômenos químicos e propriedades das substâncias, de maneira complementar, sem o tradicionalismo histórico do ensino da matemática.

Observou-se que há equívocos no entendimento por trás dos conceitos químicos de densidade, concentração e título, no que se refere às concepções que os estudantes trazem consigo, além na distinção de outros conceitos inerentes ao assunto de soluções, como dissolução e diluição. Averiguar que concepções são estas pode ajudar muito ao professor a elaborar um bom planejamento de ações para de fato, consolidar estes conceitos e suas aplicações práticas.

Por fim, este projeto pautou-se na busca por novas perspectivas para o Ensino de Química do tema Soluções, conteúdo previsto para quase todo o segundo ano do ensino médio, através de práticas experimentais bem direcionadas e complementares entre si.

Assim, o objetivo geral desse trabalho foi investigar a influência de práticas experimentais utilizando linguagem matemática, como ferramenta pedagógica na aprendizagem de Físico-Química para o Ensino Médio, através de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

A presente pesquisa teve como objetivos específicos. promover nos educandos uma maior aprendizagem em Físico-Química no tema Soluções, ministrado na Segunda Série do Ensino Médio, através de práticas experimentais interdisciplinares. Buscou-se incentivar a capacidade investigativa dos alunos, seu poder de tomada de decisões a partir da utilização de situações problematizadas e auxiliar na aprendizagem do estudo de gráficos e funções, utilizando os conhecimentos de Matemática, implícitos em dados experimentais obtidos em laboratório, sendo, por fim, elaborado um material didático para educadores e estudantes, referente ao produto educacional desta pesquisa, contendo roteiros de suporte pedagógico para a condução de experimentos de Físico-Química, de maneira que qualquer docente consiga obter êxito ao segui-lo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Interdisciplinaridade, ontem e hoje

2.1.1 *Um breve histórico*

Com o objetivo de facilitar a interação entre disciplinas, afim de promover e consolidar a aprendizagem dos discentes, transformando assim, o conhecimento, a interdisciplinaridade foi inserida no âmbito educacional brasileiro após sua promulgação na Lei de Diretrizes e Bases Nº 5.692/71, frente ao que se pedia para as novas perspectivas de ensino. Concebida uma década antes, na Europa, o movimento pela interdisciplinaridade chegou ao Brasil, passando desde então por diferentes períodos, nos anos 70 a 90, de buscas por uma explicitação ideal e construção de uma epistemologia própria (FAZENDA, 1999).

No Brasil, considerado o primeiro autor de uma produção significativa sobre o tema, Japiuassu (1976) frisava que a resolução dos impasses metodológicos e suas “crises”, no contexto das ciências humanas, coincidia em parte, com os objetivos ao que se propunha o método interdisciplinar. Em sua obra, o autor abordou a interdisciplinaridade no sentido de apresentar as principais questões envolvidas e também os pressupostos fundamentais para sua metodologia.

Ainda quanto a origem dos estudos sobre interdisciplinaridade no Brasil e suas possíveis influências, Corrêa Fortes (2012, p. 07), explica que

Dentro do contexto histórico da interdisciplinaridade, pode-se verificar que no Brasil, o conceito de interdisciplinaridade, chegou, inicialmente, através do estudo da obra de Goerfes Gusdorf, posteriormente, de Piaget. O primeiro autor influenciou o pensamento Japiuassu no campo da epistemologia e Ivani Fazenda, no campo da educação.

Ainda reiterando a ideia da busca de um sentido e de seus pressupostos, Fazenda (2007, p.25), afirma que “Gusdorf dedicou-se durante anos à compreensão desses aspectos, onde seu sonho de vida consistia na realização de um projeto interdisciplinar em ciências humanas”.

Embora levando em conta uma abordagem epistemológica, podemos trazer para o campo da sala de aula a premissa na qual Japiuassu (1976) caracteriza como

sendo inerente de um fazer interdisciplinar, as intensas trocas e interações entre especialistas e disciplinas, dentro de um mesmo projeto de pesquisa.

2.1.2 Conceitos e ideias pertinentes

No que se refere ao conceito de interdisciplinaridade, é importante salientar suas variações, tanto de nome, como em significância, visto que ainda hoje é muito discutido e dependente de pontos de vistas e vivências (CORRÊA, 2012). No entanto, há a clareza de que seu conceito considera a trivialidade existente no diálogo permanente entre os conhecimentos, nos sentidos de questionamentos, confirmação ou complementos (BRASIL, 1999).

O diálogo assumido em sua composição permite a constante busca pelo conhecimento das relações de fronteiras entre as disciplinas, assim como presume a necessidade de transcendê-las, afim de que se construa um saber sólido, porém transitável, que permita a compreensão ou o desenvolvimento de habilidades e competências, além das esperadas isoladamente para cada disciplina, pois, conforme Fazenda (2013, p. 21,22)

Se definirmos interdisciplinaridade como junção de disciplina, cabe pensar currículo apenas na formatação de sua grade. Porém, se definirmos interdisciplinaridade como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento, cabe pensar aspectos que envolvem a cultura do lugar onde se formam professores...

O enfoque atitudinal como proposta pedagógica ancorada ao conceito de interdisciplinaridade já era apresentado por Georges Gusdorf, pois a atitude levaria à ação interdisciplinar. Japiassú (1976) afirmava que a transcendência a própria especialidade era uma imposição da experiência interdisciplinar, segundo Gusdorf, frisando haver limites durante a acolhida das atribuições.

Por fim, considerando a atitude em torno do fazer interdisciplinar, Fazenda (2002, p. 180) assume que

A interdisciplinaridade é uma nova atitude diante da questão do conhecimento, de abertura à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos, colocando-os em questão. (...) A interdisciplinaridade pauta-se numa ação em movimento. Pode-se perceber esse movimento em sua natureza ambígua, tendo como pressuposto a metamorfose, a incerteza.

2.1.3 A interdisciplinaridade nos documentos oficiais da legislação educacional brasileira

Conforme já mencionado, a interdisciplinaridade se fez presente, nas diretrizes nacionais, a partir da Lei de Diretrizes e Bases Nº 5.692/71, ganhando desde então, ênfase e espaço nos fazeres pedagógicos das salas de aula, sendo reforçada novamente com a LDB Nº 6.394/96 e com os PCNs.

A nova proposta, baseada em um novo perfil de currículo que contemplasse as competências básicas para a formação e inserção dos jovens na vida social, tinha então a premissa de dar um significado palpável ao ensino, antes desconexo, fragmentado, com vista ao acúmulo de informações. Com isso, o incentivo ao raciocínio e à capacidade de aprender foram reforçados através da contextualização e da interdisciplinaridade (BRASIL, 2000). Para impulsionar estas práticas, os PCNs reformularam o currículo através de áreas de conhecimento, objetivando o desenvolvimento de conteúdos e a facilitação da junção do conhecimento.

Para as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica, na concepção de currículo, temas significativos devem ser utilizados para enriquecer o conhecimento escolar, uma vez que suas formas de se relacionar com a realidade local da escola, seus problemas e fatos culturais relevantes, sejam compreendidos (BRASIL, 2010, p. 44). Moraes (2008, p. 20) ressalta que “contextualizar os currículos e integrá-los nas realidades em que as escolas se inserem, é derivá-los da cultura dos conhecimentos populares dos alunos”. Nas palavras de Coll (1996, p. 43)

[...entendemos o currículo como o projeto que preside as atividades educativas escolares, define suas intenções e proporciona guias de ação adequadas e úteis para os professores, que são diretamente responsáveis pela sua execução. Para isto, o currículo proporciona informações concretas sobre o que ensinar, quando ensinar, como ensinar e quando, como e o que avaliar.]

Ainda no artigo 6º da resolução do CEB nº 3, de 26 de junho de 1998, a interdisciplinaridade e a contextualização são citadas como uns dos princípios pedagógicos a serem adotados como estruturadores dos currículos no ensino médio (BRASIL, 2000). Novamente, no mesmo documento, é possível entender claramente os objetivos da interdisciplinaridade como ferramenta nesta reformulação curricular, quando é afirmado que

Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. (BRASIL, 2000, p. 21)

No artigo 8º da mesma legislação, a interdisciplinaridade é orientada na observância que as escolas devem ter presente, ao tratá-la, de maneira que podemos destacar, dos 5 itens citados posteriormente (BRASIL, 2000) que:

1. O princípio básico é de que todo conhecimento mantém diálogo constante com outros conhecimentos, nas suas diversas formas.
2. As disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, devem contribuir especificadamente para o estudo de problemas e desenvolvimento de projetos, de maneira a favorecer a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir nos objetivos que serão alcançados.
3. Disciplinas isoladas não esgotam a realidade dos fatos físicos e sociais, devendo, portanto, em conjunto, promover uma compreensão mais vasta da realidade, aos educandos.
4. Competências comuns devem ser estimuladas por diferentes disciplinas, buscando sempre a complementaridade, para que o desenvolvimento dos alunos, tanto intelectual, quanto social e afetivo, possam ser mais completos e integrados.
5. Deve ser característica do ensino escolar a ampliação da responsabilidade da instituição no processo de integração do conhecimento que constitua uma identidade, juntamente com competências e valores, que promovam o acesso ao mundo do trabalho e pleno exercício da cidadania pelo educando.

Especificamente, para a disciplina de Química, os PCNs (1999) sugerem ainda a aplicação do conhecimento químico, aliando o conhecimento da teoria com as práticas experimentais, como forma de inserir a interdisciplinaridade, conforme sugere o presente projeto. O domínio das tecnologias específicas e a preparação científica devem ser pilares para a formação do aluno como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho.

A vinculação da formação do educando ao mundo do trabalho também é enfatizada na LDB nº 9394/96, que também inclui a formação ética e reforça a autonomia intelectual como parte de seu desenvolvimento. Esta premissa leva ao

outro ponto no qual a interdisciplinaridade é tratada, no sentido de estabelecer a interconexão entre os conhecimentos, numa abordagem relacional, por meio da prática, através da complementaridade, convergência ou divergência (BRASIL, 1999).

Para Tavares (2011, apud LIMA e ALVES, 2016, p. 61), o mundo contemporâneo exige a interdisciplinaridade para o auxílio de problemas e questões pertinentes a sociedade atual, sendo, portanto, caminhada através do diálogo. Severino (2001, p. 138) afirma que ainda se debate interdisciplinaridade com enfoque puramente epistemológico.

Considerando o exercício da cidadania como uma finalidade da educação, a Química, como ciência natural, também pode e deve contribuir para este fim, através do seu ensino, tendo igual compromisso quanto outras disciplinas.

2.2 Interdisciplinaridade: a Matemática no Ensino de Química

Frequentemente fala-se que o ensino atual não deve remeter às antigas abordagens conteudistas, que tratava da mera decoração de fórmulas e memorização de conceitos, com objetos e avaliação desconexos à realidade e que, portanto, não aferia uma real aprendizagem. A forma com que este ensino pode ser conduzido é tão crucial quanto à eventual metodologia diferencial adotada, para a consolidação do saber. Assim é, quando, por exemplo, tentamos contextualizar um assunto abordando uma problemática, mas acabamos por cair no conto do tradicionalismo.

Fórmulas são artifícios matemáticos, onde grandezas guardam entre si uma relação, explicada e visualizada através de observações e fenômenos vivenciados nos mais diversos campos do conhecimento. Através de uma fórmula, é possível aferir a medida de uma grandeza, utilizando os valores então conhecidos, em função desta, em particular.

O que muitas vezes se percebe é que, falta aos discentes o esclarecimento de que estas equações não são simplesmente numéricas. Elas guardam entre si, razões e proporções que justificam, determinam e até preveem fatos e transformações pertinentes à ciência. É nessa perspectiva que a interdisciplinaridade é recomendada para articular o conhecimento com o de outras áreas, através do enfrentamento de situações-problema (Brasil, 1999). Quimentão e Milaré (2015) salientam que a mesma auxilia para a saída do ensino pela memorização, o qual não contribui para o estímulo à interpretação, análise e aplicação, com foco apenas nas avaliações internas.

Não menos importante e, nem mais compreendido, o entendimento das informações contidas, e a manipulação de gráficos para a obtenção de dados, é outro grande entrave que necessita cada vez mais de didática e de novas metodologias. Nele, variáveis dependentes e independentes são representadas segundo uma função, de onde se espera que o aluno seja capaz de extrair informações explícitas e implícitas no plano cartesiano.

Sierpinska (1992) já classificava como difícil o entendimento do conceito de gráfico. Estratégias para a melhoria do seu entendimento são encontradas em trabalhos como de Barufi e Lauro (2001), em que gráficos são estudados a partir de computadores, para uma maior compreensão das equações e funções envolvidas. Gráficos prontos, como os disponibilizados em exercícios nos vários livros didáticos, costumam levar um certo tempo para compreensão e apropriação do leitor. Todavia, o envolvimento do aluno, não apenas na análise, mas na construção desses gráficos, possibilitaria uma melhor compreensão da sua essência e finalidade da aplicação.

Sobre a construção do conhecimento e a aplicação da química no cotidiano, Saraiva, et al (2017, p. 195) salienta que

Assim, o Ensino de Química necessita abrir portas e cruzar fronteiras para não mais privilegiar apenas a memorização, mas sim, adoção de conhecimentos e representações que estabeleçam um elo entre o seu contexto e sua finalidade. Nesse aspecto, os professores de Química são desafiados a buscar melhorias na condução de suas práticas pedagógicas com intuito de estabelecer significado para consolidação do conteúdo explorado.

Pensando assim, torna-se necessário romper as abstrações que cercam o ensino destas interpretações, deixando claro que não se trata apenas de utilizar adequadamente princípios e regras matemáticas, mas sim, de averiguar, comprovar, ou determinar valores que encontram significado implícito naquilo em que se está investigando.

A capacidade para aprender deve ser uma das premissas esperadas na elaboração do currículo, estando diretamente ligados, conforme salientam Pozo e Crespo (2009, p. 29)

Assim, 'aprender a aprender' constitui uma das demandas essenciais que o sistema educacional deve satisfazer, como apontam diversos estudos sobre as necessidades educacionais no próximo século. O currículo de ciências é uma das vias por meio das quais os alunos devem aprender a aprender, adquirir estratégias e capacidades que permitam transformar, reelaborar e, em resumo, reconstruir os conhecimentos que recebem.

Para uma melhor contextualização da necessidade de transferências de habilidades matemáticas para outras áreas de conhecimento, em especial à Química, é possível ir além de uma análise dos conteúdos em si, que exigem domínio de tais métodos de forma direta. Propõe-se que o uso destas habilidades possa ser utilizado como alternativas de se compreender e solucionar problemas. É necessário para tal, que os discentes compreendam a grandeza do conhecimento e da possibilidade da transferência de saberes como real forma de aprendizagem. Neste sentido, contextualizar implica adequar o ensino à vivência do aluno, contribuindo para a obtenção de um significado recíproco entre a teoria e a prática.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) atribuem ao ato de contextualizar, no âmbito da sala de aula, a necessidade de um envolvimento entre o sujeito e o objeto. Aqui, a aprendizagem significativa também é assumida como pressuposto, quando a contextualização é apresentada como recurso para a busca de um novo significado aos saberes escolares (BRASIL, 1999).

Muitas vezes o contexto pode se dar de forma interdisciplinar, passando muitas vezes despercebido por professores e alunos. Consideremos por exemplo uma fórmula muito utilizada no ensino de cinemática da disciplina de Física, assunto este contemplado na primeira série do ensino médio: $S = S_0 + V.t$. Denominada função de espaço, descreve a posição que um móvel deve ocupar em determinados instantes do percurso, considerando sua velocidade e sua posição inicial. Para fins de rapidez de aprendizado, muitos professores recorrem a um comum recurso chamado 'bizu', batizando assim esta fórmula de: Fórmula do Sorvete. Sobre 'bizu', Castro (2014) se refere a este artifício como sendo "o emprego de recursos operacionais que simplificam e aceleram o desenvolvimento de cálculos e resolução de problemas".

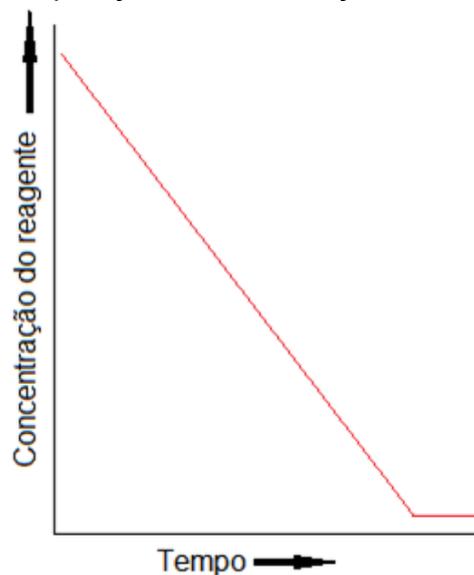
Sobretudo, chama atenção para o fato de que, na maioria das vezes, os alunos não percebem que esta fórmula é uma aplicação da equação da reta, vista em funções do primeiro grau, assunto também contemplado na primeira série do ensino médio, onde $Y = a X + b$. Trata-se de mais um caso que reflete a dificuldade na transferência de habilidades para explicar outros fenômenos, característica essa esperada para o aprendizado de hoje.

Além da associação entre os dois conteúdos, poderíamos citar ainda como uma alternativa para a compreensão de outros fenômenos, o uso da equação da reta para a resolução de determinados problemas. Inúmeras podem ser estas aplicações, inclusive no ensino de Química, como veremos a seguir.

2.2.1 Velocidade de uma reação de ordem zero e a reta

Em Cinética Química, quando a velocidade de uma reação não depende da concentração do reagente, dizemos que se trata de uma reação de ordem zero, cuja equação pode ser dada por $V=K[A]^0$. Assim sendo, a velocidade da reação fica apenas em função de sua constante 'K' e a concentração deste reagente pode ser aferida em diferentes instantes de tempo e representada em um gráfico, onde se obtém uma reta, conforme o exemplo a seguir (gráfico 1).

Gráfico 1 - Decomposição de uma reação de ordem zero



Fonte: Atkins (2001)

O esclarecimento de que todo fenômeno representado por uma reta pode ser interpretado por sua equação, nem sempre chega ao conhecimento dos discentes. Neste caso específico, a constante 'k' representa o coeficiente angular ('a' na equação) o qual muitos professores de matemática limitam sua definição, transmitindo aos seus alunos apenas se tratar da 'inclinação da reta'. O fato é que, para esta exemplificação, é possível obter diferentes concentrações do participante ao longo do tempo através da aplicação da expressão $Y= aX + b$. Sendo 'Y' a concentração do reagente em um dado momento [A], 'a' o coeficiente angular da reta, que representa a velocidade da reação, ou sua constante 'k', 'X' indica o caminho da reação, ou o tempo transcorrido e, por último, 'b' é o coeficiente linear, no qual ensina-se ser o valor de Y quando X for zero, que para este exemplo, expressa a concentração inicial do participante [A₀], ou seja quando a reação ainda não havia iniciado (tempo t= 0).

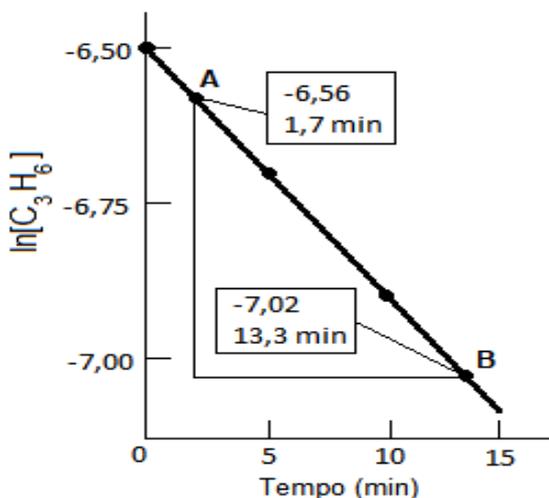
Resumindo, temos a equação $[A]=[A_0] - Kt$, modelo este quase nunca compreendido ou utilizado.

2.2.2 Equação da reta e a velocidade de reação de primeira ordem

De maneira análoga a reações de ordem zero, também é possível representar a decomposição deste tipo de reação química através da equação da reta. Para este exemplo, temos que $V=k[A]^1$, que indica que a velocidade da reação é diretamente proporcional a concentração do participante 'A'. A ideia da proporcionalidade parece ser ainda um desafio no ensino, apesar da sua relativa simplicidade. Carece, portanto, de melhor contextualização e prática para que sua essência seja não só entendida, como transferida a outras situações.

Sendo a velocidade 'V' da reação, o quociente da variação de concentração do participante, pelo tempo transcorrido, temos $d[A]/[A]=k.t$, que resolvendo por integração, chegamos a $\ln[A_t] = \ln[A_0] - kt$. Novamente chega-se à mesma estrutura da equação ' $Y= aX + b$ ' e deve ser interpretada admitindo-se que, uma vez inseridos em um gráfico, o logaritmo natural da concentração do reagente 'A' em função do tempo gera uma reta. Dessa maneira, é possível por exemplo obter a constante de velocidade 'k' da reação através da análise gráfica de uma tabela de dados, ou podemos também prever a concentração desse reagente em determinados momentos e, inclusive, quando a reação irá cessar, uma vez conhecida a constante 'k', conforme ilustra o gráfico abaixo.

Gráfico 2 - Log natural da concentração de propano em função do tempo



Fonte: Atkins (2001)

Sabe-se que o referido conteúdo e abordagem são de nível superior, mas em geral a inabilidade de aplicação do artifício persiste. Considera-se, portanto, que o investimento de novos métodos pedagógicos no ensino médio pode facilitar, dentre outras, futuras compreensões ao longo de toda vida acadêmica. Esta dificuldade levada para o ensino superior também é observada por Nasser (2007, p. 07), em que associa a uma “consequência da ausência de um trabalho prévio com o traçado e a análise de gráficos no ensino médio”. O autor também relata em específico a dificuldade no entendimento da função do 1º grau e de suas variáveis por seus discentes.

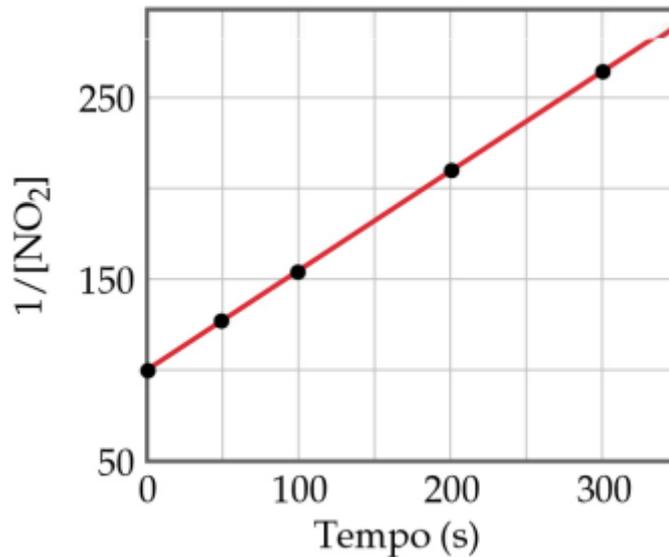
2.2.3 A reta implícita na taxa de desenvolvimento de uma reação de segunda ordem

Atkins (2001) considera que uma reação de segunda ordem é representada pela equação $V=k[A]^2$, que por sua vez, trata-se de uma equação diferencial que pode ser resolvida por integração, chegando, portanto, ao modelo $[At]= [Ao] / (1+[Ao] - kt)$. Contudo, a mesma pode, durante a integração, ser convertida em uma equação semelhante a da reta, onde neste caso teríamos $1 / [At] = 1 / [Ao] + kt$. Fazendo a leitura, devemos esperar que o inverso da concentração do reagente ‘A’, em função do tempo, gere uma reta, quando plotado um gráfico.

Neste exemplo, mais uma vez a constante ‘k’ assume o significado do coeficiente angular da reta, tido de maneira vaga como a sua inclinação. Seu valor positivo indica o sentido do crescimento da reta, uma vez que, se a concentração do reagente tende a diminuir com o tempo, o seu inverso tenderá a aumentar. O inverso da concentração inicial do reagente assume o papel do coeficiente linear, ou seja, temos uma função de primeiro grau aplicável ao comportamento de um sistema reacional químico.

Como exemplo, tem-se a seguir, a linearidade observada no gráfico para uma reação de consumo de dióxido de nitrogênio em uma reação de segunda ordem, quando utilizado o inverso de sua concentração, em função do tempo (gráfico 3).

Gráfico 3 - Inverso da concentração de $[\text{NO}_2]$ em função do tempo para uma reação de ordem 2



Fonte: White (2005)

Mais uma vez, pode-se interpretar um fenômeno químico com o uso de uma função do primeiro grau. Em sala de aula, além de possibilitar melhor compreensão, pode ser utilizada para se trabalhar situações problemas envolvendo eventos futuros, ou mesmo promover a facilitação da obtenção destes valores, conforme pretende-se dentro das atividades propostas nesta pesquisa.

2.2.4 Equação de Arrhenius como função do primeiro grau

Talvez o exemplo mais improvável de aplicação do artifício em estudo esteja na equação de Arrhenius: $K = A \cdot e^{-E_a/RT}$. Nela é possível obter a energia de ativação de uma reação ' E_a ', utilizando outras grandezas como uma constante ' K ', um fator pré-exponencial ' A ', a constante universal dos gases ' R ' e a temperatura ' T '. Contudo, antilogaritmos são muito confusos e de difícil compreensão.

Pode-se imaginar que, em determinada questão, o aluno dispõe de uma tabela que associa constantes às respectivas temperaturas, porém, em gráfico, não se encontra nenhuma relação entre os pontos que nos forneça uma função de estudo. Contudo, ao aplicarmos o logaritmo natural em ambos os lados da equação, tem-se $\ln K = \ln A - E_a/RT$. Um simples isolamento de termos nos fornece por fim a expressão $\ln K = \ln A - (E_a/R) \cdot (1/T)$. Assim, esboçando um gráfico utilizando o logaritmo natural de K em função do inverso da temperatura, tem-se uma reta. Na expressão, a razão

Ea/R simboliza o coeficiente angular ‘a’, que pode ser obtido pela divisão de qualquer intervalo dY/dX , tornando mais fácil encontrar a energia de ativação desta reação.

Fica claro que são inúmeros os casos em que determinados fenômenos podem ser representados através de uma reta, dependendo do raciocínio utilizado, ficando assim mais facilmente compreendido. É importante frisar que esta habilidade pode ser construída ao longo do tempo e de forma independente, desde que o ensino possibilite ao discente a capacidade de autonomia e a transferência desta habilidade, conforme está expressado nas palavras de Pozo e Gomes Crespo (2009, p. 16)

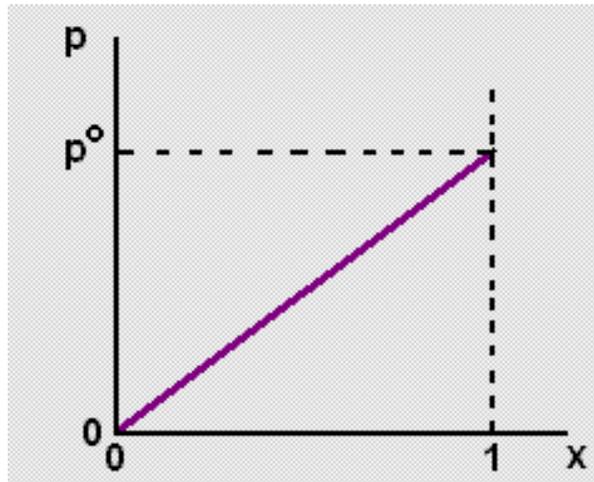
Muitas vezes os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explica-las em novas situações.

Acredita-se, portanto, que esta não transferência de habilidade, ou dificuldade de aplica-las, podem ser sanadas, partindo de um planejamento que conceba à prática pedagógica o entendimento de que seu ensino deva ser contextualizado e interdisciplinar, conferindo uma maior significância ao saber obtido e, inclusive, produzido.

2.2.5 A equação da reta no cálculo de pressão de vapor

Feltre (2004, p. 5) define pressão de vapor de um líquido como sendo “a pressão exercida por seus vapores (vapores saturados) quando estes estão em equilíbrio dinâmico com o líquido”. Para a obtenção desta grandeza em soluções, o autor sugere que seja calculado o abaixamento relativo da pressão máxima, dado pelo produto de uma constante (tonoscópica) e a molalidade da solução, para que, em seguida, o resultado seja novamente multiplicado pela pressão de vapor do líquido puro. Porém, de maneira análoga, sabe-se que, pela lei de Raoult, a pressão de vapor de uma solução varia conforme a fração molar do solvente, de maneira que $P = P_o \cdot X$, sendo P a pressão da solução, P_o a pressão do solvente puro e X a fração molar do solvente. Considerando o intervalo de (0 a 1) para a fração molar, sendo que em (0) não há pressão de vapor, pois existiria apenas soluto, podemos representar a relação entre as grandezas através de um gráfico, conforme segue abaixo.

Gráfico 4 - Variação da pressão de vapor em função da fração molar de solvente



Fonte: MESQUITA, F.A.

Novamente, torna-se possível associar a fórmula expressa acima como uma consequência de interpretação da equação da reta, ficando interessante chegar até ela através de uma situação problema que envolva interpolação.

Considerando-se uma solução, com pressão P (entre 0 e P_0 , no eixo Y), com determinada fração molar de solvente X (entre 0 e 1, no eixo x). Uma simples semelhança de triângulo pode ser aplicada, sendo que $(P_0 - 0) / (P - 0) = (1 - 0) / (X - 0)$. Através do produto dos meios pelos extremos, temos que $P(1 - 0) = P_0(X - 0)$ e, por fim, $P = P_0 \cdot X$.

Entende-se que, através da associação entre os conteúdos, a diminuição da pressão de vapor do solvente, em função da diminuição da fração molar do mesmo é entendido como o coeficiente angular da reta, e que há, na verdade, um coeficiente linear, de valor zero, uma vez que significa o valor quando a reta toca o eixo Y , e neste caso, na ausência de solvente ($X=0$), não há pressão de vapor ($Y=0$). Conforme visto, é possível trabalhar vários conceitos e raciocínios matemáticos, que associados, podem garantir um grau de conhecimento maior aos discentes.

2.3 A Físico-Química no Ensino Médio

A segunda série do ensino médio, para a disciplina de Química, comumente denominada Físico-Química, é atualmente contemplada por 5 capítulos que direcionam o ano letivo, não estando intrinsecamente ligados. Trata-se das soluções, com suas propriedades coligativas, a termoquímica, a cinética química, o equilíbrio

químico e a eletroquímica. Análises em coleções de diversos autores permitem verificar que, no máximo, há uma alternância na sequência destes conteúdos, sendo que, apenas o assunto de soluções, está sempre abordado necessariamente no primeiro capítulo, ou seja, no início do ano letivo. E é a esta parte da Físico-Química, que o presente estudo se propõe a averiguar. Seus conceitos envolvidos, técnicas, grandezas físicas, estudos de gráficos e as possíveis abordagens interdisciplinares, principalmente com a disciplina de matemática, no assunto de funções do primeiro grau.

2.3.1 Concentração de Soluções: Medidas e Preparações

Entende-se por soluções, sistemas formados por uma mistura homogênea de duas ou mais substâncias, confinadas em proporções fixas e constantes. O entendimento dessas proporções, que são expressas em diversas formas de concentração da matéria, é de suma importância, desde nos mais sofisticados laboratórios, à simples cozinha de um típico lar. Feltre (2004) enquadra soluções como uma subdivisão de dispersões, cujo diâmetro da partícula resultante do soluto tem escala manométrica máxima de 1nm (nanômetro). Para Feltre (2004, p. 02) dispersões são “sistemas nos quais uma substância está disseminada na forma de pequenas partículas em uma segunda substância”.

O referido conteúdo está inserido no primeiro semestre do segundo ano do Ensino Médio, conforme previsto na Proposta Pedagógica de Química vigente, comumente vista nos livros didáticos do ensino médio. A complexidade na qual os discentes se deparam, está relacionada com a baixa habilidade em cálculos, adquirida ao longo do tempo; o que compromete o entendimento do atual assunto.

Vale ressaltar que não se apresenta como grande empecilho contextualizar o estudo de soluções, visto que, mesmo sem perceber, todos os dias põem-se em prática este conteúdo. Ao prepararmos um suco, ou um café, e no simples fato de classificarmos como “forte” ou “fraco”, estamos usufruindo dos conceitos químicos acerca do grau de saturação de uma solução, previsto pelo seu coeficiente de solubilidade. A inter-relação do conhecimento popular e os conceitos científicos tornam-se mais entendíveis após um bom estudo aprofundado e direcionado.

Navarro e Bueno (2013) associam a impossibilidade de conexões entre alguns conteúdos de química com novas informações, pelo fato de os mesmos não estarem presentes no cotidiano dos alunos e, conseqüentemente, em sua estrutura cognitiva.

Ainda sobre coeficiente de solubilidade, Feltre (2004, p. 07) define que

Coeficiente de solubilidade (ou grau de solubilidade) é a quantidade necessária de uma substância (em geral, em gramas) para saturar uma quantidade padrão (em geral, 100 g, 1.000 g ou 1 L) de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão.

O alcance das habilidades específicas esperadas para este nível de ensino envolve metodologias variadas, que promovam a vivência do conteúdo, instigando o aluno à necessidade de investigação, pesquisa e comprovação, daquilo que ele enxerga como uma mera teoria que lhe foi imposta pelo livro didático e que, portanto, não vale a pena ser compreendida.

Ainda em torno dessas metodologias, o uso do laboratório torna o discente um sujeito ativo e vivente no método científico. Agora, este poderá 'tatear' o conteúdo, preparando as soluções previstas em seus cálculos, com as vidrarias e as técnicas previstas na literatura, além de manipular equipamentos, analisar resultados e tirar suas próprias conclusões, que antes tão pouco significava, mas agora, faz todo sentido.

2.3.2 Algumas Técnicas Físico-Químicas para análises de Soluções

O princípio básico com relação ao conteúdo de soluções é de que estas são preparadas pela dissolução de uma determinada massa de soluto, em uma quantidade padrão de solvente, onde a partir de aí, dispersaram-se a favor de um gradiente de concentração, adquirindo propriedades físicas constantes em quaisquer partes do sistema.

Para efeito de análises, a retirada de uma alíquota, como amostra de uma solução preparada, e o seu posterior estudo, vai discorrer igualmente as características do sistema como um todo. Nesse campo, as técnicas físico-químicas aparecem como formas diferentes de se verificar essa concentração, associado ao princípio teórico com o qual se deseja trabalhar os dados obtidos.

Entende-se que, estabelecendo um paralelo entre teoria e prática, utilizando essas técnicas de forma complementar, é possível promover uma melhor assimilação dos estudos teóricos pelos envolvidos, melhorando a eficiência da aprendizagem e a qualidade metodológica do ensino, chegando-se assim, a uma aprendizagem significativa. Entretanto, é imprescindível que haja uma boa logística de planejamento, um bom ordenamento cronológico das atividades e, claro, empenho dos envolvidos.

A seguir, são explicitados as técnicas e os instrumentos com os quais se pretende utilizar no contexto escolar, dentro das perspectivas já informadas desta pesquisa.

a) Concentração e a Luz: a Refratometria

O refratômetro é utilizado para aferir uma grandeza muito conhecida no estudo de concentrações, chamada de o título, ou fração em massa. Trata-se de uma espécie de monóculo, de custo acessível, muito utilizado em cervejarias para verificar o teor de açúcar em amostras dos fermentados, a concentração de sais em aquários e possíveis fraudes em combustíveis (SOUSA; ODORCZYK, 2013).

O modelo mais conhecido de um refratômetro é ilustrado abaixo.

Figura 1: Refratômetro Portátil



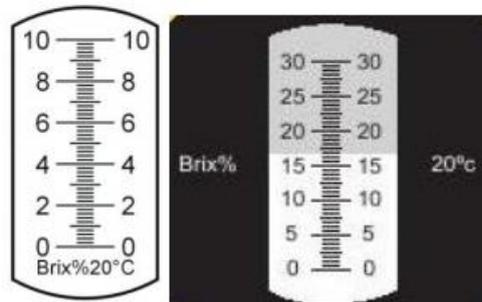
Fonte: SOUSA e ODORCZYK (2013)

Com um leve espalhamento de um pouco da solução sobre a lente do instrumento, seguido da sobreposição do aparelho à luz, é possível observar uma sombra, em um visor graduado em uma escala numérica de refração 'Brix', que significa o percentual (%) de soluto existente em uma solução de sacarose quimicamente pura. O modelo de refratômetro utilizado nesta pesquisa indica, em uma mesma medida, a concentração e a densidade esperada para aquela solução, o que

também possibilita uma discussão sobre as duas grandezas, tão semelhantes quando tratadas nas representações matemáticas expostas nos livros através de fórmulas, causando muito conflito de interpretação e compreensão das mesmas por parte dos educandos.

A gravura abaixo (Figura 2) exemplifica um modelo de observação da concentração obtido no visor graduado, após o espalhamento da solução na lente e posterior direcionamento do instrumento para uma fonte de luz.

Figura 2: Escala de Refratômetro Analógico



Fonte: SOUSA e ODORCZYK (2013)

Sousa e Odorczyk (2013, p. 30) dissertam e discorrem a historicidade desta ferramenta nos dias atuais, afirmando que

Os aparelhos capazes de empregar esta técnica na medida de índice de refração ou densidade são chamados de refratômetros. Esse instrumento foi idealizado no final do século 18 por Ernst Abbe, composto por dois prismas de vidro, capaz de medir o índice de refração de duas maneiras, que foi aperfeiçoado e é usado até hoje tendo derivado diversos modelos de refratômetros.

Além da obtenção de uma variável, que pode verificar a eficácia dos cálculos envolvidos, a prática é uma boa oportunidade para contextualizar o estudo da propagação e refração da luz, já que utiliza este princípio para o seu funcionamento, pois sabe-se que o desvio angular da luz está relacionado com a densidade do meio material incidido e, no caso das soluções, esta depende da concentração do sólido dissolvido. Conforme Yoder (2012, apud MATOSO, 2013, p. 15)

Matematicamente, o índice de refração é a relação entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz através do meio em questão. O índice de refração está relacionado com a estrutura física do meio através do qual a luz passa. Por esta razão, o índice de refração é uma característica de substâncias que podem ser utilizadas na identificação de amostras desconhecidas.

Esta técnica pode ser utilizada em concordância e em complemento com outra bastante conhecida: a picnometria. Santos (2016) também utilizou da refratometria como estratégia de contextualizar conceitos químicos em aulas práticas.

b) Massa específica: a Picnometria

O picnômetro é uma pequena vidraria que permite realizar a pesagem de iguais volumes de amostras diferentes, com uma incrível precisão. Por ser considerado exato, conforme Matoso (2013), é juntamente ao densímetro, o instrumento mais utilizado na determinação da densidade. Dessa forma, com as diferenças de massas, é possível determinar, através de uma combinação de fórmulas, a densidade relativa da solução.

Esta vidraria, que ocorre em diferentes volumes próximos a 25 ml, deve ser manipulada com cuidado, com auxílio de luvas, para evitar influência de gorduras da pele na massa a ser aferida, além de que deve estar devidamente enxuta antes da pesagem. Sua estrutura é mostrada na ilustração a seguir.

Figura 3- Picnômetro



Fonte: ANDRADE; CÉSAR, DI PAOLI (2004)

Um melhor entendimento do funcionamento e da utilização desta vidraria podem ser compreendidos nas palavras de Zenebon; Pascuet e Tiglea (2008, *apud* MATOSO, 2013, p.08):

Os picnômetros demonstram resultados precisos e são montados e graduados de modo a propiciar a pesagem de volumes exatamente iguais de líquidos, a uma dada temperatura. Da relação destes pesos e volumes resulta a densidade dos mesmos à temperatura da determinação. Usando água como líquido de referência, tem-se a densidade relativa à água ou peso específico.

Posteriormente, com o uso de uma tabela de densidade da água pura, em função da temperatura, é possível determinar a densidade e a concentração comum da solução problema. A prática ainda envolve a participação do refratômetro, para a obtenção do título, ou fração em massa. Assim, é possível trabalhar uma matemática bem contextualizada, em função da aprendizagem de Química.

Abaixo, segue um exemplo de tabela que demonstra as diferentes densidades da água, em função da temperatura (Tabela 1)

Tabela 1 - Densidade da água em diferentes temperaturas

TEMP (°C)	DENSIDADE (g/ml)	TEMP (°C)	DENSIDADE (g/ml)
21	0.9980	31	0.9954
22	0.9978	32	0.9951
23	0.9975	33	0.9947
24	0.9973	34	0.9944
25	0.9971	35	0.9941
26	0.9968	36	0.9937
27	0.9965	37	0.9934
28	0.9963	38	0.9930
29	0.9960	39	0.9926
30	0.9957	40	0.9922

(Fonte: RIEHL; FONTANA; LÓPEZ, 2004)

c) Condutimetria e Proporcionalidade

Muito utilizado para controlar a salinidade em aquários, o condutímetro é um aparelho (de bolso ou de bancada) capaz de medir a condutividade elétrica que as soluções formadas por íons apresentam, sendo as grandezas diretamente proporcionais, pois depende tanto do número de íons, quanto da carga que os

mesmos possam apresentar. A figura abaixo (Figura 4) traz um exemplo de modelo desta aparelhagem.

Figura 4: Medidor de condutividade portátil LUTRON, modelo CD-4303



(Fonte: UFRPE, 2015)

A prática consiste primeiramente na preparação de 4 ou 5 soluções de concentrações conhecidas, para que sejam medidas as respectivas condutâncias no aparelho. Os dados gerarão um gráfico, chamado de Curva de Calibração, onde uma solução, de concentração desconhecida, servirá como problemática e, ao medir sua condutância, verifica-se matematicamente no gráfico, por interpolação, o valor de sua concentração real.

A condutividade é uma grandeza que pode ser expressa em Siemens por cm (S/cm), millisimens por cm (mS/cm), ou Microsimens por cm ($\mu\text{S/cm}$), dependendo com a faixa de concentração a que se está trabalhando.

A condutimetria é, portanto, uma boa oportunidade para se trabalhar, por exemplo, conceitos como dissolução e diluição, uma vez que o aluno deverá ele próprio preparar as soluções, algo que o contexto do livro didático não consegue por si só. Além disso, ao construir a curva de calibração e determinar a concentração de soluções-problemas, é possível também utilizar a linguagem matemática contida nos conceitos de interpolação, extrapolação, semelhança de triângulos e a própria equação da reta, dando sentido a conceitos fracamente vistos no ensino de matemática, como coeficiente angular e linear. É neste sentido que uma boa contextualização se encaixa, pois, uma vez obtendo êxito, o discente estaria

transferindo habilidades para outros campos do conhecimento, não se atendo apenas na definição conceitual propriamente dita.

É interessante que o professor prepare e conheça a concentração desta sexta solução, para fins de comprovação da eficiência da medida dos alunos e, eventualmente, obter uma melhor forma de avaliação do aprendizado. Reforça-se, portanto, a importância de um planejamento aprofundado e conhecimento das variáveis envolvidas, para a elaboração de um material eficaz e condizente com a realidade dos discentes.

d) A Fotocolorimetria

De uma maneira similar, a fotocolorimetria é outra oportunidade para que o professor trabalhe o assunto de soluções, com as mesmas perspectivas da condutimetria. Porém, neste caso, o fenômeno observado é decorrente da diferente intensidade na coloração das soluções preparadas, obtidas por diferentes diluições. Cabe ao aluno, compreender a proporção existente entre os valores observados e a quantidade de partículas de soluto por volume, que determina a coloração.

Abaixo, é ilustrado um modelo de fotocolorímetro muito presente nas escolas de ensino médio.

Figura 5 - Fotocolorímetro de bancada. Modelo ML-2002



Fonte: O próprio autor

O fotocolorímetro de bancada é um aparelho muito comum em laboratórios escolares da educação básica. Trata-se de um conjunto de câmaras com formato para

deixar suspenso um tubo de ensaio com soluções cuja coloração dependa exclusivamente do soluto presente. Em cada câmara, um led de cor específica atravessa o tubo de ensaio e a quantidade de luz residual, ou seja, que não foi absorvida pela solução, é aferida em um monitor através de um número inteiro.

Em geral, esta prática é executada com objetivo de se obter uma constante entre a concentração da solução e o grau de absorção de uma determinada cor. A partir daí, é possível determinar a concentração de outras soluções através de uma simples multiplicação da constante pelo fator observado no aparelho.

Para dar mais significado às perspectivas esperadas nesta pesquisa, é possível utilizar-se deste método no sentido de se obter novamente, 4 ou 5 valores de energia, a partir de soluções de diferentes concentrações, obtidas por diluição. Assim, mais uma vez, o aluno poderá plotar um gráfico, observando a proporcionalidade das grandezas e utilizar da equação da reta para solidificar os conceitos já apresentados, tanto na química, como na matemática.

É de suma importância que o professor explique o objetivo da técnica com o cuidado de não antecipar informações que os alunos devam entender a partir da própria reflexão, além de que, para que o experimento ocorra com eficácia, é necessário encontrar qual feixe de luz se comporta, para aquela solução trabalhada, da melhor maneira que permita utilizar a equação da reta. Em geral, o comprimento de onda vermelho, para o fotolorímetro modelo ML – 2002, fornece valores mais satisfatórios, quando utilizamos soluções diluídas, como por exemplo, permanganato de potássio. Para melhor acessibilidade de material, é interessante utilizar solutos artificiais comuns e presentes no dia a dia, tais como corantes e sucos.

Uma boa alternativa, caso ainda haja a dificuldade na interpretação dos dados, ou na construção de gráficos, que o professor utilize softwares simples, como o Origin, para que os alunos verifiquem o grau de correlação entre os pontos obtidos, avaliados pela proximidade das coordenadas à reta obtida no programa. Esta alternativa traz também um bom gancho para se iniciar uma aula para construção e interpretação de gráficos. Esta abordagem muito se assemelha com algumas premissas defendidas por Barufi e Lauro (2001, p. 08) onde enfatizam que “a problematização realizada a partir dos gráficos obtidos no microcomputador é muito importante, pois possibilita ao aprendiz buscar respostas aos questionamentos formulados”.

Uma curiosidade muito importante deve ser salientada, com relação ao fotolorímetro. Apesar de não se tratar de um material alternativo, ou de baixo custo,

o mesmo está presente em muitas escolas públicas de ensino médio no estado do Ceará, porém, pouco se observa a utilização deste aparelho, devido a falta de conhecimento da técnica, ou outra forma que facilite o seu uso e a obtenção de conhecimentos diversos, ratificando, portanto, a necessidade de pesquisas no sentido de divulgação dessas metodológicas que favoreçam sua utilização, tanto por alunos, como professores.

2.4 O caráter experimental da Química e a Formação de Professores

Dado ao caráter experimental da Química, há muito debate em torno da importância do uso de experimentos como alternativa metodológica buscada neste processo de facilitação do ensino, e dentro deste contexto, surge a questão da necessidade de um laboratório bem equipado e que dê suporte para a existência e êxito destas práticas. Sabe-se que, por si só, estrutura e prática não são garantia de aprendizado, devendo este 'fazer ciência' passar por uma série de análises do que realmente é válido como aprendizado, e que forma de condução destas práticas é mais eficiente para aquela situação específica.

De fato, é notório o consenso geral de que o ensino de Química deve valorizar o entendimento da relação teoria/prática (ALMEIDA; BASTOS, 2003) e de que o conhecimento adquirido deve ter relação com o cotidiano dos alunos (LUTFI, 1988), termo este que após a promulgação do PCNEM (1999) passou a ser substituído por contextualização, valorizando assim a formação de valores ético e morais, sobretudo às questões de temas como meio ambiente e preservação das formas de vida, porém, como conseguir isso é objeto de estudo e requer uma profunda reflexão na prática docente. A experimentação não é um componente curricular obrigatório nas escolas, logo, não há uma diretriz consolidada de como deve acontecer, que finalidades devem preceder ou qual a melhor perspectiva metodológica de abordagem.

Debater qual seria o verdadeiro cunho da experimentação para a Química é algo bem desafiador. Nisto, entra outro fator determinante, além da estrutura física, que diz respeito à formação e capacitação contínua de professores e regentes de laboratórios de ciências. Mesmo considerando como obstáculo, o cenário geral de escassez de recursos, materiais didáticos e de um ambiente adequado para a realização de aulas práticas, muito comum nas escolas de ensino público do país, percebe-se ainda que, em muitos casos falta o conhecimento da técnica. Isso significa

que, fazendo uma situação hipotética: Há o equipamento, mas não há a noção de como utilizá-lo.

Este último exemplo se aplica a um dos instrumentos objeto de estudo desta pesquisa; o fotocolorímetro. No ano de 2003, laboratórios de ciências foram introduzidos no ambiente de escolas da região de Sobral, constando, dentre outros, da disponibilização deste instrumento. Constatou-se, através de uma investigação *in loco*, que em 3 casos, estes aparelhos nunca chegaram a ser utilizados, seja para fins de pesquisa, ou de aprendizagem, dentro da escola, em mais de 10 anos. Dentro dessa realidade, pode-se pensar no número de outros exemplos, onde o sistema fornece o material para o ensino, muito provavelmente sem nenhuma consulta à parte contemplada, mas não oferece capacitação aos profissionais envolvidos, que por sua vez, também não procuram, seja pela curiosidade ou por qualificação, inteirar-se do conhecimento daquele material, para saber qual a melhor forma de utilizá-lo para a aprendizagem de seus alunos. Esses argumentos são concordantes com o que defendem os pesquisadores Castilho, Silveira e Machado (1999, *apud* MELLO BARBOSA, 2009, p.11) sobre a importância da formação inicial e continuada de professores

A formação profissional do professor não se inicia no curso de licenciatura nem se limita a ele, mas se constrói ao longo de toda sua vida. A prática de sala de aula e o material didático utilizado são resultados de suas concepções de ensino, de aprendizagem, de conhecimento, de ciência e de linguagem.

Bueno (2009) evidencia que muitos professores tem as aulas experimentais como recurso de confirmação da teoria dita, ou para demonstração de fenômenos abordados. Este tipo de abordagem meramente comprobatória, chega a ser, em alguns casos, tão sem impacto quanto possa ser uma aula expositiva rotineira. Não há a atratividade, o engajamento dos estudantes, a oportunidade de tirá-los da inércia e fazê-lo sujeitos principais daquele processo que está ali sendo feito. Silva e Zanon (2000) classificam como superficial e repetitivo o aspecto formativo das atividades práticas experimentais, portanto, sem significância aos aprendizados teórico-práticos, quando ministradas de forma negligenciada. Borges (1997) já defendia a ideia de que os estudantes deveriam ser desafiados a explorar, desenvolver e avaliar suas ideias por conta própria, mas que tal perspectiva ainda não era contemplada nos propósitos dos currículos da ciência. Por sua vez, Bizzo (1998) defende que a realização de

juízos, tomadas de decisões e posturas críticas devem ser desenvolvidas nos alunos, despertando a inquietação e conseqüentemente a busca por explicações lógicas, na educação em Química. Tais perspectivas se enquadram na linha do construtivismo, que considera ideias prévias como ponto de partida para se construir um novo conhecimento. Esta tendência é bastante abrangente, embora, como afirmado anteriormente, é preciso ainda um profundo debate e reflexão para cada realidade específica.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

Gil (2002) considera, usualmente, os objetivos gerais como forma de classificar uma pesquisa. Neste critério, o presente trabalho consiste de um estudo de nível exploratório, uma vez que, parte dele pretende verificar as dificuldades no ensino do conteúdo específico, considerando como estudo de caso a experiência de indivíduos pertencentes ao contexto da problemática. Gil (2002, p. 44) ressalta ainda que

A classificação das pesquisas em exploratórias, descritivas e explicativas é muito útil para o estabelecimento de seu marco teórico, ou seja, para possibilitar uma aproximação conceitual. Todavia, para analisar os fatos do ponto de vista empírico, para confrontar a visão teórica com os dados da realidade, torna-se necessário traçar um modelo conceitual e operativo da pesquisa.

Como em todo e qualquer modelo, a pesquisa bibliográfica aparece como primeiro ponto. Na prática, esta pesquisa visou, primeiramente, dissertar qualitativamente a existência de entraves de aprendizagem, baseada nas eventuais dificuldades didáticas encontradas por professores, ao ministrarem o conteúdo de soluções, para uma posterior intervenção experimental, utilizando a ferramenta aqui proposta. Isto significa que, neste sentido, chegamos ao delineamento do processo, que segundo Gil (2002) “considera o ambiente em que são coletados os dados e as formas de controle das variáveis envolvidas”, podendo então ser classificada no grupo de pesquisas experimentais. Ainda de acordo com Gil (2002, p. 47)

De modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Como um dos objetivos citados, a análise dos impactos de aprendizagem notados, ou não, no decorrer do processo de intervenção, descreveram a eficiência dos métodos adotados, como variável diferencial, ainda que não determinante. Daí a importância de se ter uma amostragem de níveis de proficiências semelhantes. Para essa prática experimental, foi utilizado um grupo de controle para comparação de

resultados, que consistiu de uma das partes da turma de 36 alunos, que foi dividida em dois grupos de proficiências semelhantes, enquanto que a outra metade se submeteu às aplicações das técnicas Físico-Químicas citadas na fundamentação.

3.2 Reconhecimento dos Sujeitos e Etapas da Pesquisa

A presente pesquisa foi conduzida levando em conta duas abrangências: dos docentes e dos discentes. Para o corpo docente, foi utilizado uma amostragem de professores de química lotados em 9 escolas estaduais de ensino, vinculadas à CREDE 06, que apresentaram trabalhos na ocasião da Etapa Regional do Ceará Científico de 2017, uma feira de Ciências muito tradicional que mobiliza os principais atores do campo de pesquisa no ensino médio. A estes docentes, foi aplicado um questionário (APÊNDICE A), com o objetivo de verificar relatos e as eventuais dificuldades no ensino dos conteúdos aqui investigados.

Participaram, portanto, desta pesquisa, professores de Química em pleno exercício e regentes de salas de aula no segundo ano do Ensino Médio de 09 escolas estaduais da região norte, dos segmentos profissionais, regulares, integrais e escolas do campo, sendo que foi possível totalizar, assim, 10 docentes. A relação nominal e informações de lotação destes professores foi obtida na base de dados da Célula de Gestão de Pessoas da 6ª Coordenadoria Regional de Educação, conforme já citada, centro administrativo responsável.

A 6ª Coordenadoria Regional da Educação é o órgão administrativo de competência da SEDUC-CE que gerencia 20 municípios da região Norte. Tem como sede a cidade de Sobral, que dista 220 Km de Fortaleza, capital do estado e possui cerca de 188.233 mil habitantes (IBGE, 2010). A referida instituição dá suporte administrativo e pedagógico a 49 escolas de ensino médio, sendo 18 delas localizadas em Sobral, das quais 13 compõem a zona urbana. De acordo com o SIGE (Sistema Integrado de Gestão Escolar), contemplou em 2017, 29.129 alunos regularmente matriculados nas diversas instituições que ofertam a modalidade regular, profissionalizante, integral e CEJA (Centro de Educação de Jovens e Adultos).

Foram utilizados como instrumentos de coletas de dados iniciais, as respostas do questionário impresso, direcionado aos professores de Química da amostragem escolhida, composto de questões estruturadas, dos tipos aberta e de múltipla escolha.

As questões visaram conhecer o perfil formativo dos docentes, experiência e carga horária atual no magistério, relatos de práticas pedagógicas e concepções que possam ajudar a compreender como o ensino de Físico-Química vem sendo conduzido. Sobre este tipo de levantamento, Gil (2002, p. 50) enumera como principais vantagens a economia, rapidez e o conhecimento direto da realidade, além de facilitar a organização e quantificação dos dados de diversas formas, salientando que

As pesquisas deste tipo caracterizam-se pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Basicamente, procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados.

Para compor o quadro de discentes, participaram deste processo os 36 alunos do 2º ano do curso de Técnico em Agroindústria, matriculados na Escola Estadual de Educação Profissional Francisco das Chagas Vasconcelos – Santana do Acaraú, com horário de aulas em tempo integral. A amostragem de alunos foi escolhida por nível de proficiência, analisada a partir questionário diagnóstico, sendo que foi utilizado como critério, dois subgrupos com iguais resultados observados.

Com relação ao corpo discente, foi aplicado, em um segundo momento, uma avaliação de conhecimentos, através de uma lista de exercícios previamente elaborada (APÊNDICE B) que contemplou as habilidades esperadas para a fase de ensino em questão, quanto aos objetos da pesquisa. Esta etapa se deu em uma única aplicação, e o resultado indicou o nível de proficiência atual dos estudantes nos conteúdos abordados.

A presente pesquisa foi estruturada em quatro grandes etapas, que constituíram os pilares necessários ao seu desenvolvimento, e estão descritas a seguir:

1ª Etapa:

Refere-se ao período inicial de estudo e levantamento bibliográfico, ocorrido ao longo do ano de 2016 e 2017. Os diversos livros, artigos, dissertações e teses com trabalhos relacionados serviram de suporte teórico para a construção de todo o planejamento e ações inerentes à investigação a ser realizada.

2ª Etapa:

Consistiu da coleta de informações necessárias para a formação dos grupos de amostragens, sobretudo à relação de professores participantes. Após firmado o devido compromisso, foi aplicado o questionário inicial aos professores de Química da amostragem escolhida (APÊNDICE A), ao passo em que os alunos foram submetidos à avaliação de cunho diagnóstico (APÊNDICE B).

Esta etapa foi de suma importância para consolidar as primeiras ações de intervenção, e forneceu o real cenário que fora antes levantado nas hipóteses. Aqui, os primeiros dados foram levantados e o plano de ação foi traçado.

A partir da consolidação dos dados iniciais, foi dado início ao processo de intervenção, com a aplicação do conjunto de aulas práticas aqui elaboradas para um dos grupos de alunos, ao passo em que, ao outro grupo, foram ministradas aulas expositivas de conteúdo idêntico.

Ao final da pesquisa, a aplicação de uma avaliação final (APÊNDICE C), buscou considerar os aspectos quantitativos de aprendizagem, demonstrados nos domínios de conceitos e capacidade de compreensão dos contextos, na perspectiva da tomada de decisões e interação com o mundo enquanto cidadão.

3ª Etapa:

Essa etapa consistiu na preparação das práticas e calibração dos aparelhos relacionados com as técnicas e citados anteriormente. Foi necessário aqui, escolher a melhor forma de execução dos procedimentos, como a escolha dos solutos, a melhor faixa de concentração sensível para cada instrumento (refratômetro, condutímetro e fotocolorímetro) e organização geral do laboratório. Com isso, também foram elaborados os roteiros experimentais, com as devidas orientações. Ainda sobre a calibração dos instrumentos, buscou-se utilizar o máximo possível de materiais alternativos, como sal de cozinha para a prática de condutimetria e, na ausência do picnômetro, um balão volumétrico de capacidade próxima a 25,0 ml. A escolha desse material é muito interessante para romper o paradigma da necessidade de reagentes analíticos para a utilização do laboratório.

.4ª Etapa:

Nesta etapa, os conteúdos selecionados foram ministrados pelo pesquisador/autor através de aulas expositivas teóricas (para um grupo) e expositivas teórico/práticas (para outro grupo). Cada procedimento foi realizado no sentido de abordar os conceitos estudados e provocar a busca do conhecimento através de indagações e interpretação dos fenômenos observados. Durante as aulas, foram sugeridas a construção e análises de gráficos, cujas aulas foram ministradas em dois sentidos: Para a Turma A, foi abordado de forma contextualizada, já que a sua construção foi feita pelos próprios alunos, através dos dados experimentais obtidos, enquanto que, para a Turma B, foram trabalhados gráficos de questões contextualizadas pelo próprio livro didático. A parte final desta etapa deu-se pela aplicação de uma avaliação final, para verificar o impacto das diferentes abordagens, em relação a turma controle. Da mesma forma, foi feito um paralelo entre os avanços de habilidades dentro dos próprios grupos, com relação ao início das atividades.

A tabela abaixo enumera e explica os planos de aula utilizados para a turma experimental.

Tabela 2 - Cronograma de aulas para a Turma A

AULA	TÓPICOS	OBJETIVOS	METODOLOGIA
01	Preparação de Soluções e Relação entre Concentração, Densidade e Título	Reconhecer as técnicas envolvidas e a relação entre grandezas	Práticas de Refratometria e Picnometria – Preparação e análises de soluções
02			
03	Gráficos de Concentração: Análise e interpretação	Interpretar gráficos e artifícios matemáticos aplicados ao conteúdo	Práticas de Condutimetria e Fotocolorimetria – Preparação e análises de soluções
04			

Fonte: O próprio autor

É importante notar que, dentro da proposta curricular esperada para este nível de ensino, o conteúdo abordado nesta pesquisa se dá ao longo de todo o primeiro semestre do ano letivo. Em sua aplicação, os alunos haviam concluído esta etapa, ou seja, a pesquisa pôde verificar, através da avaliação diagnóstica, que impactos de aprendizagem as aulas já ministradas pelo professor titular favoreceram, e que novos impactos a aplicação das práticas aqui propostas poderiam trazer a estes alunos. Ao todo, um total de 4 aulas de 50 minutos para cada turma (pesquisa 'A' e controle 'B'), que foram ministradas em duas semanas. Para cada caso, foram abordados os mesmos conceitos e conteúdo, com o diferencial dos experimentos executados para a turma da pesquisa, enquanto que a turma controle teve aulas expositivas com o livro didático. A sequência do assunto, foi dada de maneira uniforme, com ressalva apenas na metodologia.

Segue abaixo, os planos de aula desenvolvidos para a turma controle (Turma B).

Tabela 3 - Cronograma de aulas para a Turma B

AULA	TÓPICOS	OBJETIVOS	METODOLOGIA
01	Preparação de Soluções e Relação entre Concentração, Densidade e Título	Reconhecer as técnicas envolvidas e a relação entre grandezas	Aulas expositivas baseadas no Cap. 01 do Livro FELTRE, p. 02 a 33
02			
03	Gráficos de Concentração: Análise e interpretação	Interpretar gráficos e artifícios matemáticos aplicados ao conteúdo	Aplicações de sequências de atividades e correções.
04			

Fonte: O próprio autor

A estratégia de ensino foi bastante diferenciada, uma vez que, para a turma experimental as práticas favoreceram a vivência direta com o conteúdo e a possibilidade da investigação, que transcende as limitações do livro didático, o qual foi a principal ferramenta da turma controle, simulando o que é feito de maneira convencional pelo ensino tradicional.

Tais estratégias vão de encontro com o que corroboram Navarro e Bueno (2013, p. 04).

Partindo dessas considerações, para que haja a aprendizagem faz-se necessário no estudo de Físico-Química essa mistura de estratégias de ensino, levando os alunos pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos, práticos e matemáticos.

A aplicação da avaliação final ocorreu em um único momento para ambos os subgrupos, e o levantamento foi feito separando os alunos pela lista de nomes conditos no registro inicial da pesquisa.

Detalhes de cada procedimento executado podem ser consultados no produto educacional resultante desta pesquisa, onde o passo a passo das propostas nele contidas foi dissertado baseado no sucesso obtido na experiência de sua aplicação inicial.

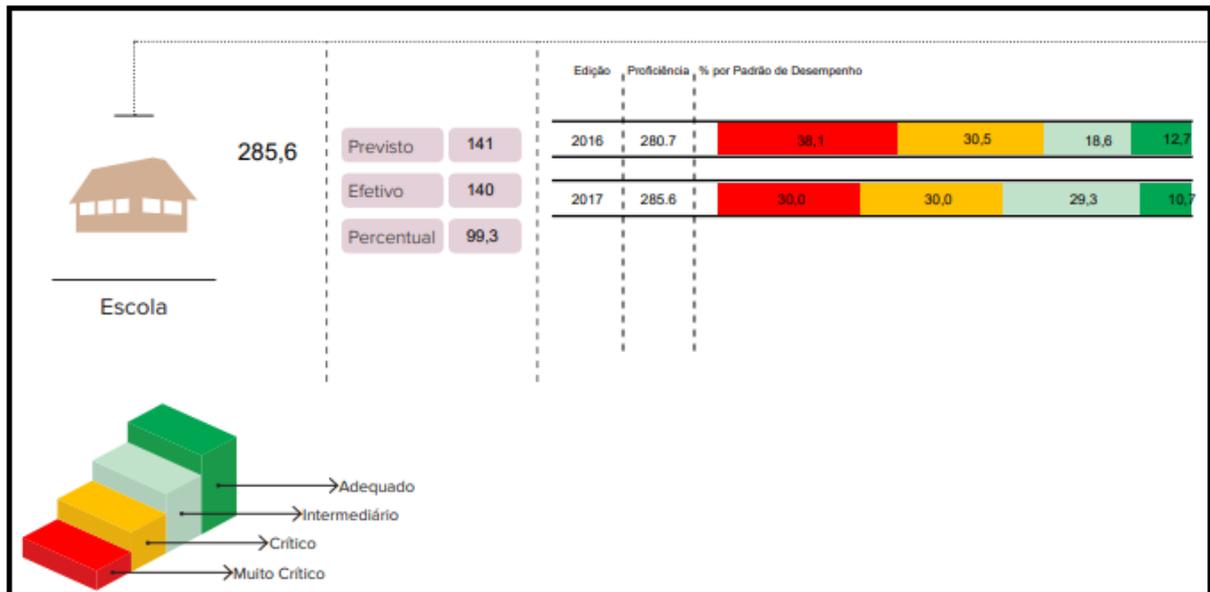
3.3 Da instituição e do corpo discente

A EEEP Francisco das Chagas Vasconcelos é uma das 120 escolas de educação profissionalizante do estado do Ceará, funcionando em tempo integral, com ensino médio e técnico concomitantes. A referida instituição possui, hoje, 476 alunos matriculados nas três séries do ensino médio, ofertando os cursos de técnicos em Agroindústria, Desenho da Construção Civil, Eletrotécnica e Finanças.

No mapa das avaliações externas, a referida escola apresentou em 2017, no SPAECE (principal fonte de indicadores escolares do estado), uma proficiência na disciplina de matemática estipulada em 285,6, estando, portanto, classificada como crítica, com apenas 10,7% dos alunos com aprendizagem considerada adequada para esta etapa de ensino. Submetem-se a esta avaliação, todos os alunos regularmente matriculados no 3º ano do ensino médio no ano em questão.

Maiores detalhes são observados no quadro a seguir.

Figura 6 - Proficiência em Matemática da EEEP Francisco das Chagas Vasconcelos em 2017 pelo SPAECE



Fonte: SPAECE, CAED (2017)

A escolha da turma do segundo ano do Curso de Agroindústria, para compor esta pesquisa, se deu, primeiramente, por ser nesta série em questão que todo o conteúdo previsto é ministrado. Além disso, a própria matriz do referido curso prevê a utilização de muitas técnicas que requerem o conhecimento químico, em titulações e outros diversos testes.

Em segundo porque, de acordo com os dados obtidos no SIGE ESCOLA, a referida turma apresenta menores resultados de rendimentos acadêmicos em relação às demais, sendo, portanto, muito interessante a aplicação desta pesquisa neste contexto.

Nestes dados, é possível observar que as notas de todas as disciplinas (DISCIPL.) e de todos os alunos (ALUNOS DISCIPL.), foram inteiramente informadas (100,00%), fornecendo o real consolidado das turmas, que se refere a média dos 4 bimestres, ao longo do ano letivo, para a disciplina de matemática, atribuída a cada turma, conforme é mostrado na tabela a seguir.

Tabela 4 - Consolidado da disciplina de matemática em 2017 para as 4 turmas pesquisadas

TURMA	CONSOLIDADO			TURMA	CONSOLIDADO		
	% INFORMADO POR		MÉDIA DAS NOTAS		% INFORMADO POR		MÉDIA DAS NOTAS
	DISCIPL.	ALUNOS DISCIPL.			DISCIPL.	ALUNOS DISCIPL.	
2ª Série - Integral - Agroindústria - A	100,00%	100,00%	6,53	2ª Série - Integral - Eletrotécnica - C	100,00%	100,00%	6,58
2ª Série - Integral - Desenho De	100,00%	100,00%	7,02	2ª Série - Integral - Finanças - D	100,00%	100,00%	7,30

Fonte: SEDUC-CE (2017)

Os dados reiteram a dificuldade relativa observada na turma investigada, com relação às demais referentes a mesma escola, no mesmo período letivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de um projeto voltado para a área de ensino-aprendizagem, os resultados desta pesquisa dissertam os passos seguidos até se conseguir uma efetiva intervenção que garantisse aumento nos níveis de compreensão dos alunos investigados, com relação ao assunto tratado, tendo como premissa o uso da interdisciplinaridade e contextualização, também como qual a melhor forma de aplicar as técnicas aqui propostas. Antes disso, versam-se os resultados qualitativos obtidos com a análise do questionário destinado a professores, que objetivou verificar o perfil do ensino de soluções na segunda série do ensino médio, o que é muito importante para o planejamento das demais etapas. Seguem-se, por seguinte, a descrição do observado para cada etapa desta empreitada.

4.1 Do Ensino de Soluções ministrado na Região

A primeira etapa desta pesquisa se deu na culminância do Ceará Científico (Etapa Regional), realizado na EEEP Monsenhor José Aloysio Pinto, Sobral-Ce, em novembro de 2017. Sob devida autorização da comissão organizadora, um questionário foi destinado a 10 professores de Química que apresentavam trabalhos de sua autoria no evento. A resolução deste questionário e o uso das informações nele contidas foram pactuados mediante um termo de autorização devidamente assinado pelos mesmos (APÊNDICE D).

Percebeu-se, diante mão, serem todos possuidores de licenciatura na disciplina, além de um bom tempo de experiência no magistério (de 3 a 15 anos), sendo que apenas 01 estava em início de carreira, com 3 meses de ensino.

Dada a importância de se ter em mãos, um bom livro didático, os docentes foram perguntados sobre a qualidade, adequação e eficácia de suas atividades para as turmas ensinadas. Neste sentido, 80% classificou como “satisfatório em partes” e 20% como “satisfatório”. Vale ressaltar que, conforme diretrizes do PNL D, a cada período de 4 anos os professores recebem um determinado número de coleções para análise, onde escolhem, mediante um conselho de cada disciplina, a nova coleção a ser utilizada pelos próximos anos. Assim, a escolha prima pela máxima adequação possível à realidade discente, justificando assim as respostas obtidas. Mesmo assim,

ainda sobre este método, professores julgam ser muito insuficiente o número de coleções disponíveis para escolha, assim como restritas as diversidades de abordagens.

Sobre a dificuldade de aprendizagem observada para o ensino de soluções, a maioria dos docentes apontou, como principal causa, o fato do conteúdo possuir muitos conceitos de difícil assimilação, corroborando com a necessidade de novas estratégias para a fixação dos mesmos. Em segundo, a dificuldade mais relevante citada foi a baixa proficiência em matemática trazida das séries anteriores. A defasagem escolar é algo comumente visto e discutido, pois causa um atraso cognitivo nos educandos, uma vez que os novos conteúdos requerem noções básicas não obtidas nas séries adequadas. Ainda sobre esta questão, segue o levantamento das diferentes opiniões dos docentes pesquisados (Tabela 4):

Tabela 5 - Causas de dificuldades de aprendizagem em ordem de impacto, segundo a visão dos docentes pesquisados

	MOTIVOS
1º	Muitos conceitos de difícil assimilação
2º	Baixa proficiência em matemática trazida das séries anteriores
3º	Assuntos alheios à realidade no qual estão inseridos
4º	Indisciplina, ou déficit de atenção da turma

Fonte: O próprio autor

Quando perguntados sobre a prática docente e estratégias utilizadas, 60% dos professores afirmou já ter realizado alguma atividade experimental para facilitar o estudo e conceito de soluções. As principais práticas descritas foram preparações de soluções, titulação e outras envolvendo concentração.

Dentro do contexto matemático existente no conteúdo de Físico-Química, as habilidades consideradas mais difíceis para a obtenção da aprendizagem foram especificadas, conforme mostra a tabela 5:

Tabela 6 - Habilidades mais difíceis para a obtenção da aprendizagem, segundo a visão dos docentes pesquisados

HABILIDADES	RESULTADO
Desenvolvimento de regras matemáticas	40%
Aplicação adequada de fórmulas	30%
Conhecimento das operações básicas	20%
Interpretação de gráficos	10%
Interpretação de enunciados	0%

Fonte: O próprio autor

Como pode ser observado, a existência de um conteúdo analítico e numérico na Físico-Química é realmente um entrave, muitas vezes porque a matemática relacionada não é entendida como uma habilidade facilitadora da resolução, quando transferida, mas sim, uma espécie de ‘matemática da química’ vista a parte. Quando isso ocorre, a ideia de que o aluno não aprendeu significativamente fica mais nítida, pois é possível que tais gráficos, ou regras matemáticas, até sejam melhores entendidos, quando visto em outro conteúdo da própria matemática, sendo preciso, portanto, um ensino não-formular e não isolado.

Na questão 6, quando perguntados sobre quais propriedades o professor já abordou em sala utilizando a experimentação como recurso, a densidade foi apontada como a mais trabalhada (70% dos professores), seguida por concentrações (60%), dissolução e diluição (40%), condutibilidade (20%) e apenas 10% mostrou já ter trabalhado título ou fração em massa. Esta última propriedade demonstrou-se ser muito pouco trabalhada no ensino médio, embora esteja muito presente nos livros didáticos. Dificuldade semelhante foi observada na questão 7, em que a maioria (80%) afirmou não ter feito práticas voltadas para a facilitação da interpretação de gráficos nos conteúdos de físico-química.

As questões 8 e 9 objetivaram investigar diretamente o conhecimento e eventuais aplicações das práticas aqui propostas. O resultado apontou por um acentuado desconhecimento das técnicas, tendo sido a fotolorimetria, apontada como a mais conhecida (80%), embora não utilizada, já que, das técnicas propostas, apenas a condutimetria foi apontada como já realizada (10%), enquanto que 90% afirmou não ter ministrado nenhuma delas em suas práticas pedagógicas.

É muito importante que o professor tenha, antes de tudo, domínio e gosto pelo ato de lecionar cada disciplina, inclusive os diversos conteúdos relacionados. Neste âmbito, os mesmos foram perguntados sobre a afinidade e envolvimento dos mesmos com o ensino de Físico-Química, sendo obtido os seguintes resultados:

Gráfico 5: Sobre a satisfação e envolvimento dos professores com o conteúdo



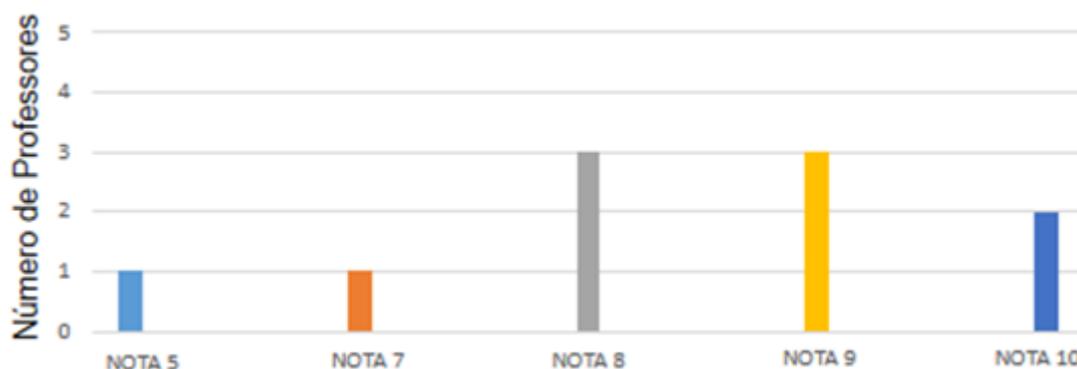
Fonte: O próprio autor

Conforme observado, não se apresenta como problema, o grau de afinidade dos professores com os assuntos diversos da disciplina, na série em questão. A busca de novos enfoques é de extrema importância, principalmente num cenário em que tais dificuldades se apresentam em detrimento da aprendizagem dos discentes.

Para reiterar a questão da afinidade entre professor/conteúdo por ele ministrado, os mesmos atribuíram um valor, numa escala de 1 a 10, para descrever o seu grau de satisfação com esta área específica de ensino, visto que é muito comum

licenciados em Química ter preferência por apenas uma das grandes áreas da disciplina (Inorgânica, Orgânica, Físico-Química e Analítica), sendo relatado o que se mostra no quadro abaixo.

Gráfico 6- Nota atribuída ao grau de satisfação do docente pesquisado com o conteúdo por ele ministrado



Fonte: O próprio autor

Considera-se uma considerável diferença no nível de satisfação dentro dos entrevistados, levando em conta a menor e a maior nota atribuída, sendo que, no entanto, 80% demonstrou ter uma grande afinidade, com nota igual ou maior a 8,0.

4.2 Da Avaliação Diagnóstica

O questionário inicial foi aplicado, censitariamente, aos 36 alunos da turma em um momento único, visando identificar o grau de compreensão do conteúdo e conceitos pertinentes ao estudo de soluções, além de identificar possíveis concepções alternativas ou ideias prévias acerca dos mesmos, ação que, conforme mencionado, permitiu a obtenção de dois subgrupos de níveis de aprendizagem semelhantes, para que a variável da intervenção pudesse estar centrada nos métodos propostos.

Um panorama geral do que foi identificado em cada resposta obtida para cada uma das questões propostas, é descrito em cada um dos subitens a seguir.

4.2.1 Conceitos, definições e operações básicas

Tendo a definição de soluções, proposta por Feltre (2004), os alunos foram instigados a encontrar a alternativa que representasse uma solução verdadeira (ver Apêndice B). Apenas 2,8% indicou corretamente a opção 'soro caseiro, ar atmosférico e ouro 18 quilates'. É provável, neste caso que, por se tratar de uma opção contendo soluções nas diversas formas físicas, os alunos tenham, de início, desprezado. Há uma tendência em se ter a concepção de que soluções são exclusivamente aquosas, talvez pelo fato de que, a vasta gama de exemplificações dos livros envolve soluções no estado líquido. Também é possível que não haja entre os discentes uma compreensão da natureza química do ar atmosférico. Em muitos casos, no ensino de ciências, o gás oxigênio é levado a ser considerado erroneamente como o componente único da atmosfera, por ser o gás utilizado diretamente na respiração. Por fim, também pode ser atribuído ao fato de que o ouro 18 quilates induz a ser entendido como uma substância pura, não uma mistura. Vale ressaltar que 25% respondeu Água + sal, soro caseiro e ar atmosférico, que pode ser considerada verdadeira, considerando que a primeira solução está saturada ou insaturada.

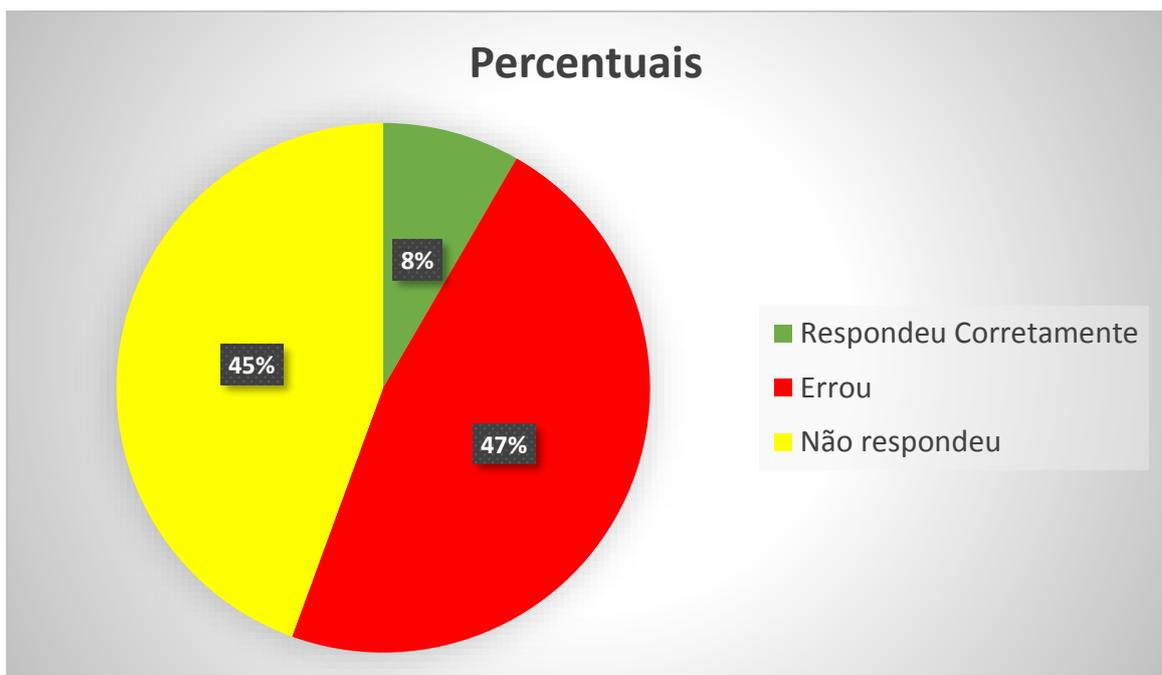
Quanto a definição, ou distinção entre soluto e solvente, a questão propunha uma breve dissertação textual do aluno. Dentre as respostas, observou-se que **44,5%** respondeu, de forma dissertativa, que '**solvente, usa-se para dissolver; soluto é o dissolvido**', sendo considerado o tipo de resposta mais próximo do ideal. As demais concepções observadas em maior escala foram a de que '**soluto é a transformação do reagente, enquanto que solvente é a substância misturada com outros reagentes**'. Este ponto chama muita atenção, pois concebe a ideia de que os alunos não distinguem bem fenômenos físicos e químicos, no momento em que consideram misturas como sendo reações químicas, onde soluto e solvente são, na verdade, reagentes. Outra ideia relatada, se aproxima muito do conceito ideal, porém, os discentes demonstram novamente em seus textos o conflito entre dissolver e diluir, mencionando que 'soluto é o que vai ser diluído; solvente é o que vai diluir' (11%). Finalmente, 16,5% optou por deixar a questão em branco.

Ao definirem o que seria diluição, 34,5% respondeu que o processo consiste em acrescentar soluto a uma solução, tornando-a mais forte. Este número aponta para uma grande probabilidade em se haver uma confusão entre os conceitos de diluição e dissolução. Também 33,3% afirmou corretamente que diluição se trata em

acrescentar solvente a uma solução, tornando-a mais fraca. Embora tenha-se percebido um conflito na distinção entre soluto e solvente, é possível que a menção à diminuição da concentração tenha facilitado a assertiva.

As operações matemáticas básicas do assunto de soluções consistem na manipulação das grandezas de massa e volume e suas formas de conversão. Há uma histórica dificuldade na compreensão da proporcionalidade química de um sistema homogêneo, que inclusive gera o conflito entre concentração e densidade. Nas questões 4 e 5 do questionário inicial, foi proposto aos alunos que utilizassem da relação entre concentração e densidade, massa e volume, sendo pedido a elucidação de uma das grandezas a partir de enunciados práticos.

Gráfico 7: Respostas para a questão 04 – Cálculo da massa de soluto a partir da densidade de uma solução



Fonte: O próprio autor

Observou-se uma grande dificuldade em realizar as operações devidas. Apenas 8,3% dos alunos encontrou corretamente a massa da solução na questão 04 e 5,5% elucidou corretamente a concentração comum pedida na questão 05, embora esta, tivesse um enunciado mais simples e direto, porém, pouco contextualizado. Dentre os erros observados nesta questão, chamou atenção as falhas demonstradas pelos alunos com relação a converter mililitros em litros, apropriar-se corretamente da

fórmula aplicável e realizar corretamente a divisão. Dentre os que erraram a questão 04, 35,7% deveu-se a utilização errada de fórmula e 64,3% falhou na conversão de unidades. Quanto a questão 05, dentre os que erraram, 44% falhou na utilização da fórmula, outros 44% na conversão de unidades e 12% não realizou corretamente as operações matemáticas básicas.

Nenhum aluno obteve corretamente o percentual de níquel na liga metálica proposta na questão 06. Embora seja uma questão simples, percebeu-se a necessidade da utilização ou busca de uma fórmula indispensável para a resolução do problema. Por acreditarem não conhecer tal fórmula, os alunos provavelmente foram levados a crer que não resolveriam a questão, por não existir outra maneira.

A questão 07 exigia um conhecimento mais apurado das grandezas químicas, pois envolvia a mistura de soluções e o uso da concentração molar. Igualmente a questão anterior, não houve acertos, sendo que nenhum aluno sequer tentou resolver de alguma forma.

Sem dúvidas a questão 08 teve um maior objetivo conceitual. Os alunos deveriam completar o texto com os conceitos pertinentes, baseados nas definições em mente. Optou-se pela utilização de palavras que descrevessem técnicas e substâncias, para verificar o domínio destas linguagens por parte dos discentes.

As habilidades contidas no texto explorado e os percentuais de acertos obtidos pelos alunos são descritos na tabela abaixo:

Tabela 7 - Percentual de acertos para cada habilidade explorada na questão 08

Habilidade	Percentual de Acerto
Reconhecer os processos de dissolução e diluição numa situação prática	5,5%
Identificar a propriedade eletrolítica dos solutos iônicos	44,5%
Compreender a relação entre ponto de saturação e presença de sedimentação no sistema	38,9%
Utilizar corretamente o termo Soluções e distinguir soluto e solvente	44,5%

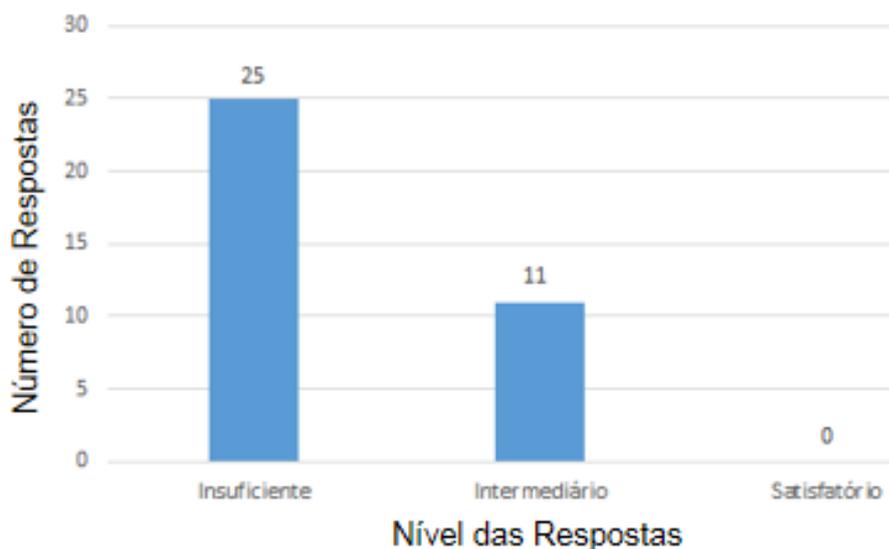
Fonte: O próprio autor

Claramente observou-se a dificuldade na utilização de conceitos simples e do conhecimento de algumas propriedades químicas acerca das soluções. Chama atenção o conflito entre os termos diluição e dissolução, como também a dificuldade em se identificar os componentes básicos de uma solução. Um dos prováveis motivos para isto está no fato de que, provavelmente, o ensino teórico, através do livro didático, não foi o suficiente para a assimilação dos termos e técnicas.

Observa-se que as práticas de preparação de soluções não são muito utilizadas, ou não é dada ênfase, em grande parte, por que, por si só, a aula não possui a atratividade necessária. Jovens estudantes, nesta etapa de ensino, necessitam de um dinamismo maior, ou objetividade, ou que se desperte a curiosidade, coisa que uma simples preparação de uma solução não confere.

Ainda quanto a questão 08, o nível de acerto foi classificado de acordo com a quantidade de habilidades aferidas para cada aluno, levando em conta o preenchimento necessário no texto proposto. O perfil geral da turma é descrito no gráfico abaixo:

Gráfico 8 - Classificação de respostas da questão 08 – Preparação de Soluções



Fonte: O próprio autor

Para a obtenção das classificações, foi considerado a escala de notas (0,0 a 3,0 – insuficientes), (4,0 a 6,0 – intermediárias) e (7,0 a 10,0 – adequadas).

Nenhum estudante preencheu satisfatoriamente o texto proposto, sendo observado, em alguns casos, conflito quanto a todos os pares de conceitos abordados, conforme demonstra uma das respostas obtidas:

Figura 7 - Resposta de um dos alunos para a questão 08

A fim de preparar uma Solução aquosa eletrolítica de concentração 20g/L do eletrólito, um estudante precisa adicionar em 250ml de água o equivalente a 5g de Sal, classificado como o Solvente da mistura. Após sua completa Diluição e homogeneização, será retirada uma alíquota de 10ml do preparo, a fim de se obter, por Dissolução, uma nova mistura de concentração 5g/L. Para isso, será adicionado um certo volume de Água, ou como podemos chamar, soluto da solução, até a mistura atingir a marca de 40ml. Por ser muito solúvel, desde que não se atinja o ponto de Sedimentação, é improvável que após um certo tempo haja Saturação de sólidos no sistema.

Fonte: O próprio autor

O conceito de mol e concentração molar foi novamente abordado na questão 09, desta vez no contexto da diluição, no sentido de entender como se dá o processo. Novamente percebeu-se o demonstrado na questão 03. Os alunos não possuíam o domínio das técnicas manipuláveis, a fim de se alterar a concentração de uma solução, seja para mais, ou para menos, de maneira que 11% respondeu ser “pôr a solução para evaporar” a forma de se diminuir a concentração molar de hidróxido de sódio. 30,5% até compreendeu o objetivo da diluição, mas não apontou a técnica utilizada para fazê-la, marcando a opção “retirar por filtração o excesso de hidróxido de sódio”.

Considerada a mais complexa, a questão 10 trouxe, por fim, a dificuldade geral da turma em compreender o conceito de condutância, interpretação de gráficos e desconhecimento da equação da reta (conteúdo matemático esperado para a primeira série do ensino médio). Uma característica desta questão, é que seu enunciado, assim como itens, foi elaborado aos moldes do ensino tradicional da disciplina, demonstrando que a assimilação de conceitos como coeficientes, ou a equação geral, em si, não são satisfatórios, quando ministrados sem contexto. Embora o exercício utilizasse de um fenômeno químico, a habilidade não foi transferida com sucesso, para sua resolução e nenhum aluno, sequer, esboçou alguma tentativa de resolução.

Dado o resultado geral da avaliação diagnóstica, ficou constatado a equiparação da turma para o nível de baixo conhecimento do assunto. Ainda assim, foi dividido uniformemente alunos com níveis mais próximos do adequado, assim como críticos, para a formação dos subgrupos: Turma 'A', a receber aulas com as técnicas propostas; e a Turma 'B', também chamada de controle, a receber aulas expositivas, com foco no livro didático.

4.3 Do desenvolvimento das atividades

Um total de 18 alunos compuseram a turma experimental, que recebeu, no Laboratório de Química da própria escola, a sequência de práticas propostas, com o objetivo de solidificar os conceitos vagos e corrigir definições errôneas apresentadas na avaliação inicial. Os roteiros iniciais e os procedimentos pertinentes foram elaborados amarrando a necessidade apresentada pelo grupo em estudo, através das respostas apresentadas, consistindo em uma sequência de atividades e questionamentos, a fim dar aos mesmos, oportunidades de ação e indagação, afim de que fossem protagonistas da própria investigação, favorecendo em muitos momentos, a descoberta, conforme mostra o registro obtido na figura abaixo.

Figura 8- Preparação de soluções para análises



Fonte: O próprio autor

De início, mostrou-se necessário uma abordagem teórica sobre normas de segurança e o método de preparação de soluções, vidrarias a serem utilizadas (uma vez que os discentes também não tinham domínio quanto a isso) e unidades de

medidas e suas conversões. A ideia foi desmistificar a necessidade de fórmulas para o entendimento das quantidades químicas de uma solução. Havia, por exemplo, dificuldade na compreensão de concentração e densidade, conforme observado na diagnóstica, em virtude da semelhança de fórmulas apresentada nos livros didáticos: $C=m/V$ e $d=m/V$. Dessa forma, não havia a diferenciação entre a concentração como sendo uma relação entre a massa do soluto e o todo, ao passo em que a densidade se refere à massa da solução como um todo. Para isso, as práticas de refratometria e picnometria foram ministradas concomitantemente, de maneira integrada, pois a relação entre o título (ou fração em massa) obtido na primeira, juntamente com a densidade, obtida na segunda, levava à determinação da concentração comum, ficando facilmente diferenciadas as 3 formas de expressão.

4.3.1 Refratometria e Picnometria

A primeira aula, para a turma experimental, consistiu da explicação teórica e prática sobre as técnicas de preparações de soluções. Foram abordadas escalas de precisão nas vidrarias, onde, através de questionamentos, os alunos sugeriam a mais adequada a ser utilizada em cada passo do preparo. Cada solução de açúcar previamente preparada passava pela análise do refratômetro e da pesagem da mesma em um balão volumétrico de 100 ml (vidraria alternativa na ausência do picnômetro), onde as diferentes formas de concentração eram obtidas e comparadas com os dados iniciais, propostos no enunciado.

Abaixo, o registro de um dos momentos da aula com utilização do refratômetro.

Figura 9: Sobreposição de uma alíquota na lente do refratômetro



Fonte: O próprio autor

Na aula posterior, em pequenas equipes, os discentes prepararam suas próprias soluções, conforme padrão estabelecido nos roteiros. Utilizando da refratometria e picnometria para não só encontrar as variáveis, como para medir a precisão e eficácia da manipulação nas etapas de preparação. Para os resultados obtidos um pouco fora do esperado, foi questionado as possíveis falhas no preparo que levava a obtenção de valores diferentes. Os alunos citaram corretamente possibilidades como erro na pesagem, perda de sólidos no momento da transferência do solubilizado para o balão, homogeneização não atingida, dentre outros.

Nestas práticas, o título, ou fração em massa de soluto é obtido a partir da refração da luz no meio, observado e demonstrado no refratômetro através da penumbra formada. Ao se preparar duas ou mais amostras de diferentes concentrações de solutos, os alunos conseguem associar bem o título como sendo uma grandeza relacionada à quantidade de sólidos dispersos homogeneamente na solução.

Para aferir a densidade, que geralmente acontece em laboratórios com o uso de um densímetro (pouco encontrado em escolas de ensino médio), a picnometria aparece como uma boa alternativa. Mesmo na ausência de um picnômetro, um balão volumétrico pode ser utilizado como opção.

Neste procedimento, os alunos discorrem as massas obtidas por duas amostras de mesmo volume, sendo uma da solução preparada e outra do solvente puro. Com as diferenças de massas, é possível, a partir de um artifício matemático simples, obter a densidade relativa da solução. Observou-se muita compreensão por parte dos alunos quanto a este processo que findou na obtenção da densidade da solução preparada.

Seja m = massa da solução e m^0 = massa do solvente, calculou-se a massa específica, ou relativa, pelo quociente das duas densidades desconhecidas, mas de mesmo volume V . Assim, a massa específica $m_e = (m/v) / (m^0/V)$. Multiplicando a primeira expressão, pelo inverso da segunda, temos $m_e = (m/V) \times (V/m^0)$. Considerando os volumes iguais, cancelamos esta grandeza, de modo que $m_e = m/m^0$, ambos os valores aferidos na balança.

A massa específica significa, portanto, por quantas vezes a densidade da solução é maior que a do solvente puro àquela temperatura. Assim, sua densidade pode ser obtida realizando sua multiplicação pela densidade da água pura, que deve ser disponibilizada para a turma.

Uma vez em posse das duas grandezas (densidade e título), a concentração comum foi obtida pelo produto das duas, onde é possível neste momento apresentar as diferenciações entre ambas (densidade e concentração), algo tão conflituoso no início.

4.3.2 Condutimetria e Fotocolorimetria

Encerrada a primeira parte, segundo bloco, que consistiu em duas aulas com condutimetria e fotocolorimetria, seguiu o mesmo padrão já observado como ideal, que constava de demonstração da técnica, seguida de outro momento tendo os próprios alunos como sujeitos ativos.

Para a condutimetria, utilizou-se sal de cozinha, com faixa de concentração entre 0,1 e 0,0125 g/L. A prática mostrou-se muito satisfatória para se trabalhar diluição, uma vez que é necessário, a partir da solução mãe, obter outras de diferentes concentrações, para a construção do gráfico. Em um dos experimentos, uma solução de cloreto de sódio 0,10 g/L foi diluída 3 vezes, obtendo-se as concentrações 0,075, 0,050 e 0,0250 g/L. As medições no condutímetro permitiram encontrar os seguintes valores de condutância, que são demonstrados, juntamente com cada concentração, na figura a seguir (Figura 9).

Figura 10: Condutância observada nas 4 soluções do experimento



Fonte: O próprio autor

Os valores obtidos e anotados na tabela (respectivamente 879, 791, 728 e 646 'microsiemens/cm') a princípio, não demonstravam nenhuma relação na concepção dos alunos, exceto a relação entre as concentrações. Para uma melhor compreensão da possível proporcionalidade existente, utilizou-se do software Origin, para se

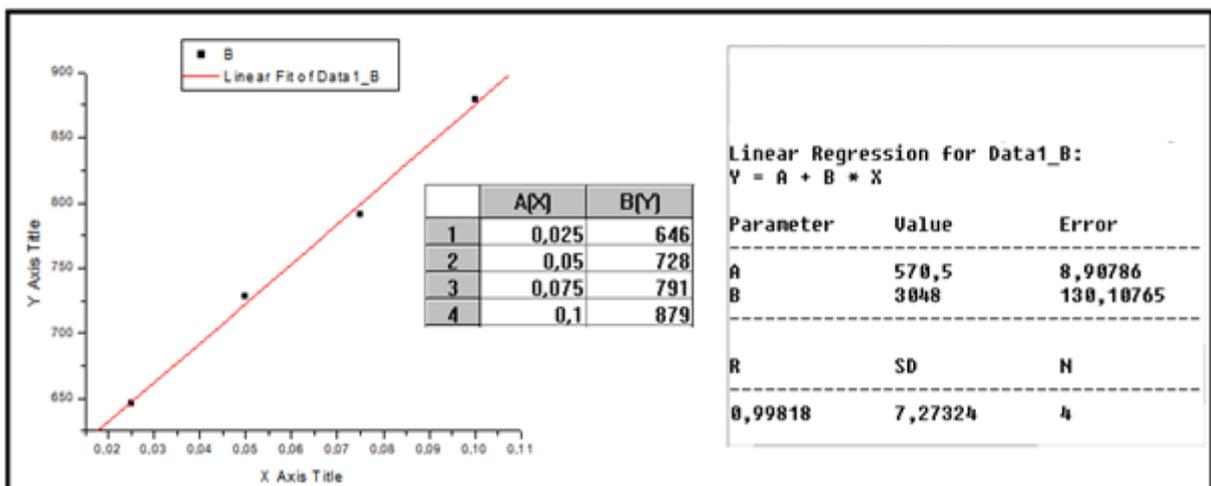
observar o gráfico resultante dos valores, para que, a partir daí, pudesse ser trabalhado os conceitos da equação da reta, como os coeficientes.

A análise do gráfico, dos respectivos coeficientes e da boa correlação entre os valores apontados pelo programa (99,8%), permitiu interpretar com clareza o significado de coeficiente linear, que neste caso, se refere a condutância esperada para a água utilizada no experimento, sem o soluto trabalhado. Quando perguntados sobre o valor esperado para condutância da água “pura”, os alunos associaram perfeitamente à presença de sais naturalmente contidos na mesma, uma vez que não estavam trabalhando com água quimicamente pura, ou destilada. Daí o valor de 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$, previsto pela equação e observado na prática, valor este teoricamente mais alto se comparado ao previsto para a água quimicamente pura, ou destilada. Esta também foi uma das indagações feitas em aula, que permitiu aos alunos encontrar as respostas através da observação e, portanto, uma busca ativa e independente pelo saber, uma das perspectivas esperadas nos objetivos desta pesquisa.

Entendeu-se a condutância de 570,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como sendo, portanto, o valor do coeficiente linear, ou seja, a condutância do solvente com a concentração de soluto igual a 0,0 g/L, ou $X=0$ (zero).

A seguir, são dadas as informações de valores, assim como a plotagem do gráfico, obtidos no programa Origin 6.0 (Figura 11), para a prática de Condutimetria, sendo o eixo ‘Y’ a condutância aferida em microsiemens/cm e ‘X’ a concentração da solução analisada.

Figura 11: Interpretação dos dados experimentais com o software Origin



Fonte: O próprio autor

Por fim, a equação genérica $Y = A + bX$ ganhou significado ao relacionarmos com as variáveis do experimento, tomando como formato $Cd = 570,5 + 3048Cc$, sendo (Cd = condutância observada no aparelho e Cc = concentração comum da solução analisada).

Quanto ao fotocolorímetro, foi observado que o led de luz vermelha demonstrou ser o mais adequado para utilização, pois obteve-se medidas precisamente proporcionais de absorção, quando utilizado permanganato de potássio em soluções de concentração entre 0,0125 e 0,10 g/L. Vale ressaltar que mostrou-se ser mais eficiente levar os alunos a prepararem todas as soluções, utilizando 4 tubos de ensaio, para posterior teste, cujos valores obtidos estão representados na figura a seguir.

Figura 12 - Fotocolorimetria das soluções do experimento

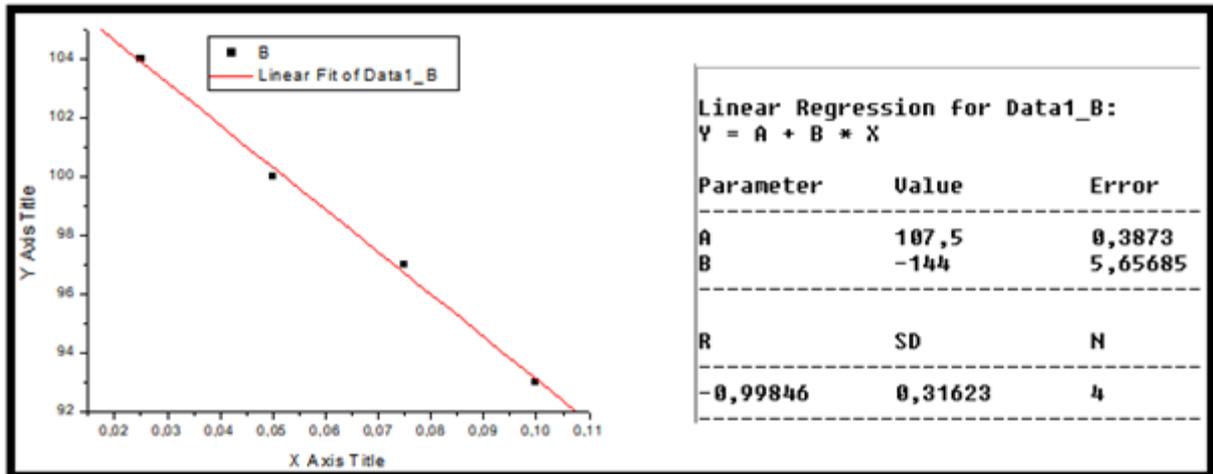


Fonte: O próprio autor

Novamente, optou-se pela verificação dos valores no Software Origin, para a compreensão da proporcionalidade existente entre a concentração da solução e o valor de energia residual observado no monitor. Antes disso, como aconselhável, foi frisado a função do aparelho, assim como seu mecanismo de funcionamento.

A figura a seguir apresenta os valores e a elucidação do software origin para a prática de fotocolorimetria, sendo o eixo 'Y' referente a energia observada no monitor do aparelho e 'X' a concentração da solução analisada.

Figura 13: Análise de dados do fotocolorímetro no Software Origin



Fonte: O próprio autor

A todo momento, a equação da reta foi trabalhada na perspectiva do experimento, a fim de se obter curvas de calibração, de onde os alunos tentavam esboçar o próprio gráfico, além de se trabalhar soluções-problemas, encontrando valores de concentrações desconhecidas através da função obtida.

Para a fotocolorimetria, por exemplo, admitiu-se a equação como sendo $E = -144C + 107,5$, sendo (E= energia observada no aparelho e C= a concentração da solução analisada).

Os alunos acompanharam ativamente do desenrolar de cada procedimento (ver Figura 13), fazendo anotações espontâneas, quando assim acharam necessário.

Figura 14: Prática de fotocolorimetria



Fonte: O próprio autor

Através das interpretações, fora proposto prever a energia observada para a água, na ausência do permanganato, como também discutido o módulo negativo do

coeficiente angular. Paralelamente, a turma controle recebeu aulas expositivas com explicações e resoluções de exercícios do livro, onde também foi frisado o conteúdo e os experimento, porém, na teoria. Na imagem abaixo, determinada solução de permanganato está sob a câmera referente ao led vermelho, onde os alunos aguardam a estabilização do valor para verificar o saldo de energia observado quando o feixe atravessa o tubo de ensaio, sendo absorvida uma parte da energia da fonte do led.

4.4 Dos Impactos da pesquisa na aprendizagem

Concluída a etapa de execução das aulas, uma avaliação final foi aplicada, em momento único, para os dois subgrupos, contendo questões semelhantes à primeira e outras complementares, elaboradas a partir dos novos direcionamentos que a aplicação das técnicas forneceu. Cada turma foi dividida com iguais níveis de proficiência para cada habilidade contemplada na avaliação diagnóstica, sendo todas elas consideradas inicialmente insatisfatórias (nota na avaliação diagnóstica próxima a 3,0), sendo que nenhum dos alunos demonstrou conhecimento acerca da utilização de gráficos para a relação entre propriedades e concentrações das soluções.

Quando pedidos para definir e diferenciar concentração comum de densidade, observou-se respostas mais consistentes para a turma A, sendo que em todas as respostas desta, os alunos citaram a relação entre uma se tratar da parte do soluto e a outra da solução em sua totalidade: “Concentração comum é a relação apenas entre o soluto e o solvente, já a densidade é a relação existente entre a massa e o volume ocupado por determinada solução” (Aluno da turma A).

Ainda sobre a definição e distinção entre concentração e densidade, 78% da turma A respondeu satisfatoriamente o pedido, enquanto que na turma B (controle), apenas 44% obteve êxito, com definições vagas e erros conceituais. Neste sentido, tem-se que as práticas de refratometria e picnometria, aliadas da forma que foram ministradas, surtiram efeito muito positivo para a aprendizagem dos termos.

A segunda questão da avaliação de impacto abordou as mesmas propriedades da anterior, porém de forma quantitativa. 83% da turma A encontrou corretamente os valores de concentração e densidade, estabelecendo com eficiência a relação entre as grandezas. Na turma B, observou-se ainda erros de operações e conversões de unidades, sendo que apenas 50% respondeu corretamente a referida questão.

Com relação ainda ao entendimento de concentração, densidade e suas aferições, ressalta-se o grande avanço na aprendizagem desta habilidade, proporcionado pelas práticas, em que se saltou de uma média de 22% para 83% de acertos para a turma do experimento. Abordando esta mesma habilidade, através de pesagens de diferentes volumes de soluções etílicas e deslocamento de líquidos em provetas, Ponticelli (2013) relata um êxito semelhante, ao ascender a média de seus alunos de 6,6 para 8,9.

Na terceira questão, novamente se propôs, através de um texto que narrava uma preparação de solução, que os alunos completassem corretamente as lacunas com os termos e conceitos corretos. A análise permitiu elucidar que 89% da turma A respondeu corretamente, por inteiro, cada lacuna pedida, demonstrando muita propriedade do conteúdo, ao passo que a turma B obteve escore de 61%. Além disso, as habilidades contidas no texto e os seus níveis de proficiência espelharam o comparativo geral das turmas, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 8 - Percentual de acertos por turma/habilidade contempladas na questão 03

Habilidade	Turma A	Turma B
Reconhecer os processos de dissolução e diluição numa situação prática	100%	72%
Identificar a propriedade eletrolítica dos solutos iônicos	100%	89%
Compreender a relação entre ponto de saturação e presença de sedimentação no sistema	94%	66,5%
Utilizar corretamente o termo Soluções e distinguir soluto e solvente	94%	83%

Fonte: O próprio autor

A definição e a classificação de soluções também foram abordadas por Navarro e Bueno (2013), em uma intervenção onde se obteve aprendizagem através da confrontação de respostas, transformando conhecimentos prévios em definições científicas. No mesmo trabalho, um resultado exitoso também é relatado por Navarro e Bueno (2013), quanto à propriedade eletrolítica de solutos iônicos, no qual utilizou-se do teste de condutibilidade elétrica em soluções de açúcar, ácidos, bases e sais. Por fim, o conflito entre soluto e solvente também foi identificado por Saraiva, et al

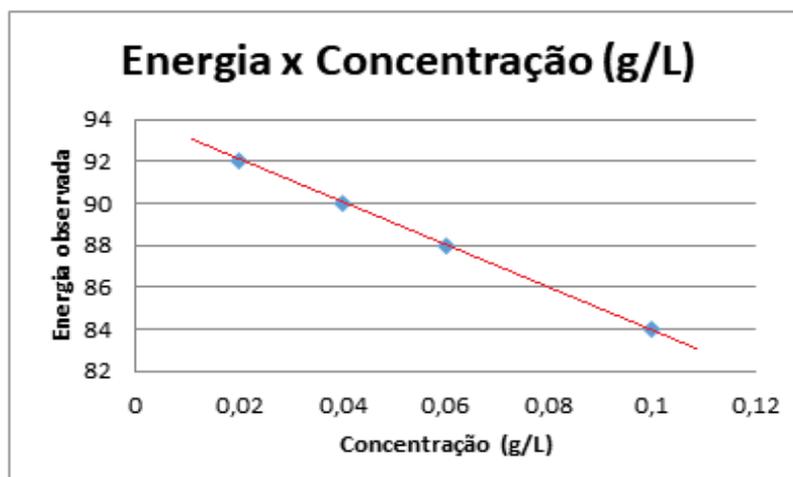
(2017), onde através de atividades experimentais problematizadas e testes de hipóteses, promoveu o reconhecimento de soluto para 100% da turma, antes 48%, enquanto que, para o solvente, 84%, antes 79%, ao mesmo tempo em que a definição de solução foi satisfatoriamente identificada em 96% da turma, sendo antes, 79%.

A quarta questão, qualitativamente analisada, demonstrou que os alunos da turma A conseguiram percorrer um maior número de causas para a explicação da preparação de uma solução com concentração final abaixo do esperado. A vivência da prática, com a posterior análise, é um ponto chave que pode ser considerado impulsionador para esta compreensão mais vasta de possibilidades.

Por fim, as questões 5 e 6 objetivaram mensurar o grau de compreensão atingido através da condutimetria e fotolorimetria, com relação às interpretações gráficas e utilização da equação da reta para o ensino de soluções. Partiu-se do princípio de que não havia, por parte dos discentes, capacidade cognitiva de transferência destas habilidades para a resolução de questões contextuais que abordassem o referido conteúdo, pelo fato de que, o ensino ministrado na disciplina de matemática não conferiu uma aprendizagem significativa. Neste sentido, foi proposto, através de uma curva de calibração, que os discentes encontrassem o valor de energia que seria observado para a análise de água destilada no fotolorímetro, fazendo assim, uma alusão à questão da avaliação diagnóstica, que indagava o valor do coeficiente linear, cujo significado muitas vezes é dado como 'o valor de Y quando X é zero', ou 'o valor quando a reta toca o eixo Y'.

A seguir, é apresentada a curva de calibração proposta na referida questão.

Gráfico 9 - Energia x Concentração para a solução proposta na questão 05

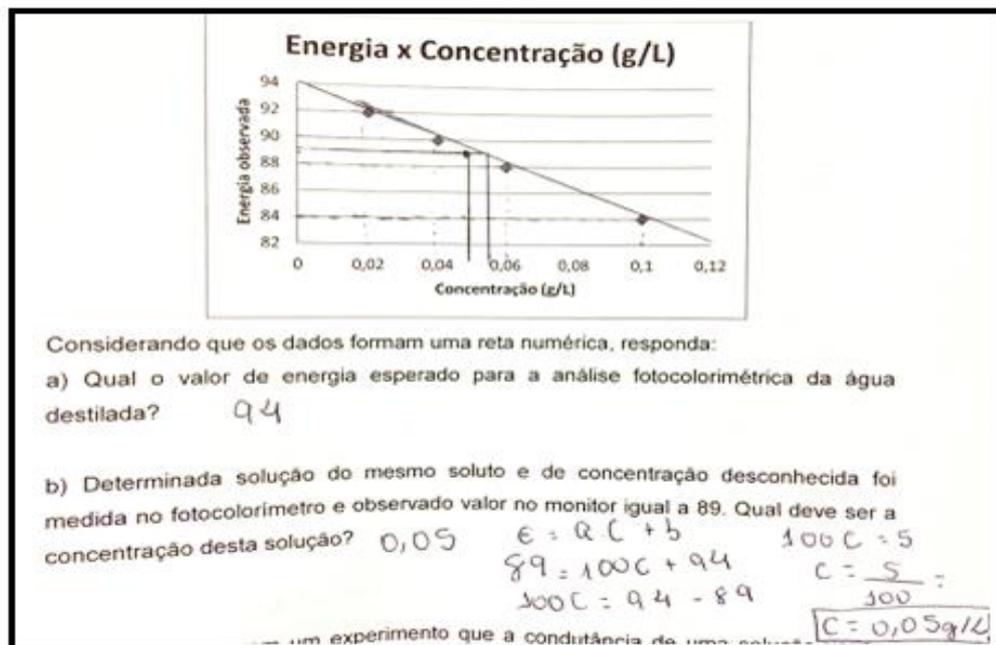


Fonte: O próprio autor

Ao todo, 72% dos alunos da turma A conseguiu responder satisfatoriamente esta questão, mostrando assim, pleno domínio das habilidades requeridas, assim como o entendimento prático de termos e conceitos referentes às funções de primeiro grau, com a perspicácia de transferir estes saberes para a solução de problemas práticos na disciplina de química. Na turma B, 44,5% dos alunos tiveram desempenho semelhante, enquanto que 33,3% não obtiveram sucesso ao tentar responder e 22,2% deixaram a questão em branco.

Além disso, o item b da referida questão propunha a análise de uma solução de concentração desconhecida, a fim de que a mesma fosse mensurada a partir dos dados expostos no gráfico, observou-se que a maioria dos alunos adaptou corretamente a equação da reta, encontrando a concentração pedida através do valor de energia dado na questão, de forma que $E = aC + b$, conforme ilustra uma das respostas de um dos alunos da turma A, mostrado na figura a seguir (Figura 15).

Figura 15: Resposta de um aluno da turma A para a questão 05



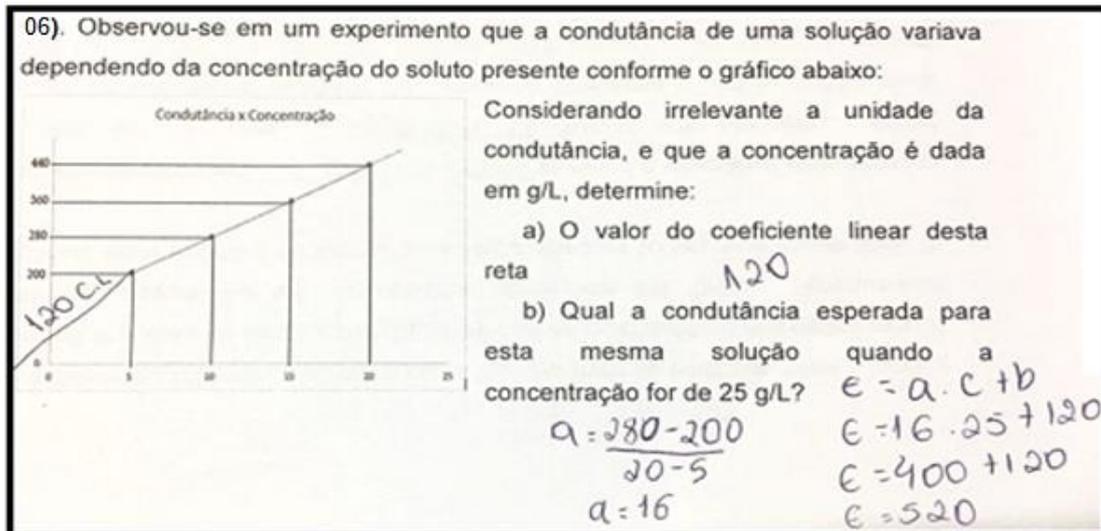
Fonte: O próprio autor

Semelhante a questão 05, o último item da avaliação de impacto utilizou da condutância para a análise dos saberes adquiridos na prática relacionada. Optou-se por valores hipotéticos com números inteiros, afim de que se tornasse mais viável a realização das operações matemáticas, em relação à questão anterior. O resultado

de fato mostrou uma incrível evolução da turma A, com 88,9% de respostas satisfatórias, ao passo que, na turma B, obteve-se um índice de 38,9% de acertos.

Uma das respostas obtidas para esta questão é ilustrada na figura a seguir (Figura 16).

Figura 16: Resposta de aluno da turma A para a questão 06 - Condutância



Fonte: O próprio autor

Vale observar que, para ambas as questões, os alunos optaram por encontrar o valor do coeficiente linear fazendo uma previsão através das proporções entre os intervalos x e y, um raciocínio não antes utilizado na diagnóstica, comprovando uma melhor compreensão e propriedade das variáveis contidas.

Mais do que apontam os resultados de aprendizagem verificados nas atividades avaliativas desta pesquisa, é importante frisar o aspecto motivacional despertado a partir da vivência destas práticas experimentais para os alunos participantes. Foi notório que a intervenção serviu para aumentar o entusiasmo dos mesmos para com a disciplina, a partir da contextualização do conteúdo abordado, tanto na química, como na matemática. A abordagem interdisciplinar para a equação da reta, através do contexto dos experimentos, impulsionou simultaneamente a aprendizagem de todos os conceitos envolvidos, assim como a compreensão de gráficos, resultados estes encontrados separadamente nos trabalhos de Santos et al (2016) e Nasser (2007), mostrando assim a ampla abordagem do método e igual eficácia demonstrada, quando comparado a outras obras do tipo.

Pesquisas de enfoques atitudinais, motivacionais e que despertem entusiasmo na vida dos estudantes, gerando maior envolvimento com o conhecimento e o mundo ao seu redor, devem ser cada vez mais impulsionadas, pois o sucesso da educação não está apenas na investidura dos aspectos cognitivos, mas também emocionais. Contudo, Barbosa (1999, apud NAVARRO e BUENO, 2013, p. 04) afirma que a motivação não deve ser tida como *a priori*, pela experimentação, sendo, portanto, uma ferramenta de auxílio à construção e aprendizagem de conceitos. Reforçando esta ideia, Tapia (2003, apud NAVARRO e BUENO, 2013, p. 04) entende que a aprendizagem deve ser vista como algo para motivar; não o contrário.

Vale ressaltar que o conceito de mol, visto na avaliação diagnóstica, não foi abordado novamente, em virtude de outras prioridades que foram identificadas pelo resultado obtido pela turma. Assim, a concentração comum foi a principal e mais adequada para a abordagem das práticas e, por fim, para a avaliação final. Contudo, em quaisquer das práticas, o conceito de mol, ou a concentração molar, podem igualmente ser abordados, tanto para a construção de conceitos, quanto para o entendimento de gráficos, pois a proporcionalidade da concentração em função da condutância é independente da unidade.

5 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Com base nos resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa, elaborou-se como Produto Educacional um material didático composto de um conjunto de práticas laboratoriais, cujo roteiro (compreendido entre procedimentos e orientações pertinentes) podem trazer bons avanços de aprendizagem nos discentes, facilitando e dinamizando as aulas de Química, especificamente no conteúdo de Soluções.

Estes roteiros e orientações pedagógicas permitirão ser trabalhadas, em aulas práticas, grandezas como concentração, densidade e título; conceitos como dissolução e diluição; técnicas de preparação de soluções e construções e análises de gráficos, utilizando a equação da reta para prever concentrações e contextualizando assuntos tidos como abstratos, estabelecendo correlações e promovendo a ideia da ciência como um todo.

Dessa forma, este guia didático pode e deve ser utilizado e trabalhado por Professores de Química, de Física ou de Matemática, sendo preferencial um projeto em parceria, conforme espera-se de uma abordagem interdisciplinar, de maneira que os objetivos das disciplinas envolvidas possam ser contemplados e reiterados mutuamente, ao passo em que o conhecimento é construído.

No material citado, as 4 (quatro) práticas são previamente detalhadas, no que tange funcionamento, procedimentos e objetivos de ensino para o qual estão sendo utilizadas. Em seguida, são propostos os guias metodológicos, ou roteiros práticos, que devem nortear o fazer prático, preferencialmente em laboratório. Por fim, orientações gerais e formas de avaliação dão o norte final para que o professor consiga obter êxitos, promovendo o conhecimento em sua turma e dinamizando suas aulas com clareza e eficácia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos questionamentos levantados que nortearam os objetivos desta pesquisa, seguido pelas etapas que objetivaram contemplar e discorrer cada realidade, considera-se que os resultados apontaram claramente por uma definição de panorama do Ensino de Físico-Química, hoje ministrado, assim como também aponta que novas metodologias para o Ensino de Química são cada vez mais necessárias e capazes de promover níveis melhores de aprendizagem.

Verificou-se, portanto, que o livro didático não é completamente satisfatório, principalmente porque o conteúdo requer muita prática para a compreensão. A afinidade do professor para com o assunto também é outra variável que pode fazer diferença na condução da disciplina, visto que não são todos que tem familiaridade com as especificidades do currículo na série em questão.

As técnicas Físico-Químicas aqui propostas, de fato, ainda são pouco conhecidas pela comunidade docente, embora em alguns laboratórios até hajam os instrumentos necessários, muitas vezes falta o conhecimento do fazer, ou orientações de como fazer. Práticas de preparações de soluções, por si só, não conferem um caráter dinâmico para uma aula experimental no ensino médio, nem permite esclarecer bem os conceitos e grandezas envolvidos, daí a necessidade de análises que permitam ao aluno questionar, refletir sobre a própria prática e desenvolver possibilidades para a resolução de problemas relacionados.

Com base na vivência das intervenções realizadas para a turma A, pautadas nas perspectivas interdisciplinares e contextuais, como se propôs, conclui-se que as 4 práticas experimentais são melhor conduzidas quando ministradas em pares, sendo a refratometria, perfeitamente aliada a picnometria, onde é possível trabalhar, principalmente, as grandezas concentração comum e densidade, algo observado ser muito conflituoso no cognitivo dos alunos, devido a semelhança com que as representações matemáticas são trabalhadas nos livros didáticos.

As práticas de condutimetria e fotolorimetria também são complementares entre si, permitindo trabalhar situações-problemas associando o conteúdo de soluções com a equação da reta, permitindo assim uma melhor aprendizagem a acerca dos conceitos envolvidos, como coeficientes linear e angular, interpolação, extrapolação e o entendimento do plano cartesiano em geral. Os alunos demonstraram uma maior segurança na plotagem e interpretação de gráficos, resultado muito semelhante ao

relatado por Nasser (2007) em que se utilizava da composição de transformações para o entendimento de funções, dentre elas, o traçado de retas.

Na condutimetria, a propriedade eletrolítica dos solutos iônicos confere a proporcionalidade existente com a concentração dos mesmos, permitindo seu melhor entendimento, enquanto que, na fotolorimetria, a intensidade da cor, associada ao número de partículas de solutos e a conseqüentemente absorção de luz observada, também permite a construção de gráficos e oportunidade de se trabalhar questionamentos relacionados, reiterando e garantindo as premissas propostas na condutimetria.

Com relação aos resultados de proficiência, ficou notório o grande avanço na compreensão do assunto observado para a turma A, que vivenciou as práticas propostas, preparando soluções, analisando, refletindo e elucidando concentrações desconhecidas, através do bom entendimento dos conceitos, das técnicas procedimentais, instrumentos utilizados e, principalmente, pela transferência de habilidades matemáticas, antes não conseguida.

Seja na parte conceitual, prática e matemática, a turma B, que serviu de controle, obteve resultados inferiores à turma experimental, mostrando a diferença que aulas práticas bem direcionadas podem conferir aos educandos, no sentido de torna-los sujeitos construtores do próprio saber. Para isto, é imprescindível um diagnóstico prévio das eventuais dificuldades, para uma posterior elaboração eficiente de uma metodologia eficaz. No caso específico desta pesquisa, observou-se conflitos conceituais entre pares, demonstrados pelos discentes, com relação a soluto/solvente, densidade/concentração/, título/concentração, soluto iônico/molecular, dissolução/diluição e solução/substância. Além disso, nenhuma habilidade relacionada ao conteúdo de funções de primeiro grau foi constatada, antes das intervenções, que ajudasse na resolução de problemas na disciplina de química. Para todas essas habilidades, o conjunto de práticas Físico-Químicas elaborado e executado, mostrou-se eficiente na diminuição da defasagem diagnosticada.

Ainda no que diz respeito à assimilação de conceitos envolvidos no ensino de soluções e nas técnicas de preparação das mesmas, ficou notório a facilidade de entendimento e aplicação causada pelas práticas complementares de refratometria e picnometria, que permitiram, além disso, despertar um maior interesse pela disciplina por parte dos alunos.

Por fim, é muito importante que o professor, enquanto interventor, tenha conhecimento do perfil de seus alunos, assim como das técnicas, práticas e didática para a condução das mesmas, afim de que este elo de ligação tenha o impacto necessário para a realidade específica que está sendo trabalhada. É possível a Educação Química unir o pragmatismo científico às didáticas docentes, obtendo um produto que una curiosidade, interdisciplinaridade, descoberta e obtenção do conhecimento tão esperado pelas legislações educacionais atuais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A. V.; BASTOS, H. F. B. N. **O professor de química e o processo reflexivo sobre sua ação em sala de aula.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003. Bauru, SP. Anais... Bauru: ABRAPEC, 2003.

ANDRADE, J. C.; CÉSAR, J.; DE PAOLI, M. C. **A determinação da densidade de sólidos e líquidos.** Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, 2004.

ATKINS, P. **Princípios de Química.** Bookman, Porto Alegre, 2001.

BARBOSA, J. O.; PAULO, S. R.; RINALDI, C. **Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, V. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.

BARUFI, M.C.B.; LAURO, M. M. **Funções elementares, equações e inequações: uma abordagem utilizando microcomputador.** CAEM, IME/USP, 2001.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ed. Ática, 1998.

BORGES, A. T. 1997. **O papel do laboratório no ensino de ciências.** In: MOREIRA, M. A.; ZYLBERSZTA J. N. A.; DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Editora da Universidade – UFRGS, Porto Alegre, RS, 1997.

BRASIL, 2000. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso de junho de 2017.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio.** Ciências Matemáticas e da Natureza e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação (Secretaria de Educação Média e Tecnológica), v. 3, 1999.

_____. Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica.** Parecer CNE/CEB n. 7/2010. Brasília, 2010b. DOU de 9 julho de 2010, Seção 1, p.10.

_____. Secretaria de Ensino Médio. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: química.** Brasília: MEC/SEB, 1999.

BUENO, MOREIRA, et al. **O desenvolvimento de aulas práticas de Química por meio da montagem de kits experimentais**. Universidade Estadual Paulista, SP, 2009. Disponível em:

<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T3.pdf>, Acessado em 14/01/2018.

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. **Química como Investigação e Reflexão**, Revista Química Nova na Escola, São Paulo, n. 9, p.14-17, maio 1999.

CASTRO, C. O. **Matemática em Bizus**. 1ª ed. - Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna, 2014.

COLL, C. **Psicologia e Currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar**. São Paulo: Ática, 1996

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas, Papirus, 2001 (Coleção Perspectiva em Educação Matemática).

FAZENDA, I. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 4 ed. Campinas: Papirus, 1999.

_____, I. (Org.). **Dicionário em construção: interdisciplinaridade**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002. (2001). V. 01. 272 p

_____, I. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. 6. Ed. São Paulo: Loyola [1991] 2017.

FELTRE, R. **Química**. Vol. 2, 6ª ed – São Paulo, Editora Moderna, 2004.

FORTES, C. C. **Interdisciplinaridade: Origem, conceito e valor**. Santa Maria, UFSM, 2012. Disponível em http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20120517101727.pdf, acessado em 04 de maio de 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. - São Paulo: Atlas, 2002

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, P. y SANMARTÍ, N. (1997), apud GOMES e CRESPO (2009). **Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos de la educación secundaria**, pp. 17-46, en Carmen, del L. La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Natureza

LIMA, I. B., ALVES, S. C. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INTERDISCIPLINARIDADE: Da explicitação de conceitos nos PCNs e DCNEM à prática pedagógica no ensino médio**. 1ª ed. Fortaleza, Ed. UECE, 2016.

LUTFI, M. **Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau**. Ijuí: Unijuí, 1988.

MATOSO, L. C. **Método Crioscópico Para Quantificação de Etanol em Bebidas**. 2013. 26 Folhas. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2013.

MELLO e BARBOSA. **Investigando a experimentação de química no ensino médio**. Universidade Federal do Paraná, 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/969-4.pdf?PHPSESSID=2009051513132455>. Acessado em: 02/06/2017

MESQUITA, F. A. **Introdução à físico-química das soluções**. Ecientífico cultural, p. 04. Disponível em <http://www.ecientificocultural.com/ECC3/solu04.htm>, acessado em 24 de abril de 2018.

MORAES, R. **Cotidiano no Ensino de Química: superações necessárias**. In: GALIAZZI, do C. ET AL. (Org) **Aprender em rede na Educação em Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008. 304 p.

NASSER, Lilian. **Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo**. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte – MG: SBEM, 2007.

NAVARRO, M.; BUENO, E. A. S. **As atividades práticas na aprendizagem significativa de conceitos químicos de soluções no ensino médio**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Secretaria de Educação do Paraná, Cadernos PDE, Vol. 1, 2013.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas. Tradução para o português de Carla Valadares, do original Learning how to learn.

ONUCHIC, L. R. **Ensino Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas**. São Paulo: Editora Unesp, 1999.

PONTICELLI, F. A.; ZUCOLOTTI, A. M., BELUCO, A. **A experimentação na construção de conceitos em físico-química**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, SP, 2013. Disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1435-1.pdf>, acessado em 13 de setembro de 2018.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUIMENTÃO, F.; MILARÉ, T. **Contextualização, interdisciplinaridade e experimentação na Proposta Curricular Paulista de Química**. São Paulo, Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente, Vol 1, No. 1, 47-54, 2015.

RIEHL, O; FONTANA, K. E.; LÓPES, R. F. A. **A excreção de creatinina como meio de análise da massa corporal magra**. Buenos Aires: Revista Digital, Nº 69, fevereiro de 2004.

SANTOS, E. F. et al. **Contextualização de conceitos químicos analíticos por meio de uma oficina de fabricação de geleias**. In: Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis-SC, 2016. Disponível em <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0237-1.pdf>, acessado em 10 de setembro de 2017.

SARAIVA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P., LIMA, J. A; SAMPAIO, C. G. **Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio**. Revista Thema, Pelotas-RS, vol. 14, nº 2, p. 194 – 208, 2017.

SEVERINO, A. J. **O Uno e o Múltiplo: o sentido antropológico do interdisciplinar**. In: JANTSCH, A.P. BIANCHETTI, L. **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. 9. Ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de Ciências**. In: SCHETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs). **Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens**. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda. 2000.

SOUSA, B. T; ODORCZYK, R. S. **Medidor eletrônico de densidades de líquidos utilizando refração**. 2013. 82f. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Industrial Elétrica com Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações da Universidade Federal Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

SEDUC. Secretaria de Educação do Estado do Ceará. Sala de Situação. Disponível em <http://saladesituacao.seduc.ce.gov.br>, acessado em 12 de janeiro de 2018.

SIERPINSKA, A. **On understanding the notion of function.** In DUBINSKY, E.; Harel, G. (ed.) *The Concept of Function: aspects of Epistemology and Pedagogy*, M A A Notes, p. 25-58, 1992.

SPAECE, **Sistema Permanente de Avaliação da Aprendizagem.** Resultados de 2017. Disponível em <http://resultados.caeduff.net/resultados/publicacao/publico/escola.jsf>, acessado em 12 de maio de 2018.

TAPIA, A. **Motivação e aprendizagem no ensino médio.** In: COLL, C. et al. *Psicologia da aprendizagem no ensino médio.* Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, p. 103 – 139, 2003.

WHITE, D. P. **Química uma ciência central**, Cap. 14, 9ª Edição, Pearson, 2005

YODER, C. **Índice de Refração.** 2012. Disponível em: <http://www.wiredchemist.com/chemistry/instructional/laboratory-tutorials/index-ofrefraction>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

ZENEBON, O; PASCUET, N. S. e TIGLEA, P. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. 1ª Edição Digital. São Paulo: IMESP, 2008.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO AOS DOCENTES PARA INVESTIGAR O PERFIL DO ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

Caro (a) Professor (a),

Este questionário tem por objetivo verificar o perfil do Ensino de Físico-Química e os diversos recursos didáticos de conhecimento utilizados para a promoção da aprendizagem nas séries de 2º ano do Ensino Médio em nossa região. Para isso, solicitamos contar com sua colaboração no preenchimento dos itens solicitados.

Agradecemos por sua colaboração!

Glauber Oliveira Benjamim - Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática da UFC

Profa. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida - Orientadora

- 1- Há quanto tempo ministra aulas de químicas na respectiva série?

- 2- Como você classifica a eficácia e adequação da abordagem trazida pelo livro didático adotado em sua escola, com relação aos textos e atividades, para efeitos de aprendizagem de seus alunos?
 - () Insatisfatórias devido ao alto grau de complexidade
 - () Insatisfatórias devido a realidade não condizente
 - () Satisfatório em partes (Regular)
 - () Satisfatório: Fornece subsídios necessários à execução do assunto

- 3- Enumere de 1 a 4, por ordem de prioridade (quando e se achar necessário) os fatores que você considera mais dificultar a aprendizagem de seus alunos no ensino de soluções químicas:
 - () Muitos conceitos de difícil assimilação
 - () Assuntos alheios à realidade no qual estão inseridos
 - () Baixa proficiência em matemática trazida das séries anteriores
 - () Indisciplina, ou déficit de atenção da turma

- 4- Já realizou com turmas de segundo ano atividades diferenciadas para facilitar o estudo e conceitos de Soluções?
 - () SIM () NÃO

Se sim, qual(is)? _____

5- Dentro do contexto matemático existente no conteúdo de Físico-Química, qual habilidade você considera mais dificultosa para seus alunos?

- Interpretação de gráficos
- Aplicação adequada de fórmulas
- Desenvolvimento de regras matemáticas
- Interpretação de Enunciados
- Conhecimento das operações básicas

6- Qual ou quais das seguintes propriedades você já trabalhou com seus alunos utilizando como recurso a experimentação?

- Densidade
- Título ou fração em massa
- Concentração das soluções
- Dissolução e diluição
- Condutibilidade

7- Já realizou alguma atividade prática, dentro ou fora de laboratório, que ajudasse na interpretação de gráficos dos conteúdos de físico-química?

- Sim Não

Se sim, qual?

8- Qual ou quais destas técnicas experimentais você conhece e tem conhecimento acerca de seu funcionamento?

- Picnometria
- Condutimetria
- Fotocolorimetria
- Refratrometria
- Nenhuma delas

9- Ainda a respeito das técnicas citadas no item anterior, qual ou quais delas você já realizou como recurso didático em suas aulas?

- Picnometria

- Conduíimétrie
- Fotocolorimétrie
- Refratrométrie
- Nenhuma delas

10-Qualitativamente falando, como você descreveria sua afinidade com os conteúdos e seu envolvimento com o ensino de físico-química?

- Tenho afinidade, gosto de ministrar e busco constantemente novos enfoques
- Não tenho afinidade, gosto de ministrar mas não busco novos enfoques
- Tenho afinidade mas não gosto de ministrar, logo não pesquiso a respeito
- Não tenho afinidade e preferia optar por não ministra-lo

11-Em uma escala de 1 a 10, qual sua afinidade com os conteúdos de Físico-Química e sua satisfação em ministra-los para seus alunos?

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA SOBRE AS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS DISCENTES REFERENTES AO TEMA SOLUÇÕES, ESTUDADOS EM FÍSICO-QUÍMICA

Caro (a) aluno (a),

Este questionário tem por objetivo verificar suas **concepções prévias referentes ao tema soluções, estudados em Físico-Química**. Para isso, solicitamos contar com sua colaboração no preenchimento dos itens solicitados.

Agradecemos por sua colaboração!

Glauber Oliveira Benjamim - Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática da UFC

Profa. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida - Orientadora

1) “Soluções são sistemas nos quais uma determinada substância se encontra disseminada na forma de pequenas partículas em uma outra substância”. (FELTRE, 2007).

Considerando a afirmação acima, identifique a opção que contém apenas soluções verdadeiras:

- a) Água + açúcar, Água + óleo e Água + areia
- b) Soro caseiro, ar atmosférico e ouro 18 quilates
- c) Areia + sal, limalha de ferro + pó de giz e Água + óleo
- d) Água + sal, Soro caseiro e ar atmosférico
- e) Água + gelo, Água + açúcar e Água + sal

2) O que você entende por Solute e Solvente?

3) Entende-se por Diluição:

- a) () Acrescentar soluto a uma solução, tornando-a mais forte
- b) () Acrescentar solvente a uma solução, tornando-a mais fraca
- c) () Acrescentar uma solução a outra solução de mesmo soluto
- d) () Tornar a solução mais concentrada, adicionando mais água
- e) () Adicionar um segundo soluto de composição diferente à uma solução já preparada

4) Para determinar a densidade de uma solução salina (água+sal), um estudante resolveu pesar em uma balança 50mL dessa água salgada. Descobriu curiosamente que a densidade desta solução seria de 1240g/L. Qual deve ter sido a massa desta solução observada na balança?

- a) 620,0g
- b) 62,0g
- c) 310g
- d) 200g
- e) 62,5g

5) Qual a concentração comum (em g/L) de uma solução formada por 40g de iodeto de potássio dissolvidos em 250ml de benzeno?

6) Qual o percentual de níquel em uma liga metálica composta por 25g deste metal, 50g de ferro e 125g de cobre?

7) No esquema a seguir, as duas soluções são misturadas, resultando numa terceira solução, representadas respectivamente pelos líquidos azuis contidos nos béqueres, onde são dadas algumas informações importantes. Qual será a molaridade da solução resultante esperada?



- a) () 0,38 molar
- b) () 0,9 molar
- c) () 0,52 molar
- d) () 3,8 molar
- e) () 0,7 molar

8) Complete corretamente o enunciado sobre preparação de misturas com algumas das palavras abaixo:

DILUIÇÃO, DISSOLUÇÃO, ÁGUA, AÇÚCAR, SAL, SOLUTO, SOLVENTE, SEDIMENTAÇÃO, SUBSTÂNCIA, SOLUÇÃO, SATURAÇÃO

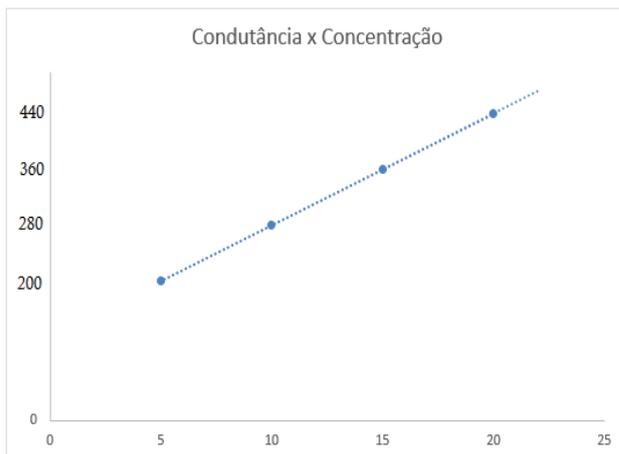
A fim de preparar uma _____ aquosa eletrolítica de concentração 20g/L do eletrólito, um estudante precisa adicionar em 250ml de água o equivalente a 5g de _____, classificado como o _____ da mistura. Após sua completa

_____ e homogeneização, será retirada uma alíquota de 10ml do preparo, a fim de se obter, por _____, uma nova mistura de concentração 5g/L. Para isso, será adicionado um certo volume de _____, ou como podemos chamar, _____ da solução, até a mistura atingir a marca de 40ml. Por ser muito solúvel, desde que não se atinja o ponto de _____, é improvável que após um certo tempo haja _____ de sólidos no sistema.

9) Um estudante preparou uma solução de hidróxido de sódio na concentração de 4 mols/L. Precisando que a concentração desta solução caia para 2 mols/L, o procedimento correto que ele deve realizar para isso é:

- a) () Descartar essa solução e preparar uma nova, realizando outros cálculos.
- b) () Adicionar uma pequena quantidade de hidróxido de sódio à solução, previamente calculada.
- c) () Adicionar mais água à solução para que ela se torne mais fraca até o ponto ideal
- d) () Por a solução para evaporar
- e) () Retirar por filtração o excesso de hidróxido de sódio

10). Observou-se em um experimento que a condutância de uma solução variava dependendo da concentração do soluto presente conforme o gráfico abaixo:



Considerando irrelevante a unidade da condutância, e que a concentração é dada em g/L, determine:

- a) O valor do coeficiente angular da reta numérica, sabendo que $Y = aX + b$
- b) O valor do coeficiente linear desta reta
- c) Qual a condutância esperada para esta mesma solução quando a concentração for de 25 g/L?
- d) Qual o valor esperado para este solvente puro, ou seja, na ausência de soluto?

APÊNDICE C: AVALIAÇÃO DE IMPACTO DE APRENDIZAGEM

Aluno: _____

1) Defina e diferencie concentração comum e densidade de uma solução:

2) Qual a concentração comum de uma solução formada por 20g de sacarose em 50 ml de água? Considerando para esta solução um título percentual de 40 %, qual a sua densidade esperada, através da relação Concentração, Densidade e Título?

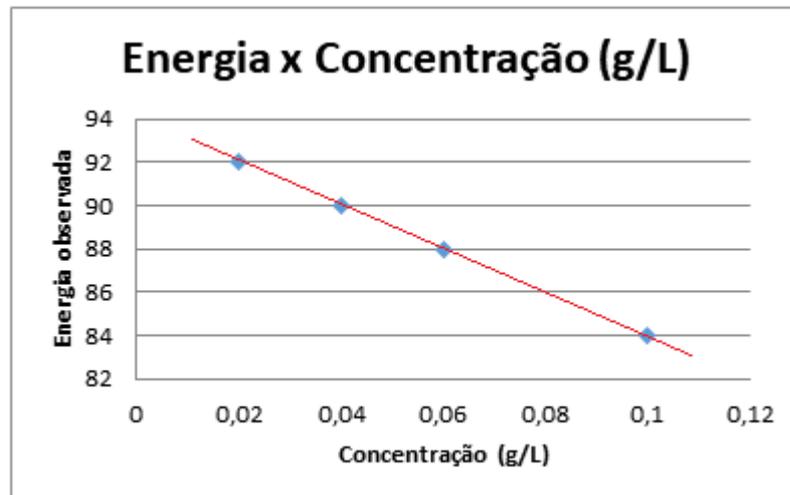
3) Baseado nas práticas de preparação de soluções realizadas durante os experimentos físico-químicos, ou nas aulas teóricas, complete corretamente o texto abaixo:

DILUIÇÃO, DISSOLUÇÃO, ÁGUA, AÇÚCAR, SAL, SOLUTO, SOLVENTE, PRECIPITAÇÃO, SUBSTÂNCIA, SOLUÇÃO, SATURAÇÃO

Para preparar uma determinada _____ eletrolítica, um estudante do Curso de Agroindústria pesou 25 g de um determinado _____, classificado como o _____, em um béquer, e realizou a sua _____ com auxílio de um bastão de vidro. Após isso, transferiu vagarosamente todo o conteúdo para um balão volumétrico de 100ml, completando o volume até o menisco, utilizando _____, um processo denominado _____. Com essas informações, foi possível o aluno calcular a concentração comum desta solução, estimada em 250 g/L. No entanto, após algum tempo, o estudante observou um depósito de sólidos no fundo do béquer. Observou que houve _____ pelo fato de que essa concentração ultrapassa o ponto de _____ para esta temperatura.

4) Após executar todos os procedimentos na tentativa de preparar uma solução de concentração 100g/L, um estudante observou através do refratômetro que a concentração real preparada foi de 985 g/L. Cite os principais motivos que podem ter levado a essa diferença de valor durante o processo de preparação da solução.

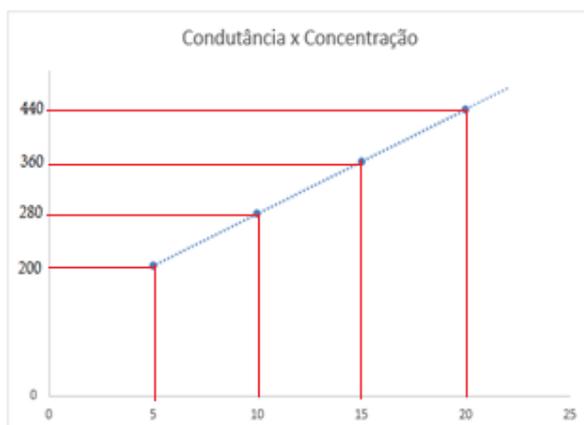
5) Após uma análise foto colorimétrica, um estudante obteve o seguinte gráfico de Energia em função das concentrações utilizadas para uma solução de permanganato de potássio:



Considerando que os dados formam uma reta numérica, responda:

- Qual o valor de energia esperado para a análise foto colorimétrica da água destilada?
- Determinada solução do mesmo soluto e de concentração desconhecida foi medida no fotocolorímetro e observado valor no monitor igual a 89. Qual deve ser a concentração desta solução?

6). Observou-se em um experimento que a condutância de uma solução variava dependendo da concentração do soluto presente conforme o gráfico abaixo:



Considerando irrelevante a unidade da condutância, e que a concentração é dada em g/L, determine:

- O valor do coeficiente linear desta reta
- Qual a condutância esperada para esta mesma solução quando a concentração for de 25 g/L?

APÊNDICE D: AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA****CENTRO DE CIÊNCIAS****UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ****TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA**

Eu, _____, R.G. _____, professor de química em exercício na _____, localizada na cidade de _____, autorizo a utilização das informações contidas no questionário por mim preenchido, intitulado **Questionário aos docentes para investigar o perfil do Ensino de Físico-Química no 2º ano do Ensino Médio**, para análise e divulgação, como uma das etapas do projeto de dissertação **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SOLUÇÕES AQUOSAS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL COMO FERRAMENTA IMPULSIONADORA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO**, do programa de pós-graduação supracitado.

_____, _____ de _____ de 2017

Assinatura do Professor Colaborador