

## Licenciatura em Química

**Jenniffer Marcellos Tinti**

Aplicação de estatística para análises de resultados em Química  
Analítica Quantitativa: Utilização de Tema Gerador

**Duque de Caxias**

**2018**

JENNIFFER MARCELLOS TINTI

APLICAÇÃO DE ESTATÍSTICA PARA ANÁLISES EM RESULTADOS EM QUÍMICA  
ANALÍTICA QUANTITATIVA: UTILIZAÇÃO DE TEMA GERADOR

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal do Rio  
de Janeiro, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciada em  
Química.

Orientadora: Ana Carolina Carius Oliveira

Duque De Caxias

2018.2



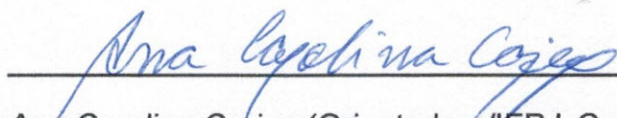
JENNIFFER MARCELLOS TINTI

A UTILIZAÇÃO DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA PARA ANÁLISES EM  
RESULTADOS DE QUÍMICA ANALÍTICA QUANTITATIVA: UTILIZAÇÃO DE TEMA  
GERADOR

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal do Rio  
de Janeiro, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciada em  
Química.

Aprovada em 12 / 12 / 18.

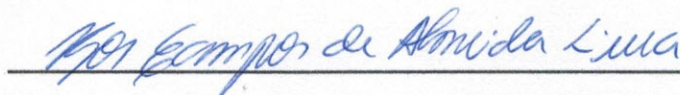
BANCA EXAMINADORA



Prof<sup>a</sup>. Doutora Ana Carolina Carius (Orientadora/IFRJ-Campus de Duque de Caxias)



Prof. Doutor André Von-Held Soares (IFRJ – Campus de Duque de Caxias)



Prof. Doutor Igor Campos de Almeida Lima (Universidade Católica de Petrópolis)

Prof. Mestre André de Sá (IFRJ-Campus de Duque de Caxias)

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ

T593a Tinti, Jennifer Marcellos

Aplicação de estatística para análises de resultados em Química Analítica Quantitativa: Utilização de Tema Gerador / Jennifer Marcellos Tinti. – Duque de Caxias, RJ, 2018.

1 CD ROM.

Orientação: Prof. Dra. Ana Carolina Carius Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Licenciatura em Química, 2018.

1. Química Analítica Quantitativa. 2. Estatística Descritiva. 3. Tema Gerador. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Campus Duque de Caxias. II. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família que esteve comigo em todos os momentos, que sempre me apoiou e me deu forças para continuar.

Agradeço também aos meus amigos, um grupo especial que se auto intitula Megazord. Quando começamos o curso vocês me acolheram e me fizeram fazer parte de um todo, e foi por fazer parte desta estrutura que eu nunca cai, nunca me senti sozinha. Então agradeço a cada um de vocês por nunca desistirem de mim.

E aos meus amigos do trabalho que sempre me apoiaram e me ajudaram de todas as formas possíveis e me ouviram quando eu não aguentava mais.

E também a minha Orientadora, Ana Carolina Carius, que iniciou sua trajetória comigo em 2015.1 e desde então tem me apoiado e me orientado para realizar o melhor trabalho possível.

Um agradecimento especial às minhas melhores amigas Angélica Bello e Bianka Lemos, por sempre estarem do meu lado presencialmente ou não e por acreditarem em mim. Agradeço também a minha amiga Bárbara Gerotto, que é aquele achado de amiga que está sempre do seu lado pra te fazer bem, nem que seja pra te levar para dar uma volta ou te dar um doce para eu não ficar triste.

Gostaria de agradecer também aos meus amigos Ricardo Lopes, André Nascimento e André Menezes que se disponibilizaram para ler meu TCC e dar aquela ajuda.

Queria agradecer também as minhas tias e tio Nathalia Marcellos, Felipe Brito e Viviane Azevedo por me acolherem em suas casas e suportarem os meus pedidos de silêncio, minha bagunça de papéis e é claro, cuidar de mim em todos os aspectos.

E por último e *super* importante a minha mãe, Patricia Marcellos e minha madrinha Marcele Marcellos por serem meu alicerce de vida. Por me aconselharem, por estarem à disposição, por serem ponto de partido e ponto de retorno, um refúgio eterno.



## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados obtidos em um projeto de pesquisa multidisciplinar desenvolvido no curso Técnico de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *Campus* Duque de Caxias. O uso de um tema gerador é uma maneira de aproximar saberes distintos, mas interligados. Assim, a proposta deste trabalho aborda a aplicação da Estatística Descritiva em Química Analítica Quantitativa usando o tema de controle de qualidade e toxicologia na indústria farmacêutica. O trabalho parte desde a concepção e elaboração de um material didático adequado contemplando ambas as disciplinas, bem como tópicos de apoio às questões controle de qualidade, até a sua aplicação em sala de aula. Diante deste cenário, propôs-se um projeto de pesquisa, que se constitui na criação de um material que envolve ambas as disciplinas, onde foram aplicadas questões envolvendo as duas disciplinas simultaneamente. A primeira etapa realizou-se com a aplicação de questões cujo ênfase era a estatística, por serem aplicadas na disciplina de Tratamento de Dados. No entanto, utilizou-se exemplos e situações cotidianas de Química Analítica, relacionadas às práticas realizadas pelos estudantes em laboratório. As questões foram também contextualizadas com a profissão Auxiliar de Controle e Farmacêutico Toxicólogo, relacionando os exemplos com uma profissão possível para o técnico em química e na qual o conhecimento de tratamentos de dados é indispensável. A segunda etapa realizou-se na turma de Química Analítica Quantitativa. Estas questões foram adaptadas para se ter maior rigor em Química Analítica, contudo sem mudar os contextos. Espera-se que, com este trabalho, o estudante amplie a capacidade de resolução de problemas cotidianos, desenvolva criatividade e senso crítico, além de desenvolver o interesse do mesmo pela Estatística Descritiva, que é vista, erroneamente, como um conjunto de fórmulas matemáticas sem aplicação a situações práticas na vida acadêmica ou profissional do mesmo.

**Palavras-chave:** Química Analítica; Estatística Descritiva; Tema Gerador; Aprendizagem Colaborativa e STEM

## ABSTRACT

The present work aims to present the results obtained in a multidisciplinary research project developed in the Technical Course of Chemistry of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro, Campus Duque de Caxias. A major challenge to be faced in the Chemical Technician courses is the acceptance of the exact sciences, in particular Descriptive Statistics, which for many times do not have their importance noticed and is overlooked by the students. The same is used in some disciplines, especially Quantitative Analytical Chemistry, which has many points where it is necessary to have statistical knowledge in order to have a more precise result, which are left aside or not given due importance for never having between the two disciplines. Given this, we proposed a research project, which consists in the creation of a material that involves both disciplines, where questions are applied in relation to them. In the first application the questions were focused on statistics, because they were applied in the Data Processing class, but Analytical cases that the students had practices in the laboratory were used. The questions have also been contextualized with the Assistant Profession of Control and Pharmaceutical Toxicologist, making an interconnection with which profession that they can follow, that may use the practical concepts made by them, and it is still necessary to have the understanding of data treatment. The second application was made in the Quantitative Analytical Chemistry class, but these questions were adapted to have more analytical requirements, however without changing the contexts. In both questionnaires it was necessary to know the statistical part to proceed with the analytical calculations and then to return to static, showing a reality that chemistry professionals experience, having to treat the data before relying on them to give an report. It is expected that with this work, the student may amplify the capacity of solve daily problems, develop criativity an critical sense, beside develop the interest for descriptive statistics, which is seen, amiss, as a group os math formulas without aplication to practical situations academic or professional life of he student.

**Keywords:** Analytical Chemistry; Descriptive Statistics; Generator Theme; Collaborative Learning and STEM

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                           |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1  | Resposta errada da questão 2 do exercício da água oxigenada.              | 32 |
| Figura 2  | Resposta certa da questão 2 do exercício da água oxigenada.               | 32 |
| Figura 3  | Respostas da parte estatística detalhada.                                 | 33 |
| Figura 4  | Respostas diretas da 1 e 4                                                | 34 |
| Figura 5  | Resposta da questão 4 com a concentração do laudo errada                  | 35 |
| Figura 6  | Resposta de um dos alunos que utilizou a ferramenta Excel                 | 53 |
| Figura 7  | Resposta de um aluno que utilizou cores para a diferenciação no exercício | 53 |
| Figura 8  | Resposta feita a mão (parte1)                                             | 54 |
| Figura 9  | Resposta feita a mão (parte2)                                             | 54 |
| Figura 10 | Resposta da questão extra.                                                | 55 |

:

## LISTA DE GRÁFICOS

|            |                                                                                                                                           |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1  | Dados das respostas sobre o tempo de estudo semanal                                                                                       | 36 |
| Gráfico 2  | Dados das respostas sobre a distância que moram referente ao campus                                                                       | 37 |
| Gráfico 3  | Dados das respostas sobre a afinidade pela Química Analítica.                                                                             | 37 |
| Gráfico 4  | Dados das respostas sobre a afinidade por Tratamento de Dados                                                                             | 38 |
| Gráfico 5  | Dados das respostas dos alunos sobre a necessidade de tratamento de dados no ensino de química analítica                                  | 39 |
| Gráfico 6  | Dados das respostas dos alunos sobre a importância de tratamento de dados                                                                 | 39 |
| Gráfico 7  | Dados das respostas dos alunos sobre o nível de relação entre estatística e química analítica                                             | 40 |
| Gráfico 8  | Dados das respostas sobre a dificuldade em tratamento de dados.                                                                           | 41 |
| Gráfico 9  | Dados das respostas sobre a dificuldade em química analítica                                                                              | 41 |
| Gráfico 10 | Dados das respostas sobre o nível de significado da experiência                                                                           | 42 |
| Gráfico 11 | Dados das respostas sobre o nível de importância de se trabalhar os conceitos de estatística e química analítica de maneira conectadas.   | 42 |
| Gráfico 12 | Dados das respostas dos alunos sobre a opinião deles do trabalho multidisciplinar das disciplinas Química Analítica e tratamento de dados | 43 |
| Gráfico 13 | Dados das respostas dos alunos sobre qual o tempo de estudo semanal                                                                       | 45 |
| Gráfico 14 | Dados das respostas dos alunos sobre a distâncias que eles moram do campus.                                                               | 46 |
| Gráfico 15 | Dados das respostas dos alunos sobre a afinidade deles com a Química Analítica Quantitativa.                                              | 47 |
| Gráfico 16 | Dados das respostas dos alunos sobre a afinidade deles com a Tratamento de Dados                                                          | 47 |
| Gráfico 17 | Dados das respostas dos alunos sobre a necessidade de tratamento de dados no curso de química.                                            | 48 |
| Gráfico 18 | Dados das respostas dos alunos sobre a importância de tratamento de dados no curso de química                                             | 49 |



|            |                                                                                                                                   |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 19 | Dados das respostas dos alunos sobre o nível de relação entre tratamento de dados e química analítica.                            | 49 |
| Gráfico 20 | Dados das respostas dos alunos sobre a dificuldade que eles possuem em tratamento de dados.                                       | 50 |
| Gráfico 21 | Dados das respostas dos alunos sobre a dificuldade que eles possuem em química analítica                                          | 50 |
| Gráfico 22 | Dados das respostas dos alunos sobre a importância de se trabalhar os conceitos de química analítica e tratamento de dado juntos. | 51 |

## **LISTA DE SIGLAS**

MEC – Ministério da Educação

STEM - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (traduzido)

IFRJ - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

EDTA - ácido etilenodiamino tetra-acético

## SUMÁRIO

|       |                                                                          |           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1     | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                        | <b>12</b> |
| 2     | <b>OBJETIVOS</b>                                                         | <b>17</b> |
| 2.1   | OBJETIVO GERAL                                                           | 17        |
| 2.2   | OBJETIVO ESPECÍFICO                                                      | 17        |
| 3     | <b>JUSTIFICATIVA</b>                                                     | <b>18</b> |
| 4     | <b>APORTE TEÓRICO</b>                                                    | <b>19</b> |
| 4.1   | MATEMÁTICA ESTATÍSTICA: CONCEITOS                                        | 19        |
| 4.2   | QUÍMICA ANALÍTICA: CONCEITOS                                             | 22        |
| 4.3   | AUXILIAR DE CONTROLE DE QUALIDADE                                        | 24        |
| 4.3.1 | <b>Dureza da Água</b>                                                    | <b>24</b> |
| 4.3.2 | <b>Determinação de Cálcio em leite</b>                                   | <b>25</b> |
| 4.3.3 | <b>Cloreto de Sódio em Soro Fisiológico</b>                              | <b>26</b> |
| 4.4   | ESTATÍSTICA DESCRITIVA E QUÍMICA ANALÍTICA SENDO APLICADA NO MÉTODO STEM | 27        |
| 5     | <b>METODOLOGIA</b>                                                       | <b>30</b> |
| 6     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>                                           | <b>31</b> |
| 6.1   | PRIMEIRA APLICAÇÃO                                                       | 31        |
| 6.2   | COLETA DE DADOS DA PRIMEIRA APLICAÇÃO                                    | 35        |
| 6.3   | SEGUNDA APLICAÇÃO                                                        | 45        |
| 6.4   | COLETA DE DADOS SEGUNDA APLICAÇÃO.                                       | 45        |
| 6.5   | DISCUSSÃO DA SEGUNDA APLICAÇÃO                                           | 51        |
| 6.6   | COMPARAÇÃO ENTRE AS DUAS APLICAÇÕES                                      | 55        |
| 7     | <b>CONCLUSÃO</b>                                                         | <b>57</b> |
| 8     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>                                               | <b>58</b> |
| 9     | <b>APÊNDICES</b>                                                         | <b>62</b> |
| 9.1   | APÊNDICE A: <b>Água Oxigenada</b>                                        | 62        |
| 9.2   | APÊNDICE B <b>Teste de dureza da água</b>                                | 64        |
| 9.3   | APÊNDICE C: <b>CADERNO DE QUÍMICA ANALÍTICA E ESTATÍSTICA</b>            | 69        |
| 9.4   | APÊNDICE D: <b>Questionário para o Sétimo Período</b>                    | 84        |
| 9.5   | APÊNDICE E: <b>Questionário inicial</b>                                  | 85        |



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o site do Ministério da Educação (MEC) as redes de cursos federais foram fundadas em 1909, quando o presidente Nilo Peçanha criou 19 escolas de Aprendizes e Artífices que, mais tarde, deram origem aos Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica. De 1909 a 2008 diversas leis e cursos foram criados e oferecidos com o intuito de formar pessoas de baixa renda em profissionais mais capacitados e prontos para o mercado de trabalho. O objetivo central destes institutos é proporcionar desenvolvimento local e regional, seja no âmbito socioeconômico, quanto na diminuição da desigualdade social (MEC, 2016).

A proposta de tirar o foco dos grandes centros e implantar os institutos em áreas mais afastadas veio do MEC, que mantendo a proposta de desenvolvimento regional, buscou espaço nos locais para os quais as empresas poderiam migrar, encontrar mão de obra qualificada e com incentivos fiscais. Desta forma seria possível proporcionar um crescimento significativo na área onde possui o curso de qualificação (SILVA E TERRA, 2013).

Mesmo que estas medidas sejam vistas pelo Governo Federal como suficientes para que a demanda de profissionais qualificados seja suprida, não foi o que aconteceu, pois mesmo com toda a expansão das redes federais de ensino, estes profissionais não chegam nas indústrias (MEDEIROS et al., 2014).

No fim de 2008, quase 80 instituições entre escolas agrícolas, Centros Federais de Educação Profissional, escolas técnicas federais e escolas vinculadas a faculdades deixaram de existir para se transformarem em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (MEC, 2016).

O *campus* de Duque de Caxias foi fundado em 2006, inicialmente apenas com cursos técnicos e depois implementando a parte de Licenciatura. O curso que participará da pesquisa deste documento é o curso técnico em Química, fundado apenas em 2011 (PCC, 2012). Atualmente o *campus* conta com a graduação em Licenciatura em Química e cursos de nível médio, além do Técnico em Química, sendo estes o curso técnico em Petróleo e Gás, técnico em Plásticos, técnico em Segurança do Trabalho e Programa de Educação de Jovens e Adultos no curso técnico de Manutenção e Suporte em Informática (TAVARES 2012).

No livro escrito por Fernando Luiz Abrucio, que fala exclusivamente sobre formação de professores, aborda-se não só a atuação dos docentes, mas também a



sua importância e sua história. A partir desta obra, é possível perceber que a formação de professores vem ganhando espaço e que não preza apenas certificados, currículos grandes e comprovações de carreiras. Se espera resultados, se incentiva a formação continuada e espera dos professores recém inseridos um aval pedagógico bem estruturado (ABRUCIO, 2006).

Com a nova percepção de formação de professores, aumenta-se a necessidade de criar estratégias de melhoria de ensino. Tais estratégias tiveram início para o Curso de Licenciatura em Química na Universidade de Brasília que, buscando restabelecer um quadro para a licenciatura, refez a grade de horário de uma maneira que as aulas pedagógicas conversassem com as teóricas e práticas da química, fato que não ocorria até a reforma, onde professores tinham apenas bacharel e quando a licenciatura foi implantada era apenas um apêndice da primeira (GAUCHE et al., 2007).

Esta reforma ainda está acontecendo e encontra-se em diferentes estágios em cada *campus*, mas tem por objetivo superar dilemas tradicionais e caminhar na direção da estruturação de um projeto político-pedagógico para que as licenciaturas consigam efetivamente romper o modelo de ensino tradicional e distante dos alunos. Para isto acontecer, a formação de professores de química precisou ser assumida em um espaço curricular específico, que almeja que os saberes pedagógicos e psicológicos sejam articulados entre si, buscando diálogo entre a distribuição das disciplinas, de forma que estabeleçam um diálogo e tenham significado em sua continuidade (GAUCHE et al., 2007).

Este trabalho baseou-se na proposta pedagógica *STEM* (*Science Technology Engineering Mathematics*), isto é, Ciência Tecnologia Engenharia e Matemática. Os conceitos de STEM foram implementados, primeiramente, em diversos aspectos do mundo dos negócios, primariamente verificado em firmas de engenharia, objetivando a produção de tecnologias revolucionárias como ferramentas automobilísticas e máquinas, dentre outros. No entanto, percebe-se que grandes inovações foram obtidas por pessoas que não tiveram qualquer aprendizagem sistemática. Como exemplos, pode-se citar Thomas Edison, que nunca frequentou um curso superior, assim como Henry Ford. Porém ambos, no ímpeto de concretizar suas ideias inovadoras, utilizaram-se de diversos princípios STEM para, de fato, revolucionar o mundo. De acordo com White (2014), as quatro vertentes STEM se adaptam a

qualquer carreira acadêmica. No entanto, as mesmas se ajustam melhor em ciências e matemática. São definidos por:

**Ciência:** O estudo sistemático da natureza e do comportamento de um material e o universo físico, baseado na observação, experimento e medidas, através da formulação de leis que descrevam esses fatos em termos gerais.

**Tecnologia:** O ramo do conhecimento que lida com a criação e uso de meios técnicos e sua interrelação com a vida, sociedade, e o meio ambiente, desenhados através de sujeitos como artes industriais, engenharia, ciência aplicada e ciência pura.

**Engenharia:** A arte ou ciência de se obter uma aplicação prática para o conhecimento da ciência pura, como física ou química, através da construção de motores, pontes, edifícios, barcos ou produtos químicos.

**Matemática:** Um grupo de ciências relacionadas, incluindo álgebra, geometria e cálculo, interessados nos estudos dos números, quantidades, tamanhos e espaço e suas interrelações através do uso de uma notação específica.

A proposta STEM utiliza temas geradores reais para que alunado pense fora dos silos disciplinares e busque resolver os desafios propostos na questão usufruindo todos os recursos a sua disposição (MOREIRA, 2018). A proposta deste trabalho, por se basear na inserção de situações cotidianas nas atividades escolares, procura desenvolver nos estudantes habilidades e competências na perspectiva STEM.

A fim de corroborar com este método utilizou-se, também, princípios da Aprendizagem Colaborativa. Esta baseia-se no conceito de trabalho em equipe e espera-se que o aluno desenvolva, através das atividades, habilidades sociais no que diz respeito ao relacionamento com outros indivíduos quando o grupo se depara com desafios e problemas. Objetiva-se, também, promover o desenvolvimento da criatividade, em se tratando de problemas reais e com mais de um possível caminho de resposta, construindo o conhecimento de modo coletivo.

O projeto em questão foi aplicado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ) e terá como público alvo os alunos do curso Técnico em Química, sexto período. Os alunos do curso técnico, em sua maioria, estão na instituição por gostar ou ter afinidade com química, por isso abordar temas

específicos da área de maneira aprofundada é algo que pode ser muito bem recebido por eles, pois estes podem encontrar no projeto a área em que eles irão trabalhar.

O técnico em química visa prepará-los para trabalhar com a parte prática e esta, por sua vez é dependente da parte teórica, ou seja, os alunos que estão cursando o curso técnico precisam ser incentivados a compreender a química e suas vertentes de maneira geral e específica, vendo cada área se interligando, mostrando que todos os conceitos são essenciais a sua formação.

A Estatística é uma das áreas da matemática que aplica-se em diversas outras ciências, como a Biologia, a Física, Físico-Química, Química e dentro de todos estes ramos ela dá suporte nas pesquisas, onde é necessário quantificar os resultados. (SHIGUTI, 2006)

Na química, o um dos ramos que utiliza bastante a estatística é a Química Analítica Quantitativa. Esta modalidade tem por objetivo geral quantificar o conteúdo de uma amostra.

Existem diversos métodos para realizar estas análises, mas nenhum deles é preciso e perfeito, possuem uma margem de erro e o tratamento de dados entra para auxiliar nestas análises, uma vez que conhecer o erro das medições é de suma importância em profissões que trabalham com a Química Analítica.

As medições analíticas possuem erros experimentais, pois seus compostos químicos podem ter interferências humana, química e ambiental. A título de exemplo isto em um panorama mais substancial, pode-se dizer que uma titulação feita com HCl 37% pode ser pipetada de maneira imprecisa, o HCl pode ter sido usado diversas vezes e evaporado, ele pode estar misturado com algumas substâncias entre outras interferências, mas para isto existem métodos de correção e para determiná-los usa-se Tratamento de Dados. (ABREU, COSTA., et, al, 2006)

Contudo, a Matemática Estatística tem uma importância maior do que auxiliar a Química Analítica com o fator de correção, ela está presente em praticamente todos os processos analíticos. Uma vez que todos os métodos são realizados em, no mínimo, triplicata, obtém-se a média dos resultados, para que sua análise seja mais exata. O tratamento de dados também ajuda nas análises de quais amostras utilizar, aplicando-se a moda, no cálculo do erro em relação à literatura com a análise do desvio padrão e no cálculo do erro entre eles sabendo a análise de coeficiente de variância (SHIGUTI, 2006).

O curso técnico em Química, que é o público-alvo da pesquisa, possui as duas disciplinas, Química Analítica Quantitativa e Tratamento de Dados, no mesmo período, o que é particularmente interessante para o propósito do trabalho, pois pretende-se que ambas as disciplinas dialoguem por meio de um tema gerador que requisita ambos os conhecimentos. O foco deste trabalho foi conectar as duas disciplinas, pois ambas possuem um grande potencial para serem utilizadas em situações reais simultaneamente e não são vistas assim no currículo regular. Com isto temos o intuito de despertar o interesse dos alunos a construir o conhecimento de ambas as disciplinas.

A utilização de mais de uma disciplina para resolver um problema químico é aplicado com o objetivo de integrar e dar valor aos conceitos científicos, na perspectiva STEM. Nas escolas, o ensino tradicional preza o conteúdismo e as matérias dentro de caixas, prezando a elevada especificação e esquecendo a participação que o conhecimento tem em nossas vidas. O ensino moderno inspira a contextualização e a utilização de temas geradores, almejando um ensino conscientizado, amplo e significativo (FAZENDA, 2005).

Quando o ensino moderno, não tradicional, inicia a busca pela formação de estudantes com grande senso crítico preza-se também pela não fragmentação do ensino, entende-se que, uma vez que se dão ferramentas para se construir o conhecimento, ele pode ser entendido de maneira conectada, onde em apenas um tema gerador podem ser abordados diversos conceitos e, no caso desta pesquisa utilizou-se a química analítica e tratamento de dados para abordar casos reais nos quais auxiliares de controle de qualidade e farmacêutico toxicólogo precisam passar todos os dias (LOBATO, 2007).

Existem diversas profissões que dependem da química analítica e do tratamento de dados, tais como os profissionais que trabalham na Toxicologia, com exames, assim como os cientistas forenses e entre outros que trabalham com ela de maneira independente, como os analistas de qualidade de produtos.

O trabalho focou-se nos auxiliares de controle de qualidade e farmacêutico toxicólogo, onde ambos são muito importantes para a sociedade e são opções de carreiras a serem seguidas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Proporcionar uma relação entre as disciplinas de Estatística Descritiva e Química Analítica Quantitativa, de um modo de fique claro a importância que a primeira tem para melhor compreender a segunda

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Demonstrar de maneira clara a conexão entre Estatística Descritiva e Química analítica quantitativa;
- Fazer esta conexão utilizando questões com temas geradores que mostre a união de ambas de maneira prática e teórica.
- Elaborar exercícios que mostram umas situações que ambas as disciplinas são importantes para a sua resolução;
- Fazer com que os alunos compreendam que esta junção facilitará o entendimento das duas disciplinas;
- Trabalhar com eles um exemplo de profissão que vivenciam a Química Analítica e Tratamento de dados no dia a dia: como os auxiliares e líderes de controle de qualidade e farmacêutico toxicólogo.

### 3. JUSTIFICATIVA

O presente projeto justifica-se por ressaltar a importância da utilização de tratamento de dados no estudo de Química Analítica. As disciplinas estão conectadas entre si e a primeira funciona de maneira concomitante para entendimento específico dos conceitos analíticos.

A Química analítica é uma disciplina que pode ser dividida em duas áreas: qualitativa e quantitativa. No seu conceito qualitativo, ela pode ser entendida de maneira mais direta, sem ter uma margem de erro, pois esta quer identificar a substância presente na solução. Já a quantitativa vem para calcular a quantidade de cada substância em uma solução e esta análise possui uma margem de erro que, além de ser necessária de ser quantificada, é possível realizar uma série de análise para ser evitada ou diminuindo o erro até que o mesmo se torne desprezível.

O ramo quantitativo está presente no dia-a-dia de muitas profissões e em situações reais, como por exemplo: um policial forense precisa analisar se a substância encontrada é sangue e se ele possui mais alguma coisa, como álcool, e se esta outra substância está em quantidade letal para quem a consome. No livro de Toxicologia Analítica (MOREAU e SIQUEIRA 2010) podemos encontrar diversos exemplos reais, pois a toxicologia farmacêutica trabalha com a margem letal de substância no sangue ou no corpo em si, conhecida como LD<sub>50</sub>.

A profissão que foi escolhida para ser trabalhada é o auxiliar de controle de qualidade e o farmacêutico toxicólogo, onde o primeiro profissional trabalha em diversas indústrias, como nas indústrias de leite, vendo se a quantidade de cálcio prometida no rótulo foi realmente colocada, ou na produção de soro fisiológico, onde é necessário possuir 0,9% de Cl na sua composição, eles também trabalham na liberação da água para o consumo, calculando a dureza da água e assim por diante. E todas estas profissões citadas trabalham com a estatística e a química analíticas de maneira que uma auxilia na outra. E o segundo trabalha analisando concentração de substâncias no corpo para que se possua um parâmetro de intoxicação.

O conhecimento da Estatística Descritiva é muito importante na parte prática da química, pois há esta necessidade de se conhecer a interferência e provar a precisão do experimento. O que torna esta base de cálculos tão importante quanto o conhecimento químico.

## 4. APORTE TEÓRICO

### 4.1 MATEMÁTICA ESTATÍSTICA: CONCEITOS

A matemática estatística foi criada há muito tempo e já era utilizada a 3000 anos A.C para fazer os censos na Babilônia, China e Egito (MEMÓRIA, 2005). Ela nasce da necessidade de analisar dados, começando historicamente com a coleta de dados para o governo e vai se ampliando através dos anos. Hoje em dia, ela possui não apenas a ideia de coleta, mas também de quantificar, analisar, organizar, descrever e interpretar. A estatística, por sua vez, se organiza em estatística descritiva, probabilidade e inferência estatística. (MARTHA; WERNECK, 2009)

A estatística descritiva refere-se à descrição e resumo dos dados, de forma a analisar melhor quando temos um número muito grande de dados. Neste ramo da estatística é comum utilizar-se tecnologias no tratamento dos dados em questão.

Já na área da probabilidade, a estatística se faz presente como uma forma de prever resultados aleatórios, encontrando neles uma lógica.

consiste na análise de uma ou mais variáveis de uma população a partir dos dados de uma amostra extraída desta população.

A inferência estatística refere-se na análise de uma ou mais variáveis de uma população a partir dos dados de uma amostra extraída desta população. De forma química esta análise pode ser feita ao retirar uma alíquota de uma amostra e analisar variáveis nesta menor quantidade para tirar conclusões de toda uma amostra.

No tratamento de dados é necessário, também, determinar a amostra, conhecê-la e catalogá-la (SHIGUTI, 2006).

A variável quantitativa pode ser trabalhada em medidas de posição, que utilizam a média, moda, mediana, percentis e quartis e as medidas de dispersão que utilizam amplitude, intervalo-interquartil, variância, desvio padrão, coeficiente de variação.

A fim de trabalhar a estatística de maneira concomitante com a química analítica, utilizou-se a área de tratamentos de dados, a qual trabalha com mediana, moda, média, desvio padrão, amplitude, variância e coeficiente de variação. Todos



estes conteúdos objetivam encontrar um resultado que seja mais aceitável dentro de um determinado número de amostras. E também é possível calcular a margem de erro de cada método. (SHIGUTI, 2006)

Passari, Soares e Bruns (2011) mostram um ponto importante da conexão entre estatística e a Química Analítica. O documento abre uma discussão do porquê faz-se os processos analíticos em triplicata. Existem cálculos estatísticos que comprovam que fazer análises em triplicata dão à pesquisa um resultado aceitável.

Utilizando a equação que representa o intervalo de confiança média:

$$Ic\ 95\% = x \pm t_{n-1} \frac{s}{\sqrt{N}}$$

$$x \pm z_{\alpha} \cdot v/\text{raiz}N$$

Onde x representa a média, S corresponde ao desvio padrão, N é o número de réplicas, t é o valor crítico da distribuição (t) de Student com N-1 graus de liberdade.

Fazendo este cálculo para uma ou duas réplicas, percebe-se que o percentual de confiança é muito pequeno, fica em torno de 75%. Com 3 réplicas, a confiança do resultado vai a 95%, pois atenderá um intervalo de confiança maior em virtude do (n-1), onde n neste caso irá ser 3 e 3-1 ficaria 2, ele amplifica as possibilidades sem precisar de um número muito maior de experimentos.

A estatística também explica o porquê de não ser necessário mais que 3 réplicas, pois a diferença de 2 para 3 é de grande significância, mas de 3 para 4 não modifica significativamente o grau de confiança, ou seja, fazer um experimento 4 vezes não traria aos resultados mudanças que justificassem mais gasto de tempo e reagentes

Ainda vendo as análises realizadas por Passari, Soares e Bruns (2011), consegue-se entender porque é utilizado a média das análises e não a mediana. Como as análises são recomendadas a serem feitas em triplicata pegar a mediana dos resultados seria uma forma mais rápida de se chegar a um resultado, pois se faria os cálculos analíticos apenas uma vez e para se obter a mediana não seria necessário fazer cálculo algum, já que a mediana se define por ordenar os resultados em ordem crescente e validar apenas a que se encontra no valor médio.

Entretanto, a média também precisa ser analisada com cuidado. Um resultado prático com valores muito discrepantes pode levar a uma média inconclusiva, por isto que é aconselhável calcular o teste Q, esta é uma fórmula estatística utilizada por analíticos para a eliminação de resultados.

$$Q = \frac{\text{Volume questionado} - \text{Volume mais próximo}}{\text{Maior valor} - \text{Menor valor}}$$

- Colocar os valores obtidos em ordem crescente
  - Fazer os cálculos e comparar os valores com o valor de Q95%
- Se  $Q > Q95\%$ , o valor é rejeitado.

### VALORES CRÍTICOS DE Q

Número de medições Valor crítico (95% de confiança)

3 - 0,970

4 - 0,829

5 - 0,710

6 - 0,625

7 - 0,568

8 - 0,526

9 - 0,493

10- 0,466

O resultado que obtivemos desta fórmula é comparado com uma tabela, se o valor obtido for maior que o encontrado na tabela o resultado experimental em questão pode ser eliminado e se não obtiver valores experimentais suficiente sugere-se que repita o experimento.

Este teste evita que desperdice tempo e material, pois matematicamente é possível saber se aquele valor que foi encontrado experimentalmente é realmente inaceitável, antes de ser descartado, talvez, desnecessariamente.

## 4.2 QUÍMICA ANALÍTICA: CONCEITOS

De acordo com a pesquisa realizada por professores da universidade de Ribeirão Preto – SP (ABREU; ASSIS; IAMAMOTO, 2006) a química analítica foi implementada na grade curricular do curso de Bacharel em Química por uma necessidade de quantificar análises minerais e determinar o que havia em sua composição e foi trazida para o Brasil pela chamada Escola de Rheinboldt - Heinrich Rheinboldt que veio da Alemanha quando o nazismo foi implementado.

Rheinboldt priorizava a prática, pois ele dava muito valor ao entendimento do método e acreditava que a química analítica só se aprendia quando se tinha a percepção das amostras e que os estudos do mesmo eram melhor realizados quando se analisavam resultados reais. Atualmente esta percepção ainda é aceita, uma vez que a maior parte dos livros de analítica trabalha mais com dados práticos do que com teoria.

A Química Analítica tradicional se subdivide em duas áreas, que é a Química Analítica Qualitativa e Quantitativa. A primeira tem como objetivo identificar a amostra, trabalhando com cátions e ânions. Os cátions, por sua vez, também são divididos em grupos, pois cada grupo tem um método de análise e esta separação nos ajuda a eliminar cátions até que possamos ter nosso laudo, como os cátions possuem uma diferença mais delineada uma da outra, sua marcha de análise é mais sistemática, conseguindo eliminar um a um ao decorrer da marcha (VOGEL, A.I, 1981)

Com os ânions é um pouco diferente, alguns ânions aparecem em mais de uma marcha, mas o que realmente faz a diferença é meio, se não for adaptado ao método ele pode não funcionar como o esperado. (ABREU et al, 2006)

De acordo com o livro “Química analítica quantitativa elementar” (BACCAN et al, 2006), Química Analítica Quantitativa tem muitas vertentes importantes, mas podemos destacar as análises volumétricas, a volumetria de neutralização, precipitação, complexação, oxidação-redução, a gravimetria, gasometria, refratometria e a monométrica.

Todas estas análises têm como objetivo de quantificar o material que se encontra na amostra, e para isto é necessário conhecer o que se quer analisar, pois

cada método possui um titulante e um titulado, precisa de um indicador e, em alguns métodos, um pH controlado.

Esta ordem de procedimento justifica a Química analítica qualitativa ser pré-requisito para quantitativa. Em uma situação real como um químico forense ou um médico toxicologista, é necessário descobrir o que é a amostra e depois quantificá-la.

As volumetrias na Química Analítica Quantitativa têm como forma padrão prática um titulante, que é a substância que será utilizada para reagir com um titulado, que está dentro da amostra. O titulado é constituído por diversas amostras, na titulação direta coloca-se um indicador para sinalizar quando todo titulante reage com o titulado e isto sinaliza a quantidade de substância que queremos identificar. Já na titulação de retorno, quando um excesso conhecido de reagente padrão é adicionado ao analito e depois, em uma segunda reação padrão é usado para titular o excesso da primeira.

Para auxiliar na quantificação utiliza-se um indicador. Este varia de acordo com o método. Na volumetria de neutralização, o titulante e o titulado são um ácido e uma base e, quando o titulante é adicionado, o pH da solução varia. Então o indicador muda de coloração no pH em que o titulado reagiu todo com a amostra, sendo este conhecido como ponto de equivalência.

Já na volumetria de complexação o que muda no sistema é o volume do complexo. Neste método, o pH tem que ser mantido ácido ou básico, esta avaliação vai de acordo com o meio, pois o que será analisado é o volume de Agente complexante, que será gasto para completar toda a nossa amostra. Para que tal fato seja observado o indicador precisa mudar de cor quando toda a amostra for complexada. Estes indicadores são metalocromicos, que são compostos orgânicos coloridos que formam quelatos com os íons metálicos, ou seja, eles são adicionados a amostra e reagem com o analito, formando um complexo que possui uma cor. Conforme o titulante é adicionado, esta cor se mantém. Quando o todo o analito é titulado e o complexo analito-indicador se desfaz, esta cor muda, sinalizando o final da titulação.

Na volumetria de óxido-redução, o que está variando é o potencial de redução da substância. O titulante precisa ser escolhido de maneira a oxidar ou reduzir a amostra, ou seja, se os potenciais forem similares, a reação não irá ocorrer. Como na volumetria de neutralização, o indicador precisa ser escolhido de acordo com o potencial final da reação entre titulante e titulado.

Já a volumetria de precipitação segue o mesmo princípio da de complexação e neutralização, mas o que está variando é o produto iônico  $Q$ , ou seja, a formação de um precipitado. Esta é a única que tem a formação de um precipitado e por isso é preciso ficar atentos ao indicador e titulante. O indicador precisa indicar o momento exato em que todo precipitado foi formado, mas já no primeiro contato do titulante titulado é possível identificar esta formação. Para calcular o momento exato, é necessário conhecer o  $K_{ps}$  do indicador e das soluções. Esta constante varia com a concentração dos reagentes e neste caso com a adição do titulante estaria acrescentando-se mais e, com isto, aumenta o volume da solução, mudando então a concentração do indicador, ou seja, o indicador precisa mudar de cor no  $K_{ps}$  do final da reação.

#### 4.3 AUXILIAR DE CONTROLE DE QUALIDADE

A volumetria de complexação tem diversas aplicações, como a dureza na água, onde se analisa a presença de cálcio e magnésio e outros compostos como o crômio, análise de minerais em alimentos como ferro, cálcio e zinco, no solo tem análise de magnésio em clorofila e até cálcio em leite. (RESENDE, 2017)

Os Auxiliares de Controles de Qualidade são profissionais que analisam a qualidade dos produtos, responsáveis pela inspeção e pela liberação do mesmo. As definições deste trabalho dizem que pessoa que escolher esta profissão não só fará uma análise na matéria prima para poder ter um padrão para se guiar, mas também terá como responsabilidade monitorar a qualidade de produção das empresas.

Um auxiliar ou líder de controle de qualidade tem uma lista de substâncias que são passíveis de verificação, que vão desde a limpeza da fábrica à distribuição de produtos. Este profissional tem que ter conhecimento em química analítica para fazer as análises dos produtos e de tratamento de dados, para apurar o resultado das análises e certificar-se o produto será ou não liberado para consumo ou apenas para catalogar o produto de maneira precisa.

Algumas análises que estes profissionais realizam a dureza da água, determinação de cálcio, análise de soro fisiológico entre outros.

##### 4.3.1 Dureza da Água



De acordo com o documento publicado pela Associação portuguesa de Distribuição e Drenagem de Água (APDA) em 2012 a dureza da água pode ser dividida em duas partes, uma é a permanente que é a dureza não carbonatada composta por minérios e a não permanente que é a carbonatada, composta por teor de sulfatos e cloretos de cálcio e de magnésio e ao teor de hidrogenocarbonatos e carbonatos de cálcio e magnésio.

No caso de dureza da água a que precisa ser avaliada é a não permanente, pois esta pode ser modificada.

Esta profissão tem um enfoque na volumetria de complexação. Como já foi abordado ela tem como titulante o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), que é um complexo hexadentado, em virtude de sua, conformação sempre reage de 1:1 com os compostos.

A característica hexadentado do composto pode facilitar na representação da dureza não permanente da água, pois muitos íons compõem esta dureza e facilitam à expressão em  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , catalogando então como dureza total.

Para calcular a dureza total, ou seja, analisar a concentração de Ca e Mg na água podemos titular com EDTA. Para os dois compostos serem titulados é necessário utilizar uma solução tampão de pH 10, assim o EDTA irá reagir e nenhum íon irá ser mascarado.

Fazendo uma análise de número de mols e sabendo que a dureza máxima para consumo é de 150 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  de acordo com o decreto-lei nº 306/2007, de 27 de agosto (nota 1, parte III, Anexo I) sendo assim necessário representar a concentração de magnésio em carbonato de cálcio, algo que só é possível que como o cálcio a reação do EDTA para o magnésio é 1:1, nota-se que como o EDTA reage 1:1 com magnésio e 1:1 com o cálcio, pode-se expressar tudo em carbonato de cálcio. Sendo assim, é possível utilizar a sua massa molar para os cálculos nos quais é necessário encontrar a massa do eluente. Sabendo disso, a titulação de volumetria de complexação pode ser realizada de maneira padrão.

#### **4.3.2 Determinação de Cálcio em leite**

Determinar o cálcio que está no leite tem importância nutricional, pois este tem muitas funções benéficas para o organismo, principalmente para o desenvolvimento ósseo e dos dentes. Existem inúmeras doenças que ocorrem com

a falta de cálcio no organismo, como a hipocalcemia, que em graus mais avançados pode causar dores, cólicas, contrações, vômitos e outros sintomas (ARIOLI; CORREA, 1999)

A determinação de cálcio no leite também é analisada por um auxiliar de controle de qualidade e pode ser feita utilizando a volumetria de complexação e pode ser expressa em concentração de cálcio.

Como já mencionado, esta volumetria utiliza como titulante o EDTA, que irá reagir 1:1 com o cálcio presente no leite.

#### **4.3.3 Cloreto de Sódio em Soro Fisiológico**

Para realizar esta análise utiliza-se a argentimetria. Tomando como base teórica a apostila escrita por Luciana Resende (MARCELO, 2017) este método baseia-se na precipitação dos íons de prata ( $\text{Ag}^+$ ), haletos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ), cianetos ( $\text{CN}^-$ ) e tiocianatos ( $\text{SCN}^-$ ). O titulante que será utilizado para esta titulação é o nitrato de prata, que como sofre fotodecomposição, é necessário padronizar com cloreto de sódio. Sendo assim é considerado um padrão secundário.

Os agentes de controles de qualidade possuem diversos métodos para realizar a análise de sódio em soro fisiológico. Um deles é o método Mohr que usa de  $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$  ficando no final com a coloração vermelha, que é uma titulação direta com nitrato de prata e cromato de potássio como indicador.

Neste procedimento é necessário se atentar à quantidade de indicador, pois como se trata de precipitação, a quantidade de indicador pode dificultar a precipitação do analito. Neste caso o indicador tem que estar entre 0,002mol/L a 0,005 mol/L e para melhor visualizar o ponto de equivalência, o pH também tem que ser controlado de 6,5 a 9,0. Os dois controles têm como objetivos fazer com que o indicador não precipite, pois, o indicador em meio ácido forma um ácido fraco, ocasionando a diminuição do íon cromato e é possível que o produto de solubilidade do cromato de prata não seja excedido, evitando a precipitação do indicador. A solução também não pode ser alcalina, pois, a prata pode precipitar na forma de hidróxido de prata, o que iria provocar um gasto maior de titulante.

O método de Fajans também pode ser utilizado para esta análise, sendo ele indireto, e para a análise de soro fisiológico utilizou-se a Fluoresceína como indicador.



A importância desta análise dá-se pelo fato de que o soro fisiológico é de uso clínico, ou seja, é utilizado em casa ou por médicos para limpar feridas. Mas para que esta limpeza seja eficiente e não prejudicial o teor, de  $\text{Cl}^-$  no soro não pode passar de 0,9%. Por isto o agente de controle de qualidade precisa realizar as análises e autorizar a utilização ou não.

#### 4.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA E QUÍMICA ANALÍTICA SENDO APLICADA NO MÉTODO STEM

De acordo com Benitti (2016), STEM é utilizada, com bastante frequência e há um período de tempo significativo nos Estados Unidos como uma estratégia motivacional do ensino, pois a mesma utiliza um tema gerador problemático e desafia o alunado a solucioná-lo. Para isto, é necessária a utilização de conceitos de mais de uma disciplina e é necessário pensar rompendo os silos temáticos e com isto encontrar uma solução. Durante a realização deste trabalho foi proposto, diversas vezes, atividades em grupo a fim de desenvolver habilidades e competências através de Aprendizagem Colaborativa, onde todos irão analisar o problema proposto e com isto entrar em um senso comum para uma solução.

É comum, na perspectiva STEM, o incentivo à utilização da tecnologia, ou seja, neste trabalho utilizou-se a matemática e a tecnologia para promover a ciência (MOREIRA, 2018)

O método STEM inclui a engenharia, pois é um método criado para ser implementado na engenharia Robótica, onde engenheiros tinham que construir projetos robóticos que ajudassem a promover a ciência e com isto eles utilizaria a matemática e a tecnologia. (BERNITTI et al, 2016), com o sucesso deste método o mesmo se expandiu para as outras ciências.

Este método se justifica pela importância de construir conhecimento e de transformar o estudante em um cidadão pensante, pois quando se interliga os conhecimentos a você, a prontidão mental é ativada ao invés do acúmulo de conteúdo e a fragmentação do mesmo. (MORIN, 2005)

Um dos desafios dos professores na atualidade é vencer a barreira da superespecialização, onde cada área massifica seu conteúdo, mas não transmite relevância para os alunos e este compartilhamento estanque das matérias não gera

uma visão integrada e real do mundo que vivem, sendo assim um conhecimento facilmente descartado por eles. (FAZENDA, 2005)

Muitas realidades escolares cultivam o saber disciplinado, o que acaba, por sua vez, desmotivando professores a inovar. A busca por senso crítico tem que partir de um trabalho conjunto escola-professor, para que ensinamentos multidisciplinares sejam capazes de suscitar a reflexão sobre a condição humana e sobre o mundo. (LUCK, 1995)

Um trabalho envolvendo mais de uma disciplina possui uma grande complexidade, pois para ser colocado em prática, são necessários mais de um educador envolvido e um diálogo constante entre eles. Fazer com que conhecimentos aparentemente distintos caminhem juntos demanda estudo, criatividade, curiosidade da parte dos professores e é necessário instigar isto nos alunos. E esta vontade de saber que vai dar significado do conhecimento. (LUCK, 1995)

Esta forma de conhecimento vem ganhando muita importância, pois com o acesso fácil ao conhecimento hoje em dia, tornou-se urgente construir pensadores, uma vez que muitos conceitos errôneos podem ser divulgados e é necessário desenvolver o senso crítico, para que eles possam avaliar o que leem e, por sua vez, realizar as próprias conexões. Para isto é necessário propagar o conhecimento desfragmentado ao nível de ter significado teórico e prático. (SEVERINO, 2007)

Muitos professores atuantes não tem a preparação pedagógica para este tipo de abordagem, pois para isto é necessário tirar todo um sistema da sua zona de conforto. É necessário propor desafios e se desafiar. O educador precisa ser um pesquisador, estar por dentro do que está se passando para conseguir atingir os alunos de maneira significativa (GONÇALVES, 2005)

Existem poucos trabalhos que falam sobre projetos envolvendo mais de uma disciplina e menos relatos ainda dos resultados dos mesmos, pois é uma didática complicada e cheia de vertentes a serem consideradas. Contudo a pesquisa que utilizei como base apoia a metodologia, como a proposta pelas professoras do estado no Paraná (VEIGA, QUENENHENN E CARGNIN, 2011) sobre o assunto apoiam o projeto e o veem como benéfico trabalhar desta forma multidisciplinar e contextualizada.

O projeto desenvolvido utilizará questões que terão um formato da metodologia STEM, adaptada para a química analítica, onde os alunos precisaram

resolver questões com problemáticas de um Auxiliar de controle de qualidade, que pode ser seguida por um técnico em química, e nestas questões estarão presentes problemas estatísticos, analíticos e com suporte do software Excel.

Como esta proposta foi feita para ser realizada em dupla, o que se espera é a criação de “duplas consensuais”, nas a Aprendizagem Colaborativa se faz presente.

Incentivou-se que os estudantes não se relacionassem apenas dentro de suas duplas, mas que discutissem o problema entre si e entrassem em um consenso de conhecimento, aguçando a inteligência coletiva, obrigando-os a desenvolverem relações sociais mediante um desafio. Este trabalho também pretendeu incentivar a criatividade, uma vez que as situações propostas possuem uma visão diferenciada das práticas realizadas pelos estudantes a partir das atividades tradicionais.

## 5. METODOLOGIA

Este trabalho foi aplicado ao longo de dois semestre letivos, com turmas diferentes do sexto período do curso técnico integrado em Química do Instituto Federal de Ciências Tecnologia e Educação, campus Duque de Caxias. A observação será qualitativa e quantitativo, onde na qual serão desenvolvidas questões que trabalha a relação entre as disciplinas química analítica e tratamento de dados. As questões abordam, de forma simultânea, química analítica e tratamento de dados, utilizando um eixo temático de profissão Auxiliar de controle e farmacêutico toxicólogo. As mesmas foram escolhidas pois, são profissões que realizam diariamente as práticas que o público alvo realizou no laboratório.

O tema de cada questão foi cuidadosamente estudado para ser exatamente o que eles viram no laboratório e na sala de aula.

A análise que será realizada é a análise dos resultados destas questões que serão resolvidas pelos alunos, das quais serão observados se os conceitos analíticos e estatísticos são compreendidos pelos os alunos quando apresentados de maneira concomitante.

A projeto será aplicado em duas turmas de modo a testar a funcionalidade de questões desenvolvidas no método STEM. Em 2018.1 foi aplicado na turma de tratamento de dados e as questões tinham um corpo teórico analítico e suas perguntas eram voltadas para estatística e analítica, por mais que esta segunda tenha sido facilitada, por não ter conhecimento de como o outro educador cobrava as questões, mas foi verificado previamente e todas as práticas abordadas já tinham sido feitas pelos alunos.

Em 2018.2 foi aplicado na turma de química analítica quantitativa e a mesma teve uma abordagem diferente, mantendo o tema das questões e as perguntas estatísticas, mas tendo perguntas bastante analíticas, como se teve mais tempo para trabalhar com o material o mesmo se tornou em uma pequena apostila que possui além das questões, os conteúdos necessários para resolvê-las.

A avaliação quantitativa será realizada pela análise de um questionário de sensibilidade, onde será aplicado nas duas turmas. Uma delas já tinha se tornado o 7º período de química quando o questionário foi aplicado e seus resultados

mostraram uma visão posterior a aplicação, onde será possível fazer uma análise dos resultados da aplicação.

O outro questionário, que possui perguntas muito similares ao primeiro será aplicado no sexto período, antes da aplicação da apostila, para se ter conhecimento do que é esperado do projeto.

Ambos os questionários possuem perguntas que tende a traçar o perfil do aluno, com o objetivo final de que seja possível tornar o resultado mais abrangente, mesmo tendo conhecimento que lidamos com pessoas e que por muitas vezes não é possível traçar um comportamento linear baseando apenas em fatores externos.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1 PRIMEIRA APLICAÇÃO**

A primeira aplicação foi realizada com o sexto período do curso técnico em química do 2018.1. Seguindo a metodologia do projeto as questões foram desenvolvidas com um tema gerador, possuía perguntas analíticas e estatísticas na mesma questão e foram aplicadas durante as aulas de Tratamento de Dados.

Houve dois momentos em que as questões foram entregues para eles e os alunos levaram para casa, as desenvolveram e trouxeram o resultado.

Fazendo uma análise do retorno das questões notamos que houve uma dedicação das mesmas, os cálculos foram todos desenvolvidos, respostas estavam em sua maioria, corretas e percebeu-se uma comoção da turma para conseguir chegar às respostas.

Os resultados das análises mais aprofundadas serão da questão da água oxigenada, APÊNDICE 1, pois foi com ela que iniciamos a aplicação em 2018.1.

Fazendo uma análise mais específica e comparando os resultados deles percebemos que os grupos se falaram, não se sabe se houve uma discussão entre eles e depois entraram no consenso, mas nota-se que eles resolveram as questões juntos. Pois na questão do gráfico obtivemos 3 gráficos iguais.

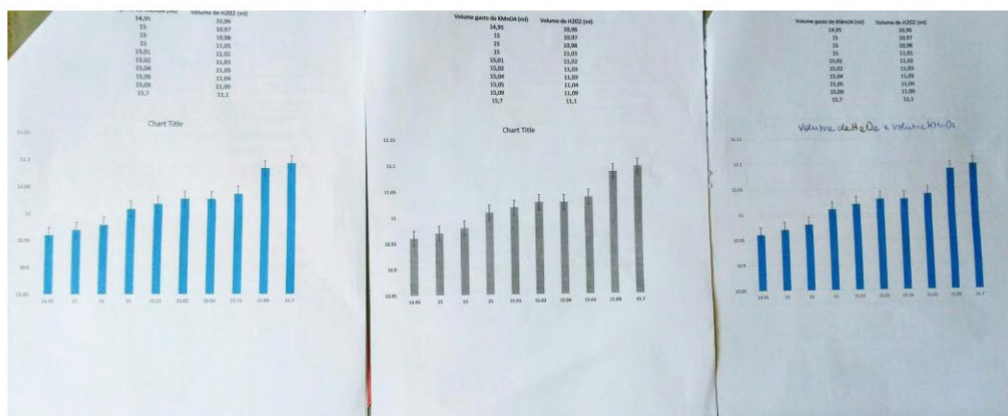


Figura 1: Resposta errada da questão 2 do exercício da água oxigenada.

Fazendo uma análise de levantamento, podemos perceber neles é que dois possuem o mesmo título, que não condiz com o assunto, muito provavelmente é o título padrão do Excel e o último passou o corretivo e colocou o nome correto, a segunda coisa que notamos é que este não é o gráfico pedido, o gráfico para comparar os resultados e tirar a linha de erro é um gráfico de dispersão com uma linha de tendência, ou seja, neste caso o senso comum não chegou ao resultado esperado. O certo também foi feito por alguns alunos, o que podemos concluir é que existem dois grupos na sala, um chegou a conclusão correta e o outro não, mas nada impediam que eles chegassem às mesmas respostas sendo dois sentidos comuns, que foi o que aconteceu com as outras questões.

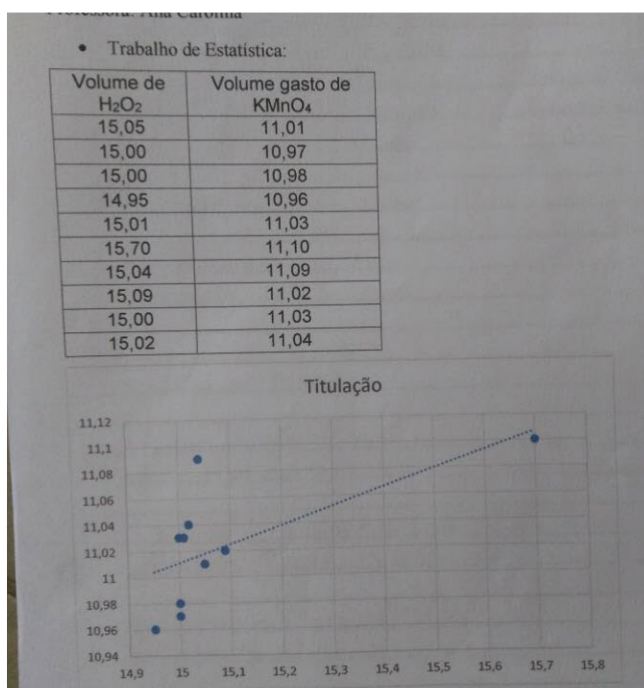


Figura 2: Resposta certa da questão 2 do exercício da água oxigenada.



No gráfico era para os alunos notarem que, o ponto 15,7 poderia ser descartado, pois estava muito longe dos outro.

Como já foi dito, não houve percepção de alguma dificuldade específica em estáticas, todos os cálculos estavam em sua maioria bem discriminados, como a figura abaixo.

9-a) Soma de todos os volumes de  $H_2O_2$  =  
media = 15,026 ml

Soma de todos os volumes de  $KmnO_4$  =  
media = 11,023 ml  $\bar{X} = media$

$H_2O_2$

| $x_i$ | $x_i - \bar{x}$       | $(x_i - \bar{x})^2$ |
|-------|-----------------------|---------------------|
| 15,05 | $0,036$               | $1,3 \cdot 10^{-3}$ |
| 15,00 | $0,016 \cdot 10^{-2}$ | $2,6 \cdot 10^{-5}$ |
| 15,00 | $0,016 \cdot 10^{-2}$ | $2,6 \cdot 10^{-5}$ |
| 15,95 | $0,93 \cdot 10^{-1}$  | $8,6 \cdot 10^{-2}$ |
| 15,01 | $0,016 \cdot 10^{-2}$ | $2,6 \cdot 10^{-5}$ |
| 15,70 | $0,67 \cdot 10^{-1}$  | $4,5 \cdot 10^{-2}$ |
| 15,01 | $0,016 \cdot 10^{-2}$ | $2,6 \cdot 10^{-5}$ |
| 15,09 | $0,07 \cdot 10^{-2}$  | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| 15,00 | $0,016 \cdot 10^{-2}$ | $2,6 \cdot 10^{-5}$ |
| 15,02 | $0,016 \cdot 10^{-2}$ | $2,6 \cdot 10^{-5}$ |

$\frac{0,4338}{10} = V = 0,04338$   
 $DP = \sqrt{0,04338} = 0,2082$

$KmnO_4$

| $x_i$ | $x_i - \bar{x}$      | $(x_i - \bar{x})^2$ |
|-------|----------------------|---------------------|
| 11,01 | $0,3 \cdot 10^{-2}$  | $9 \cdot 10^{-5}$   |
| 10,97 | $0,5 \cdot 10^{-2}$  | $2,5 \cdot 10^{-4}$ |
| 10,98 | $0,3 \cdot 10^{-2}$  | $9 \cdot 10^{-5}$   |
| 10,96 | $0,3 \cdot 10^{-2}$  | $9 \cdot 10^{-5}$   |
| 11,03 | $0,01 \cdot 10^{-3}$ | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 11,10 | $0,07 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| 11,09 | $0,07 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| 11,02 | $0,01 \cdot 10^{-3}$ | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 11,03 | $0,01 \cdot 10^{-3}$ | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 11,06 | $0,04 \cdot 10^{-2}$ | $1,6 \cdot 10^{-4}$ |

$\frac{0,001956}{10} = V = 0,0001956$   
 $DP = 0,01422$

Figura 3: Respostas da parte estatística detalhada.

Se analisarmos estes cálculos e a forma que ele foi feito podemos notar que o aluno sabe o que cada incógnita e montou os cálculos de forma bem organizada. Mas também obtivemos apenas as respostas, ou seja não observamos como chegou em cada resultado, o que não seria necessariamente uma cópia de alguém ou o não entendimento, pois todos estes cálculos podem ser feitos em calculadora científica ou no próprio Excel.

① a) Média  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 15,086$   
 Média  $\text{KMnO}_4 \rightarrow 11,023$

b) Densidade  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 0,208$   
 Densidade  $\text{KMnO}_4 \rightarrow 0,0413$

c) CV  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 1,451$   
 CV  $\text{KMnO}_4 \rightarrow 0,4237$

d) Média  $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{CV } \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 13,635$   
 Média  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CV } \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 16,537$

Média  $\text{KMnO}_4 - \text{CV } \text{KMnO}_4 \rightarrow 10,60$   
 Média  $\text{KMnO}_4 + \text{CV } \text{KMnO}_4 \rightarrow 11,45$

$C_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot 0,013635 = \frac{5}{2} \cdot 0,02 \cdot 0,9953 \cdot 0,0106$   
 $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,0387 \text{ mol/L}$

$C_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot 0,016537 = \frac{5}{2} \cdot 0,02 \cdot 0,9953 \cdot 0,01145$   
 $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,0344 \text{ mol/L}$

$\frac{C' + C''}{2} = C_{\text{H}_2\text{O}_2} \rightarrow C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,03657 \text{ mol/L}$

$0,03657 \cdot 15 \text{ mL}$   
 $x \cdot 250 \text{ mL}$   
 $x = 0,609 \text{ mol/L}$

Figura 4: Respostas diretas da 1 e 4.

O que podemos perceber é que todos os alunos chegaram aos mesmos números de volumes final para calcular a concentração da água oxigenada, ou seja, independente da forma que eles responderam, eles encontram de modo estatístico qual era o melhor resultado da análise analítica para ser fazer os cálculos da concentração.

Olhando para a parte analítica, esta teve a sua dificuldade retirada, uma vez que a fórmula geral foi dada e não as semi-reações, mas mesmo assim houve alunos que na hora de dar o laudo esqueceram de alguns detalhes, como passar a concentração para o volume que tinha sido pedido.

d)  $\text{CH}_3\text{O}_2 \times \text{V}_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \text{C}_{\text{KMnO}_4} \times \text{V}_{\text{KMnO}_4} \times \text{f}_{\text{KMnO}_4} \rightarrow \text{CH}_3\text{O}_2: 15,076 = \frac{5}{2} \cdot 0,02 \cdot 0,9953 \cdot 11,023$

$\text{CH}_3\text{O}_2: (15,076 - 1,45) = \frac{5}{2} \cdot (0,019) \cdot (11,023 - 0,992)$

$\text{CH}_3\text{O}_2: 13,6 = \frac{5}{2} \cdot 0,027$

$\text{CH}_3\text{O}_2: \frac{0,227}{13,6}$

$\text{CH}_3\text{O}_2 = 0,0371889 \text{ mol/L}$

$\text{CH}_3\text{O}_2: (15,076 + 1,45) = \frac{5}{2} \cdot (0,0199) \cdot (11,023 + 0,992)$

$\text{CH}_3\text{O}_2: 16,526 = \frac{5}{2} \cdot 0,04 \cdot 11,443$

$\text{CH}_3\text{O}_2 = \frac{0,3672}{16,526}$

$\text{CH}_3\text{O}_2 = 0,03442$

Média:  $\frac{0,0371889 + 0,03442}{2} = 0,0358$

$\text{KMnO}_4: \text{H}_2\text{O} = 35 \text{ mL}$   
 $\text{KMnO}_4: \text{H}_2\text{O} = 33,03 \text{ mL}$

\*) Não, pois a conc. determinada é de 0,300 mol/L e a quantidade obtida foi de 0,03442 mol/L.

Figura 5: Resposta da questão 4 com a concentração do laudo errada.

O que notamos é que o laudo do aluno foi que a mesma se encontra não intoxicada, mas como ele não calculou o fator de correção ele não percebeu que deu o laudo errado. A criança está sim intoxicada.

Com isto podemos notar uma outra fragilidade desta aplicação, que foi aprimorada na segunda, a correção e nem um alerta a estes erros foram feitas, ou seja, os alunos que erraram coisas similares ficaram sem entender o porquê é necessário ter atenção nas conversões em analítica. Neste caso, o laudo errado poderia levar a morte da criança.

Para conseguir ter um melhor entendimento sobre a opinião dos alunos e tentar mensurar como o projeto os afetou foi aplicado um questionário referente a experiência interdisciplinar em 2018.2 para a turma que vivenciou a experiência em 2018.1.

## 6.2 COLETA DE DADOS DA PRIMEIRA APLICAÇÃO

Para o sétimo período do curso técnico em química foi aplicado um questionário de sensibilidade contendo treze perguntas que possuem o intuito de traçar o perfil do aluno que estamos trabalhando e saber como o projeto o atingiu.

A ideia de traçar o perfil dos alunos é conseguir estimar os resultados desde mesmo projeto caso ele seja aplicado novamente.

Como a primeira aplicação foi realizada apenas com a professora Ana Carolina Carius, sem minha participação ativa, o questionário consegue dar embasamento ao projeto, conseguindo saber se foi possível contemplar os alunos ou não.

O questionário não tinha espaço para colocar nome, com o intuito de deixá-los a vontade para serem sinceros.

### 1. Qual o seu tempo de estudo semanal (contando o tempo no IF)?



Gráfico 1: Dados das respostas sobre o tempo de estudo semanal

Na turma 4 pessoas disseram que estudam menos que 15 horas e duas de 15 a 30, isto já totalizam 50% dos alunos que responderam o questionário e os outros 50% estudam mais que 30 horas, podemos ver que o tempo de estudo desta turma é bem heterogêneo, mas considerando-se que um estudo acima de 15 horas semanais já é um aluno com uma boa dedicação contínua, percebemos que 67% dos alunos são empenhados.



O que pode justificar o bom resultado do projeto, uma vez que todos fizeram com dedicação e se envolveram nas respostas.

2. Qual a distância entre sua residência e o campus?

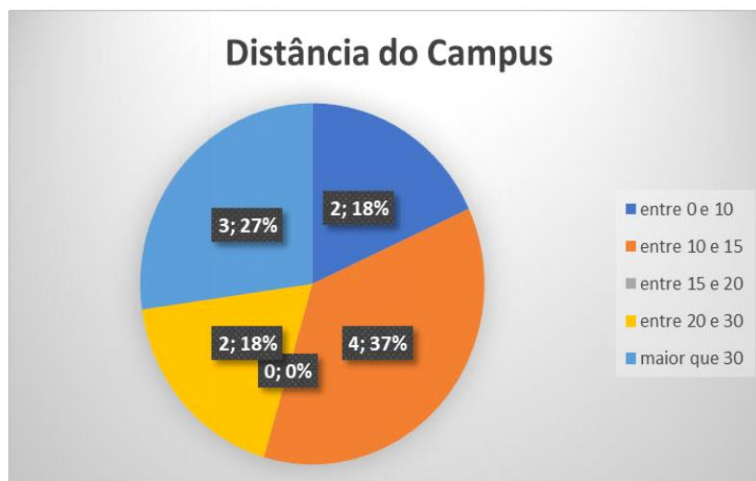


Gráfico 2: Dados das respostas sobre a distância que moram referente ao campus

A distância do campus é uma pergunta que traça o perfil dos alunos, pensando em uma análise mais aprofundada, podemos ponderar que os alunos que moram longe possuem maior dificuldade em permanecer no curso, mas se estes chegaram até o sexto período conclui-se que existe um maior interesse com a instituição. A maior parte mora relativamente perto, como é esperado, pois o intuito dos institutos é atingir o entorno.

3- Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com a Química Analítica

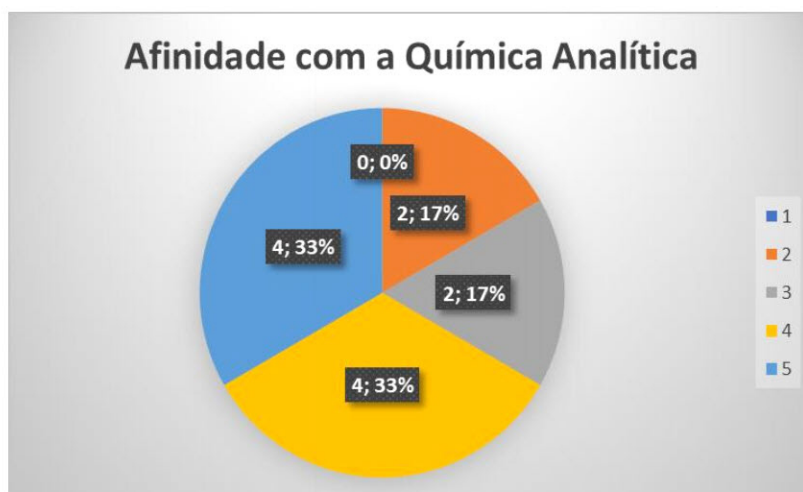


Gráfico 3 – Dados das respostas sobre a afinidade pela Química Analítica.

Observando este gráfico podemos perceber que a Química Analítica mesmo que seja uma disciplina que retenha bastante alunos não é uma disciplina que os alunos desgostam. Muitos dizem ter afinidade com a mesma, tendo 66% entre 4 e 5 no nível de afinidade.

O que é possível perceber conversando com os alunos sobre química analítica é que ela é uma disciplina com um grau de aceitação alto, mas é de opinião geral que ela precisa de um nível de dedicação muito grande, demandando muito tempo de estudos dos alunos.

4- Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com o Tratamento de Dados?

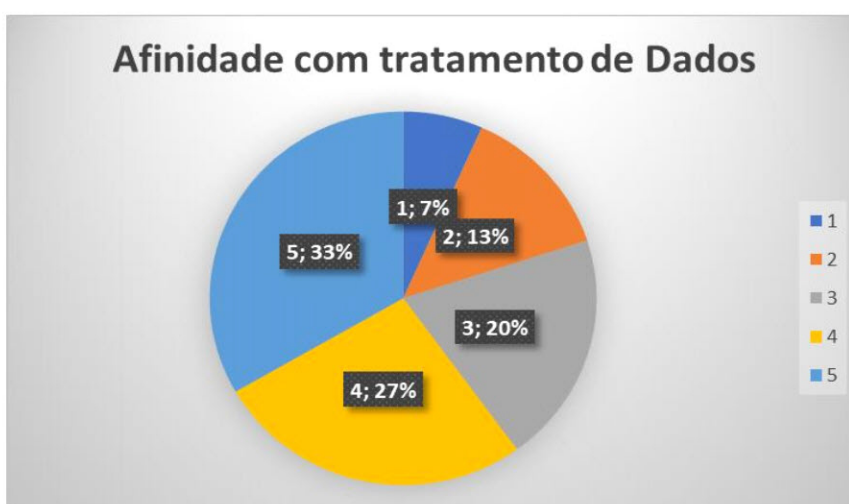


Gráfico 4: Dados das respostas sobre a afinidade por Tratamento de Dados.

A aceitação de tratamento de dados é a mesma que a de Química Analítica, se compararmos um gráfico com o outro, notamos que temos gráficos gêmeos, mas se analisarmos os questionários de maneiras separadas, analisando aluno por aluno percebemos que poucos alunos mostraram o mesmo nível de dificuldade nas duas disciplinas. A maioria deles mostram que têm mais aptidão para química analítica, dois alunos que disseram ter bastante dificuldade em química analítica mostraram ter os níveis de afinidade mais altos com tratamento de dados.

5- Você vê necessidade de uma disciplina de Tratamento de Dados em um curso de química?



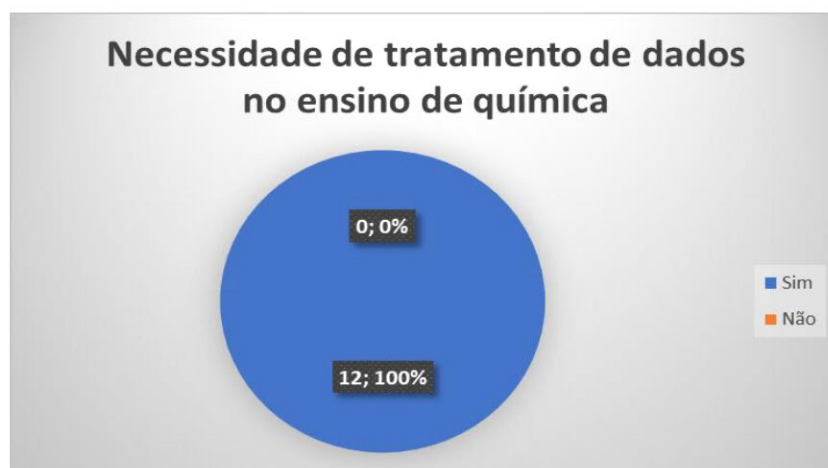


Gráfico 5: Dados das respostas dos alunos sobre a necessidade de tratamento de dados no ensino de química analítica.

A necessidade de tratamento de dados no ensino de química analítica foi unânime na turma, o que pode ser reflexo do projeto, uma vez que a turma toda que responde que enxerga esta necessidade pode-se considerar que pelo menos um dos objetivos, que era demonstrar esta necessidade e concomitância nas disciplinas, do projeto foi alcançado.

6- Você sabe da importância do Tratamento de Dados na química?



Gráfico 6: Dados das respostas dos alunos sobre a importância de tratamento de dados

Quando foi perguntado se os alunos sabiam da importância de tratamento de dados na química, 92% responderam que sim ou mais ou menos, o que se conclui que a grande parte deles tem pelo menos uma ideia do porque esta disciplina é ensinada no seu curso, o que mais um vez pode ser resultado do projeto, mesmo que não seja 100%, ainda é um bom percentual de alunos afetados.

7- Em uma escala de 1 (nenhuma relação) a 5 (muita relação), qual o nível de relação de você acha que existe entre a Química Analítica e o Tratamento de Dados

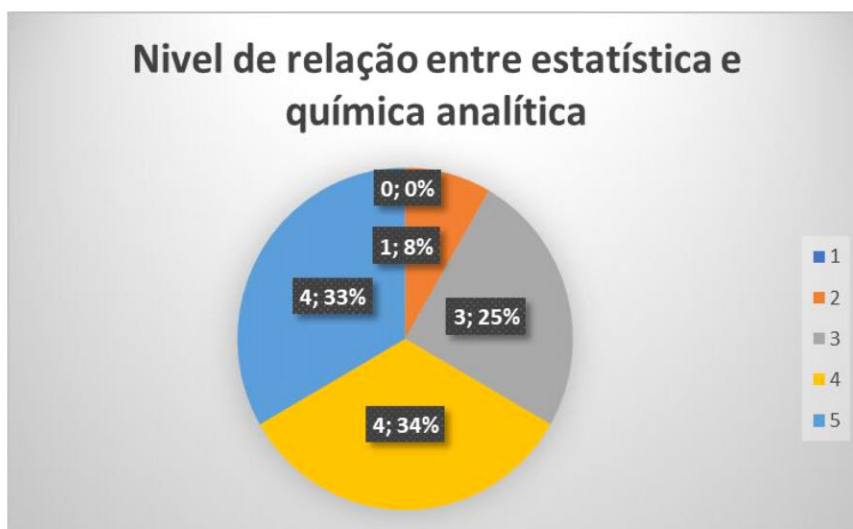


Gráfico 7: Dados das respostas dos alunos sobre o nível de relação entre estatística e química analítica.

A relação entre as duas disciplinas também tem um bom nível de percepção, os alunos conseguem perceber sua conexão, mesmo que em níveis intermediários.

No gráfico notamos que 33% acha que esta conexão está no nível 2 ou 3, o que pode ser concluído baixo depois da aplicação de um projeto multidisciplinar. Podemos então notar uma fragilidade no projeto, mesmo que tenha atingido a maior parte dos alunos, ainda deixou um terço deles com algumas lacunas.

Se compararmos esta resposta com os 100% de necessidade, pergunta 5, e os 98% de importância, pergunta 6, percebemos que a fragilidade do projeto está em mostrar as minúcias da conexão, ou seja, eles conseguiram entender que existe uma conexão, mas talvez não conseguisse dizer quais são exatamente.

8- Você sente dificuldade em Tratamento de Dados?

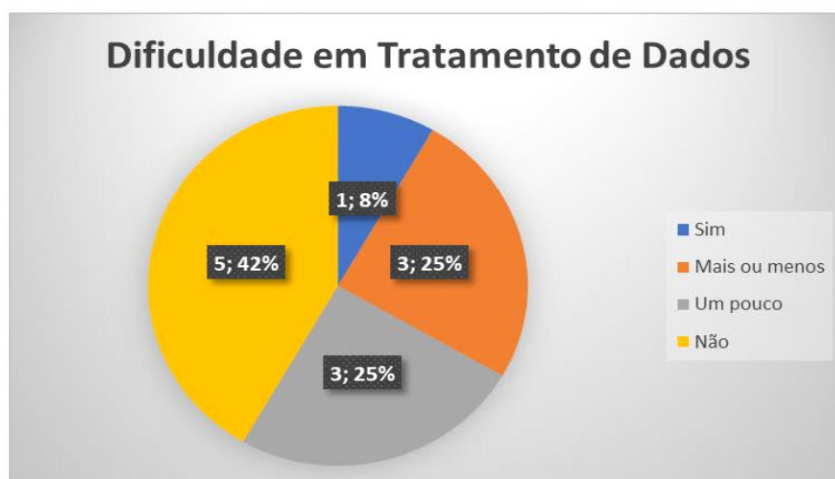


Gráfico 8: Dados das respostas sobre a dificuldade em tratamento de dados.

A maior parte da turma não sente dificuldade em tratamento de dados ou sente muito pouco, isto é refletido nas questões, pois todos os resultados entregue pelos alunos foi percebido uma segurança dos cálculos estatísticos, esta segurança foi analisada por como as questões foram feitas de formas diretas e também por estarem em sua maioria corretas.

9- Você sente dificuldade em Química Analítica?

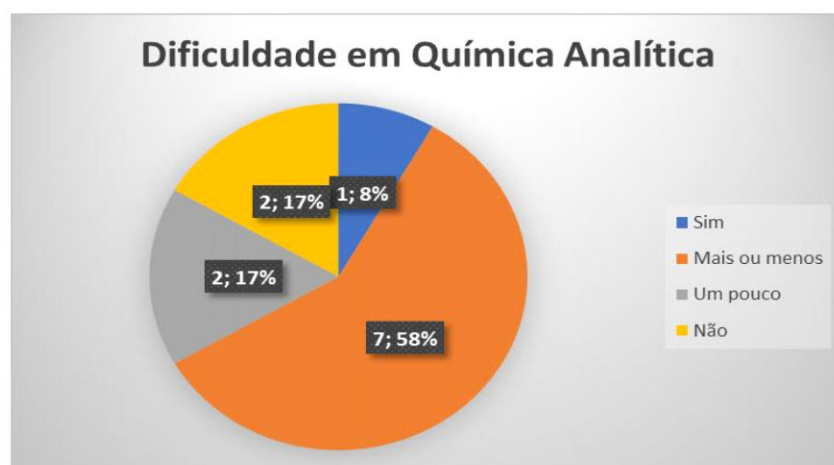


Gráfico 9: Dados das respostas sobre a dificuldade em química analítica

Já em química analítica esta dificuldade é um pouco mais notória, uma vez que houve uma resposta sim e a maior parte se concentra em “mais ou menos”, temos então apenas 4 alunos que disseram que não ou um pouco, mas mesmo com este dificuldade os alunos conseguiram resolver os exercícios, tudo indica que por uma Aprendizagem Colaborativa.

10- Numa escala 1 (sendo nada significativo) a 5 (bastante significativo), como foi sua experiência com as questões multidisciplinares?



Gráfico 10: Dados das respostas sobre o nível de significado da experiência

A projeto teve um nível de significado bem heterogêneo na turma, mesmo que não tenham colocado significado 1, tivemos uma amplitude de 2 a 5 onde os mais votados foram os níveis 3 e 4, o que mostra um nível intermediário com 66% dos alunos e os outros 34% ficam nos extremos., 17% no nível 2 e 17% no nível 5.

Disso podemos concluir que esta primeira aplicação teve para estes alunos um nível de significância intermediário. O que aponta que esta aplicação foi positiva, mas não muito bem explorada.

11- Numa escala de 1 (desnecessária) a 5 (superimportante), qual é a importância, na sua opinião de trabalhar estes conceitos de maneira conectadas?

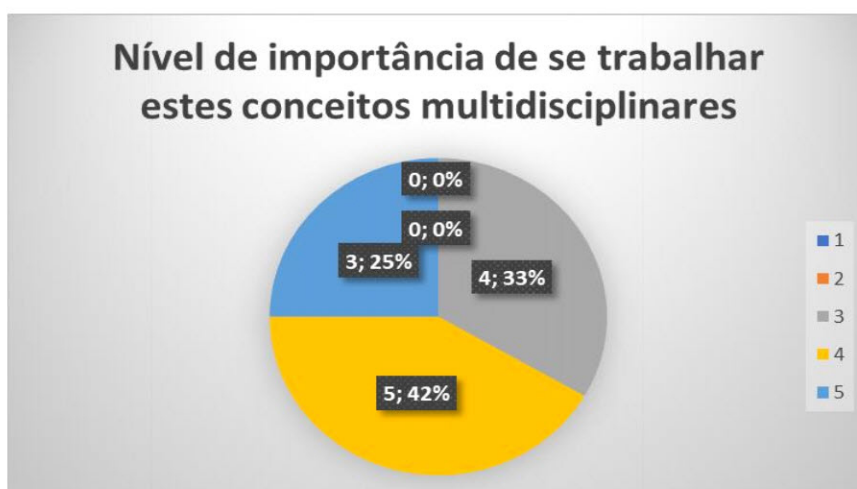


Gráfico 11: Dados das respostas sobre o nível de importância de se trabalhar os conceitos de estatística e química analítica de maneira conectadas.



A escala de nível de necessidade do projeto para os alunos teve uma amplitude de 3 a 5, ficando a maior parte em 4 de importância com 42% e depois em 3 com 33% e os últimos 25% acham que é muito importante trabalhar os conceitos de maneira conectadas.

Com uma amplitude de 3 a 5 pode-se dizer que o objetivo de mostrar a importância do trabalho correlacionado entre as duas disciplinas foi alcançado, pois que por mais que as respostas tenham sido heterogêneas, todas ficaram acima da média.

12 – Qual a sua opinião sobre a trabalho correlacionado entre as matérias de Química Analítica e tratamento de Dados.



Legenda NTOP- Não tenho opinião formada

Gráfico 12: Dados das respostas dos alunos sobre a opinião deles do trabalho multidisciplinar das disciplinas Química Analítica e tratamento de dados

Metade da turma que participou do questionário respondeu que o trabalho foi bom, que a experiência de trabalhar as disciplinas correlacionadas foi boa, 3 delas disseram que foi muito bom, duas não souberam opinar e uma disse que foi ruim.

Mesmo que seja apenas um ruim em um espaço amostral de 12 entrevistados, é necessário lembrar que eram 19 na turma, onde 7 não foram no dia da entrega do questionário, isto quer dizer que pode existir mais “ruins” e é necessário analisar este aluno e perceber qual o perfil dele e notar qual a fragilidade do projeto para que ele não tenha conseguido contemplá-lo.

Este aluno colocou que separa de 30 a 50 horas semanais para estudar e morar mais de 30 Km da instituição. O mesmo tem afinidade 2 em química analítica e 3 em tratamento de dados. Ele colocou que o nível de relação das duas disciplinas

era de 2, o nível de significado da multidisciplinaridade ele colocou 4 e da necessidade do projeto 3, mas não gostou dele, achou ruim.

Acredita-se que este aluno em especial já apresentava dificuldades, como continuou declarando tendo-as e teve uma expectativa alta no projeto, uma vez que mostrou que entendeu qual era o intuito do mesmo, mas não se sentiu afetado da maneira que gostaria, o que pode ter acarretado uma frustração e por isto ele achou ruim.

A fragilidade desta aplicação está no acompanhamento de longe e de não se atender as necessidades individuais, talvez se a dificuldade e expectativa deste aluno tivesse sido notada durante aplicação a avaliação dele poderia ser diferente, pois ele seria contemplado.

13- Faça um comentário sobre o que você achou da aplicação

Esta questão foi discursiva e por isto teve 12 respostas diferentes, como:

- i- Bem dinâmico
- ii- Interessante, mais de uma vez
- iii- Gosto muito de analítica, mas de estatística não
- iv- Foi uma ótima aplicação, ainda mais por ser usado uma matéria que muita gente acha que não pode ter uma ligação, mas tem e foi muito bem aplicado.
- v- Tratamento de dados e metrologia deveriam ser matérias ministradas nos períodos iniciais do curso de química.
- vi- Necessário
- vii- Foi ótimo.
- viii- Uma ótima aplicação para poder ter uma noção sobre o ensinamento da matéria e o cotidiano.
- ix- Achei importante aplicar tratamento em analítica porque é uma forma interessante juntas as duas matérias.
- x- Mais fácil de entender as matérias que tivemos depois desta
- xi- Achei muito legal.

Analisando os comentários dos alunos percebemos que todos saíram com um parecer positivo, até o aluno que categorizou a aplicação como ruim achou ela interessante, comprovando mais uma vez sua possível frustração com o projeto.

A comentários que chamam bastante atenção, pois mostram o alcance do projeto. Um dos alunos comenta que tratamento de dados e metrologia deveriam ser no início do curso, neste trecho notamos que ele percebeu algo nestas disciplinas que ele poderia ter usado antes, ou seja, percebeu outras conexões e isto é muito significativo, pois mostra um desenvolvimento de pensamento. Ele não só entendeu o propósito do projeto, mas compreendeu que ele está acima disso.



### 6.3 SEGUNDA APLICAÇÃO

A segunda aplicação foi realizada na turma do sexto período 2018.2 com vinte alunos na aula da Professora Fernanda da disciplina de Química Analítica Quantitativa.

Para esta aplicação foram feitas algumas melhorias. O material ao invés de ser apenas as questões, agora vem com uma parte teórico que funciona como apoio para responder as questões e houve meu envolvimento na participação da aplicação desde a entrega do material, a encontros em contra turno, a ajuda via WhatsApp e o recolhimento do material com alguns comentários sobre as questões e a importância delas.

As questões tiveram uma pequena modificação, pois estas tinham caráter mais analítico, para que pudesse contar como avaliação da disciplina aplicada. O caderno teórico possuía ambas as teorias com o intuito de suprir as dúvidas que poderiam aparecer nas questões.

O questionário de sensibilidade foi aplicado antes da aplicação do projeto, pois desejava-se conhecimento de qual é a visão dos alunos sobre a trabalhar com tratamento de dados e analítica juntos, antes do projeto ser aplicado.

### 6.4 COLETA DE DADOS SEGUNDA APLICAÇÃO.

Questionário referente a segunda aplicação. O mesmo foi aplicado antes da iniciação do trabalho com a turma, para se ter uma visão anterior ao projeto.

1. Qual o seu tempo de estudo semanal (sem contar com o tempo no IF)?



Gráfico 13: Dados das respostas dos alunos sobre qual o tempo de estudo semanal.

A turma que foi trabalhada na segunda aplicação em sua maioria é composta por alunos dedicados, pois tem um tempo de estudo médio de 30 a 50 horas e 25% deles estudam até mais que isso. Este nível de comprometimento estudantil aumenta a expectativa de ter um grande envolvimento deles com o projeto e espera-se que eles entregam bons resultados.

## 2. Qual a distância entre sua residência e o campus?

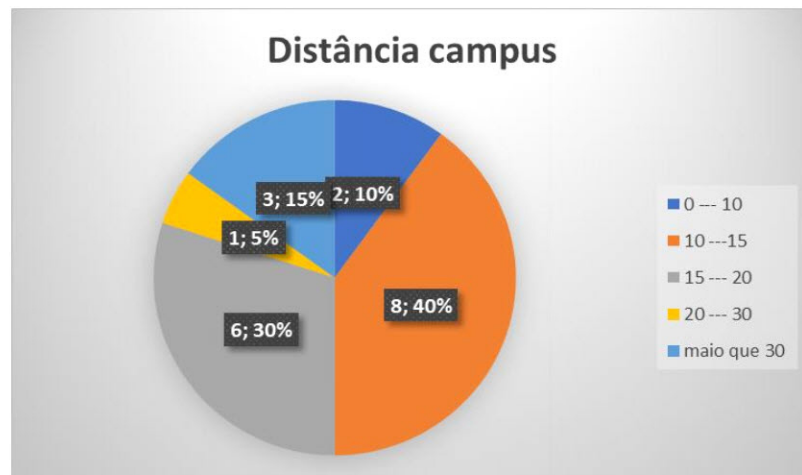


Gráfico 14: Dados das respostas dos alunos sobre a distâncias que eles moram do campus.

Nesta turma metade mora bem próximo do *campus*, 30% mora de 15 a 20 quilômetros, que começa a ficar um pouco cansativo a viagem, o restante diz morar muito longe. O que podemos avaliar disso é que esta é uma turma de sexto período grande, para os padrões do curso e que possui pessoas que poderiam ter evadido por causa da distância do curso, mas não saíram e isto pode ser refletido em dedicação e comprometimento, pois uma vez que é realizado tanto sacrifício por algo esta pode ser refletida em dedicação do indivíduo.

3. Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com a Química Analítica?

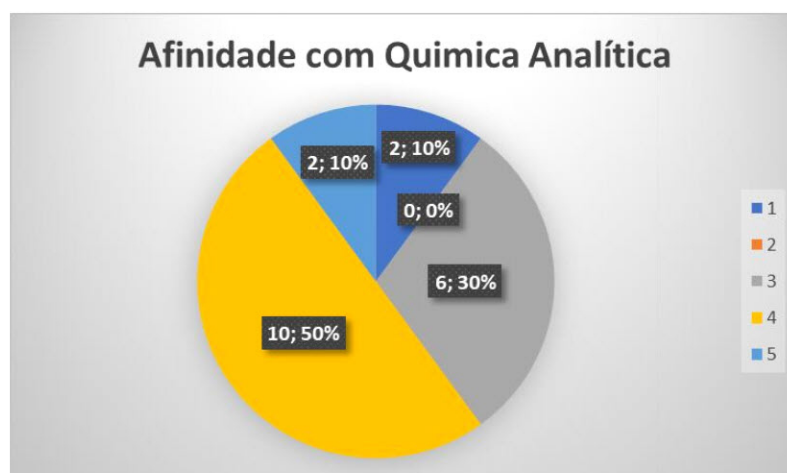


Gráfico 15: Dados das respostas dos alunos sobre a afinidade deles com a Química Analítica Quantitativa.

A turma que trabalhamos na segunda aplicação tem um perfil analítica. Metade a turma possui uma afinidade 4, 10% afinidade 5 e 30% afinidade 3, de maneira mais generalizada 90% da turma tem uma afinidade acima da média com uma das disciplinas trabalhadas, o que pode ser visto de maneira muito positiva para o andamento do projeto. Dar significado a algo de interesse é mais fácil que fazer uma intervenção do zero, onde seria necessário despertar o interesse e a afinidade para dar significado.

4. Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com o Tratamento de Dados?

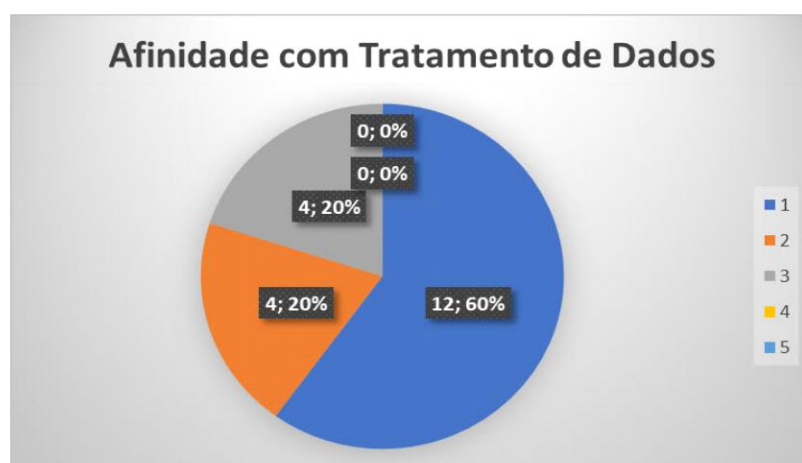


Gráfico 16: Dados das respostas dos alunos sobre a afinidade deles com a Tratamento de Dados.

O cenário com tratamento de dados é exatamente o oposto, 60% da turma tem afinidade mínima com a disciplina e 40% estão divididas entre 2 e 3 em níveis

de afinidade. Isto torna o projeto significativo para esta turma e uma escolha muito boa de disciplinas, pois as chances de dar certo mostrar a importância de uma disciplina rejeitada com uma outra disciplina que possui um alto nível de aceitação é muito boa.

5. Você vê necessidade de uma disciplina de Tratamento de Dados em um curso de química?



Gráfico 17: Dados das respostas dos alunos sobre a necessidade de tratamento de dados no curso de química.

A questão da necessidade de tratamento de dados no curso de química, uma vez que não possui um resultado unânime da turma é preocupante, mas também agrega valor ao trabalho, pois sabe-se que existem alunos que precisam ser contemplados com uma atenção especial, pois eles realmente estão alheios a importância não só da conexão da disciplina, mas do significado dela para o ensino de ciências em geral.



6. Você sabe da importância do Tratamento de Dados na química?

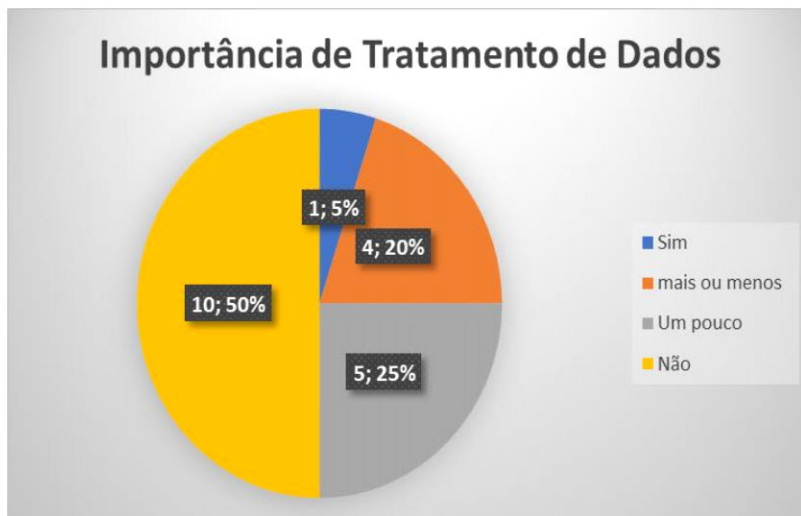


Gráfico 18: Dados das respostas dos alunos sobre a importância de tratamento de dados no curso de química.

Na pergunta que se subentende que existe uma importância e perguntamos se os alunos sabem qual a importância metade da turma admite não saber, 25% diz que sabe um pouco, 20% diz ter uma ideia e apenas 5% que é referente a 1 aluno fala que sabe qual é a importância. Este é um cenário inicial de um projeto que tem espaço para ter uma grande relevância, pois existe um grande número de alunos a ser contemplado.

7. Em uma escala de 1 (nenhuma relação) a 5 (muita relação), qual o nível de relação de você acha que existe entre a Química Analítica e o Tratamento de Dados

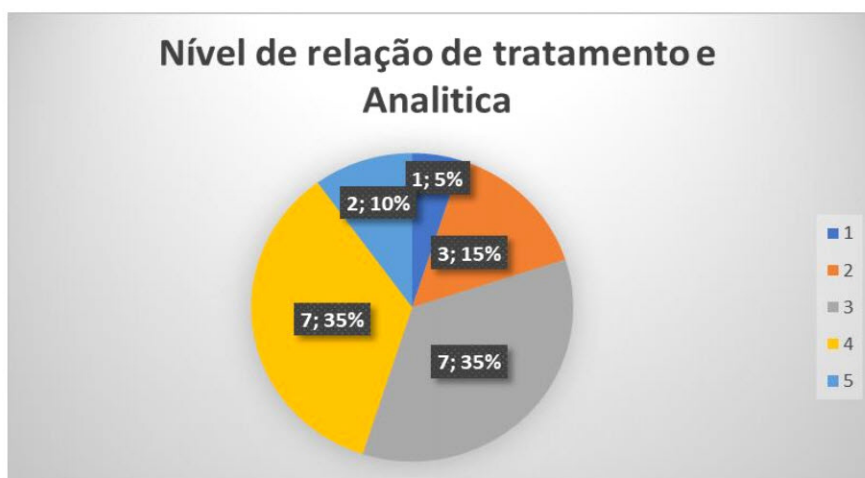


Gráfico 19: Dados das respostas dos alunos sobre o nível de relação entre tratamento de dados e química analítica.

Setenta por cento dos alunos enxergam uma relação nível 3 ou 4, isto quer dizer que a maioria deles entendem o propósito do projeto, mas ainda possui 20% dos alunos que precisam ser contemplados com maior atenção.

Os outros 10% entendem completamente a relação entre as duas disciplinas.

#### 8. Você sente dificuldade em Tratamento de Dados?

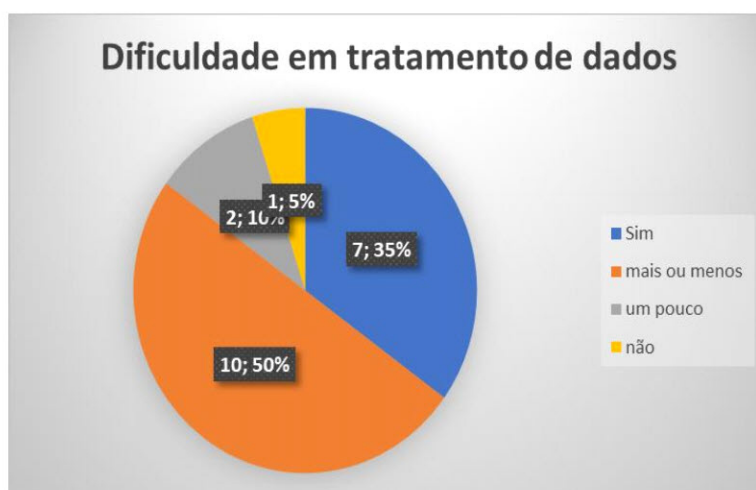


Gráfico 20: Dados das respostas dos alunos sobre a dificuldade que eles possuem em tratamento de dados.

A maior parte da turma admitiu ter dificuldade em tratamento de dados, onde 35% diz ter esta dificuldade de fato, e 50% assumiu ter “mais ou menos” que seria ter alguma dificuldade. Apenas 15% disse ter pouca ou nenhuma dificuldade. Isto quer dizer que, o que precisa ser mais trabalhado com esta turma é o tratamento de dados, que além de dar significado ele precisa ser inserido e aceito pela turma.

#### 9. Você sente dificuldade em Química Analítica?

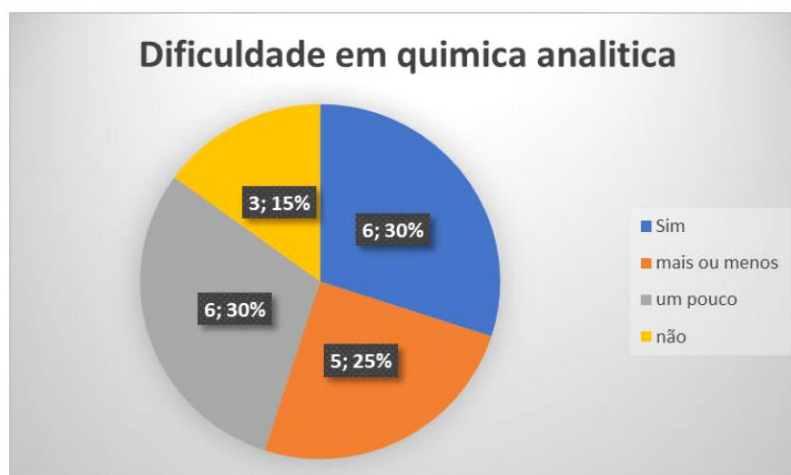


Gráfico 21: Dados das respostas dos alunos sobre a dificuldade que eles possuem em química analítica.



Esta turma para química analítica possuem um cenário mais heterogêneo, pois 30% admitiram ter dificuldades em química analítica, 25% disseram possuir alguma dificuldade, 30% admitiram ter um pouco e só 15% disseram que não possuem dificuldade. O que nós podemos ter como estratégia trabalhar ambos os conteúdos aplicados e de forma interessantes. Não deixando nenhum de lado, com o objetivo de contemplar a turma toda.

10. Numa escala de 1 (desnecessária) a 5 (*super-importante*), qual é a importância, na sua opinião de trabalhar estes conceitos juntos?

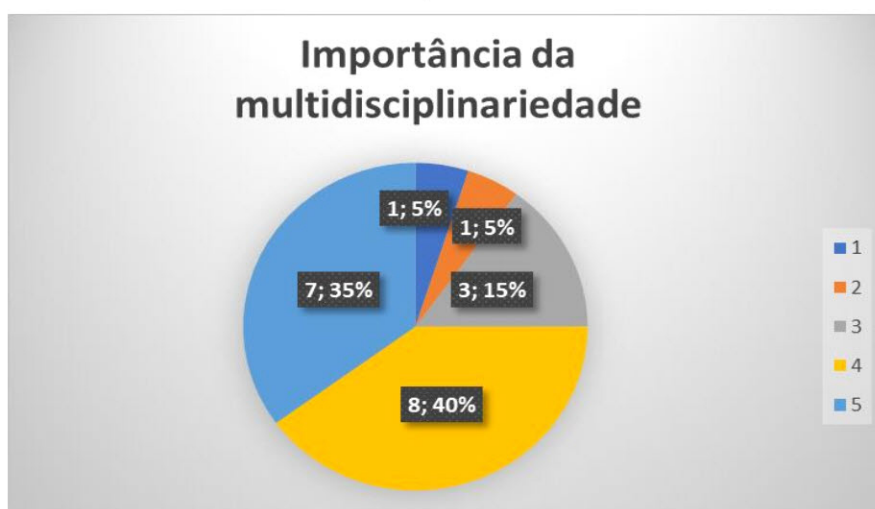


Gráfico 22: Dados das respostas dos alunos sobre a importância de se trabalhar os conceitos de química analítica e tratamento de água juntos.

A maior parte dos alunos tinham a consciência da importância de se trabalhar os dois conceitos juntos antes do projeto ser aplicado, isto é muito positivo para o andamento do projeto, pois eles já sabem da importância dele antes dele acontecer. Isto pode gerar reflexos positivos na aplicação, pois você possui a atenção deles quando se fala do que se trata.

## 6.5 DISCUSSÃO DA SEGUNDA APLICAÇÃO

Esta aplicação também foi realizada para corrigir algumas falhas da anterior, como contar com a minha presença e ter uma parte teórica para não ter sua dificuldade retirada e as perguntas foram revisadas de modo a atender melhor a turma. Ao remontar a apostila algumas perguntas foram criadas e duas delas foi

pedido para ser retirada da apostila pela a professora aplicadora, por não ser exatamente a forma que está sendo tratamento em sala.

A segunda aplicação foi realizada no final do período, o que acabou dificultando para os alunos se dedicarem ao projeto, os mesmos também sinalizaram algumas dificuldades na parte estatística, que já era esperado, pois no questionário eles sinalizaram esta dificuldade, então o prazo de entrega foi estendido para que houvesse melhor desempenho da turma e tempo hábil para auxiliá-los.

A dificuldade na parte estatística mostra uma outra fragilidade no trabalho, pois um projeto multidisciplinar deveria ser dado de forma concomitante, esta dificuldade não foi mencionada na primeira aplicação, pois quem aplicou foi uma professora de Tratamento de Dados, que conferiu o material antes de ser enviado e sabia que o que se pediu era muito próximo do que ela havia aplicado em sala, mas como estamos num panorama ao contrário e diferente da primeira aplicação onde a analítica foi facilitada por não ser uma professora de analítica que estava aplicando a estatística não foi modificada, apenas mudada sua proporção.

Mas esta dificuldade não foi notada nas respostas, o que mostra um comprometimento, pesquisa dos alunos, aproveitamento dos auxílios e até uma conversa entre si para uma criação de inteligência coletiva. O que muito provavelmente aconteceu foi a Aprendizagem Colaborativa, eles mesmo suprimam suas próprias dúvidas e conseguiram entrar em um senso comum para as respostas.

Esta aplicação teve resultados muito positivos, as respostas estavam bem desenvolvidas e a maioria utilizou o Excel como foi pedido, como ferramenta única ou complementar, o que mostra um bom resultado do método STEM.

Na questão abaixo podemos ver um aluno que respondeu todas as questões pelo Excel, inclusive a parte analítica foi organizada no programa para a entrega ficasse organizada.

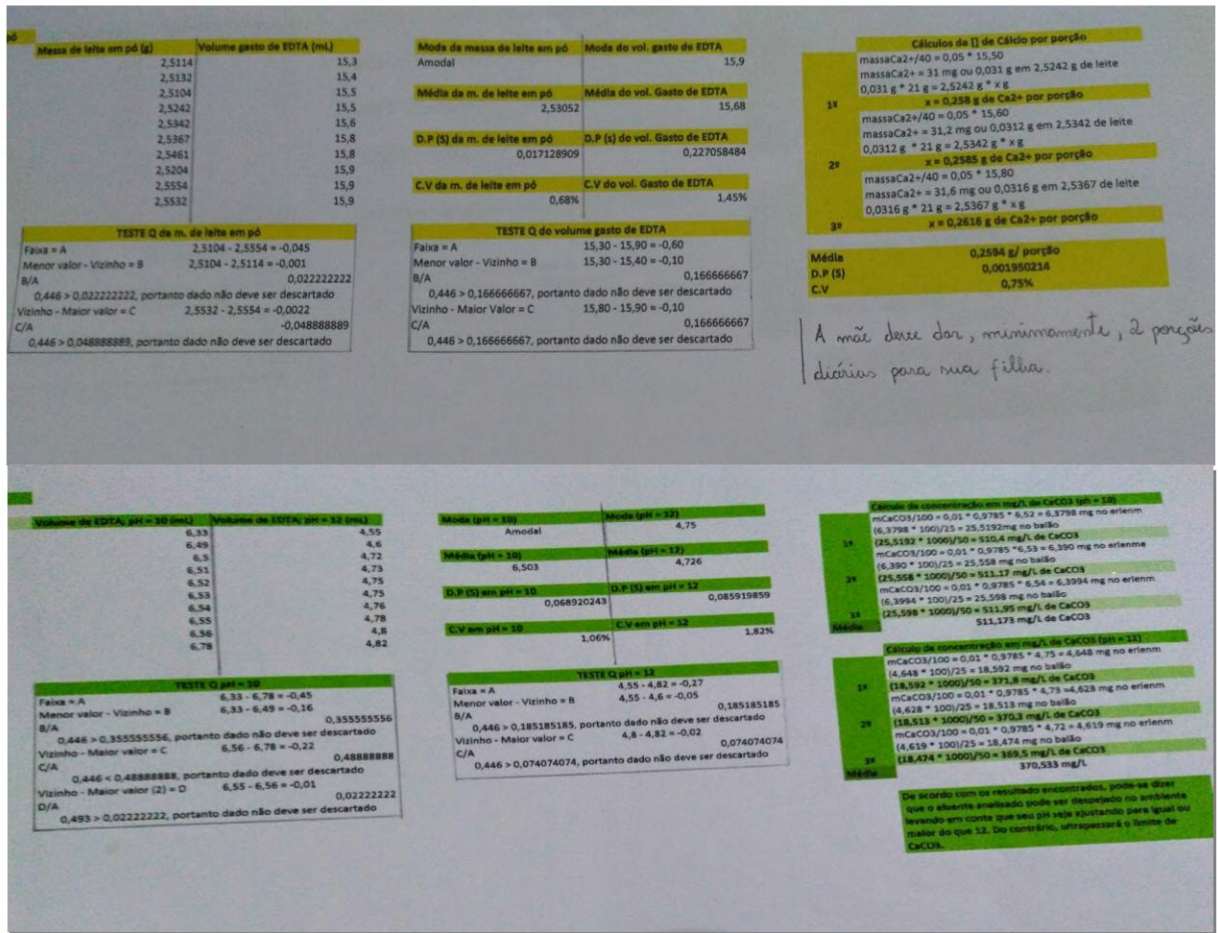


Figura 6: Resposta de um dos alunos que utilizou a ferramenta Excel.

Mais de um aluno fez somente no Excel como foi proposto, alguns utilizaram cores diferentes para analisar a moda

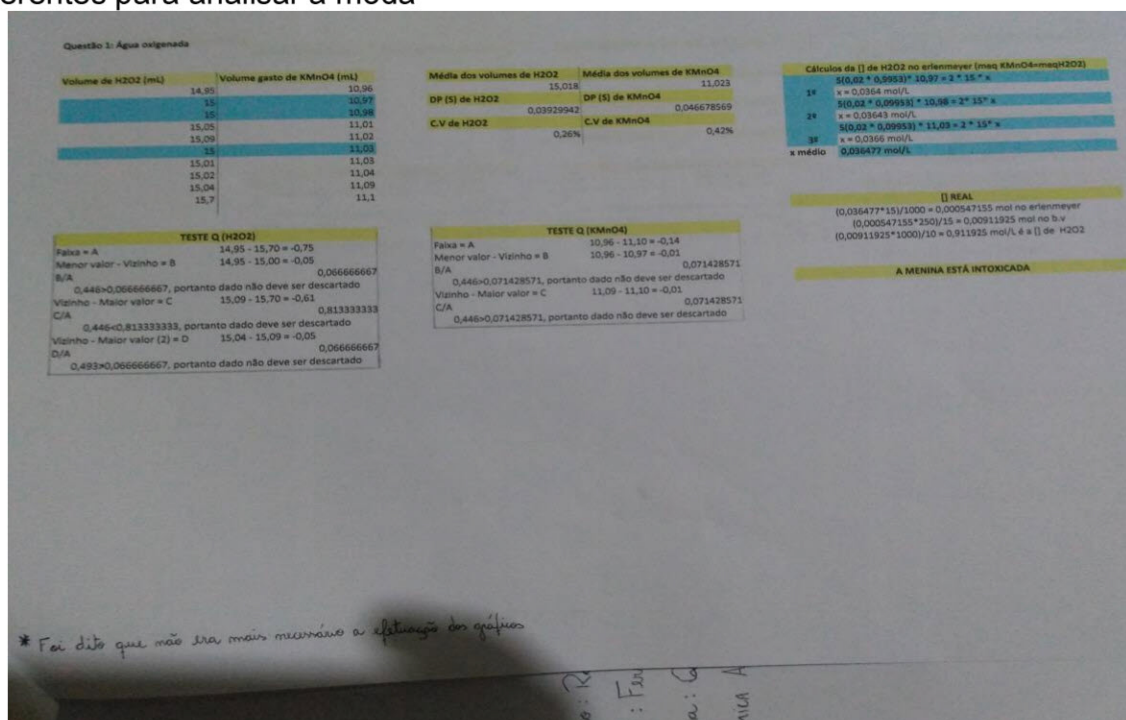


Figura 7: Resposta de um aluno que utilizou cores para a diferenciação no exercício.



Nem todos os alunos utilizaram a tecnologia ao seu favor para resolver este trabalho, isto não diminuiu a qualidade das respostas, apenas não atendeu todos os pilares da proposta.

Questão 1: água oxigenada

1. a.  $Q = \frac{15,70 - 15,09}{15,70 - 15,95} = 0,813$  volume 15,70 pode ser descartado pois é muito discrepante

b.  $V_{\text{média } H_2O_2} = 15,086 \text{ mL}$   
 $V_{\text{média } KMnO_4} = 11,02 \text{ mL}$

c. Desvio Padrão  $H_2O_2 = 0,218$   
 Desvio Padrão  $KMnO_4 = 0,0466$

2. Coeficiente de variação: 0,42%  
 Coeficiente de variação: 1,45%

3. Sem massa de oxalato segundo a profusora

4.  $C_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} = 2 \cdot C_{H_2O_2} \cdot V_{H_2O_2}$   
 $(0,025) \cdot 10,97 = 2 \cdot C_{H_2O_2} \cdot 15,00$   
 $C_{H_2O_2} = \frac{0,07213}{2}$   
 $C = 0,03606 \text{ mol/L}$

$C_1 V_1 = C_2 V_2$   
 $0,03606 \cdot 250 = C_2 \cdot 10,00$   
 $C = 0,914 \text{ mol/L}$

Figura 8: Resposta feita a mão (parte1)

Tudo da massa de lítio:  $2,5104; 2,5114; 2,5132; 2,5204; 2,5282; 2,5342; 2,5362; 2,5444; 2,5532; 2,5594$

b)  $Q = \frac{15,90 - 15,70}{15,90 - 15,50} = 0,16$ , não é possível descartar nenhum valor

c)  $\text{média} = \frac{2,5305}{10} = 2,5305 \text{ g/L}$   $\text{média} = \frac{5,6}{10} = 0,56 \text{ mL EDTA}$   
 $\rightarrow \text{EDTA} = 0,22$   
 Desvio padrão  $\rightarrow$   $\text{lítio} \approx 0,01$

d)  $\text{mg } Ca^{2+} = \text{mg EDTA}$   $\frac{m_1 Ca^{2+}}{40,038/1} = 0,0500 \cdot 0,01560$   
 $\frac{m_1 Ca^{2+}}{40,038/1} = 0,00078$   $m_1 Ca^{2+} = 0,0310 \text{ g}$   
 $34 \text{ mg} - 2,5305$   
 $\times - 2,19$   $\times = 257,5 \text{ mg } Ca^{2+}$

$\frac{m_2 Ca^{2+}}{40,038/1} = 0,0500 \cdot 0,01560$   
 $\frac{m_2 Ca^{2+}}{40,038/1} = 0,00078$   $m_2 Ca^{2+} = 0,0312 \text{ g}$   
 $34 \text{ mg} - 2,5305$   
 $\times - 2,19$   $\times = 259,2 \text{ mg } Ca^{2+}$

média =  $258,06 \text{ mg } Ca^{2+}$

3)  $2,19 - 258,06 \text{ mg } Ca^{2+}$   
 $500 \text{ mg}$   
 $\times = 40,7 \text{ g por dia}$

Figura 9: Resposta feita a mão (parte2)

Um dos diferenciais desta aplicação foi a questão extra, que pergunta o porque se é trabalhado em triplicata no laboratório e como dica eu propus ler um artigo que serviu como aporte teórico para este trabalho e este quesito também obteve um bom retorno. A maioria mostrou que leu o artigo recomendado e respondeu da forma que compreendeu o artigo, por mais que nenhum deles tenham realmente respondido corretamente, houve demonstração de interesse ao citarem o que leram no artigo.

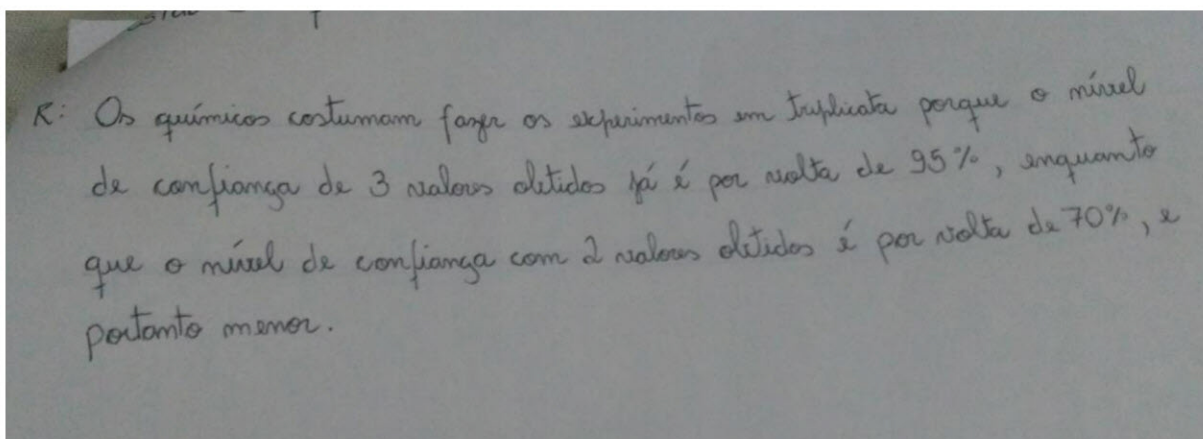


Figura 10: Resposta da questão extra.

Um retorno desta questão que obtive conversando com os alunos é que eles nunca tinham parado para pensar no porque seria triplicata, alguns responderam que era um número suficiente de experimento, mas muito confessaram que antes do projeto acreditavam ser um valor aleatório.

## 6.6 COMPARAÇÃO ENTRE AS APLICAÇÕES

O que podemos perceber entre as aplicações é que as dificuldades se diferem quando muda o professor aplicador. Como foi mencionado, isto pode ser visto como uma fragilidade do projeto, não ser contemplado pelas duas disciplinas de maneira concomitante. Um projeto que relaciona duas disciplinas e que possuem elas se conversando de maneira concomitante seria melhor aproveitado sendo regido por mais de um professor. Acredito que o problema não seja inteiramente do material, pois este estava dentro de ambas as ementas e estavam encaixando com o que era pedido nas disciplinas, mas de maneira diferente por cada educador. Ou



seja, os alunos tendem a compreender melhor a disciplina do educador que a aplicou.

A segunda aplicação trabalhou-se mais Excel, ambas as turmas tiveram meu auxílio em contra turno com a ferramenta, onde expliquei como eles poderiam montar alguns gráficos e planilhas e me dispus para maiores dúvidas. O excel trabalha mais a realidade de um analítico, que tende a utilizar a estatística de modo mais computadorizado do que executar as contas manualmente. Ou seja, o projeto visto de modo mais analítico se mostrou mais útil para os alunos, pois estava bem próximo da realidade, caso ele escolha esta profissão.

As melhorias feita para segunda aplicação teve muitos pontos positivos. Foi obtido as respostas esperadas, quando especificou o que se pediu, a minha participação ativa deu mais significado ao projeto. Tanto na entrega, no durante e no recolhimento foi conversado a importância de cálculos precisos, com erros conhecidos e panoramas montados.

E também foi importante para analisar uma fragilidade não sanada em nenhuma das aplicações, que foi a do trabalho concomitantes entre as disciplinas. De acordo com o trabalho de Pontuschka (1999), trabalhar com mais de uma disciplina tem seus desafios e que por isto este tipo de trabalho tem resultados melhores a longo prazo, principalmente se parar para pensar em um panorama geral, pois autores como Frigotto (1995) e Fazenda (2008) também comentam o fato destes projetos ainda não serem muito bem compreendidos e dificilmente aplicado, pois é uma prática que precisa de um esforço único e coletivo. Ou seja, não basta apenas um bom material e um bom aplicador, é necessário que tudo se converse e esteja no mesmo nível de dificuldade e em se tratando de pessoal, no mesmo nível de envolvimento.

De modo geral o material produzido utilizou o método STEM, e obteve um bom resultado na aplicação. Tanto o material e a aplicação podem passar por ajustes positivos que poderão refletir num maior significado e compreensão para os alunos.

Também é possível montar um material mais completo e com maiores desafios e caso haja envolvimento dos educadores de ambas as disciplinas é possível fazer perguntas mais complexas e colocá-los em problemas mais desafiadores.

## 7. CONCLUSÃO

Com a proposta de trabalhar com material multidisciplinar podemos concluir que por mais que exista o envolvimento da turma, e que esta tenha um perfil estudioso, como foi o caso das nossas turmas escolhidas, para que um projeto deste possa a vir colher resultados excelente é necessário tempo e união da escola e professores.

Com tempo, visto que se trata de um trabalho contínuo, a conexão entre as disciplinas precisa ser reconhecida pelos alunos em todas elas de uma maneira que segue ao nível em que eles a reconheçam sozinhos, possam enxergar a como elas caminham juntas, sem que os estes pontos sejam apontados.

O projeto em questão possui resultados positivos, por mais que tenha sido identificadas falhas, algumas supridas e outras redescobertas obtivemos um retorno positivos dos alunos e com as fragilidades identificadas é possível reestruturar o projeto.

Como a o trabalho multidisciplinaridade ainda não conseguiu ser definido de maneira permanente, temos elo atualmente como: projeto que possui um tema gerador que engloba mais de uma disciplina. Para melhor entendimento e engajamento dos alunos é necessário que os gestores das disciplinas envolvidas estejam participando ativamente do projeto.

O material precisa atender ambas as disciplinas, não é necessário que se destaque cada disciplina, em um grau de dificuldade mais alto é possível deixar que os alunos as encontrem, mas para começar é importante ter um material que guie os alunos no que é necessário fazer.

## 8. REFERENCIAL TEÓRICO

ABREU. D. G; COSTA. C. R.; et. Al **Uma proposta para o ensino da química analítica qualitativa**. Ribeirão Preto - SP, Brasil, 2006.

ABRUCIO, L. F. **Formação de professores no Brasil: Diagnóstico, agenda de políticas e estratégias para a mudança**. Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil, 2016

ARIOLI E CORREA, **Hipocalcemia**, Revisão Arq Bras Endocrinol Metab 1999;43/6: 467-471)

BACCAN, ANDRADE, GODINHO E BARONE, **Química analítica quantitativa elementar**. Campinas, SP. 3º edição 2006

FAZENDA, Ivani (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. 12. ed. Campinas: Papirus, 2007, p. 31-44.

FAZENDA, Ivani Arantes. **Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores**. Revista do centro de educação e letras da UNIOESTE, Foz do Iguaçu, v. 10, n. 01, p. 93-103, 2008

FAZENDA, Ivani (Org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2005, p. 19-22.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais**. In: JANTSCH, Ari Paulo; BIANCHETTI, Lucídio (Orgs.). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 1995.

GAUCHE, R., SILVA, R. R. et. Al **Formação de professores de química: concepções e proposições**. Brasília, Química Nova, 2007

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

LÉVY, P. **Cibercultura**, São Paulo: Editora 34. (1999)

LÜCK, Heloisa. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teóricometodológicos**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

MEC; INEP; CAPES.1997. **Censo da Educação Superior de 1997**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior/>>. Acesso em: 24/05/2018.

MEDEIROS et al,. **Evasão em turma de curso técnico em química no IFSP – Capivari**, pôster da Sociedade brasileira de química (SBQ). Capivari SP, 2014.

MEMORIA, P. M. J **Breve história da estatística**: Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF 2004

MOREIRA, M. A. (2018, maio/agosto) **O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, 11(2), 14-23.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib. **Interdisciplinaridade: aproximações e fazeres.** *Terra Livre: as transformações no mundo da educação*, São Paulo, n. 14, 100-124, jan-jul 1999

SEVERINO, Antônio Joaquim. **O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática.** In:

SHIGUTI, A. W e SHIGUTI, V. S. C; **Apostila de estatística**; Brasília, 2006

SILVA, A. R.; TERRA, D. C. T. **A expansão dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e os desafios na contribuição para o desenvolvimento local e regional.** In: I Seminário Nacional de Planejamento e Desenvolvimento. **Anais I SNPD**, Curitiba: 2013.

SILVA, **Proposta para tornar o ensino de química mais atraente**, Ceará, 2011.



SKOOG, WEST, HOLLER E CROUCH, **Fundamentos de química analítica**, 8ª edição norte americana.

SOTTO, L. U. **A aplicabilidade dos métodos estatísticos em estudos da área de biologia: análise em periódico**: 19º Congresso de iniciação, Tema: Ambiente e Sustentabilidade, 2011.

VEIGA, QUENENHENN E CARGNIN, **O ensino de química: algumas reflexões**. “Eixo Temático: Didática e Prática de Ensino na Educação Básica “Estado do Paraná, 2011.

TAVARES, M. G. **Evolução da rede federal de educação profissional e tecnológica**: as etapas históricas da educação no Brasil. In: IX ANPED Sul, Seminário de pesquisa em Educação da região sul, Reunião Científica da ANPED, 2012, Caxias do Sul. **Anais IX ANPED Sul**, Caxias do Sul: 2012, p. 1-21.

## 9. APÊNDICES

### 9.1 APÊNDICE A

#### Água Oxigenada

Ao chegar em casa uma mãe percebe que os 3 frascos de água oxigenada estão quase vazios e que sua filha de 6 anos pode ter tomado um deles ou uma mistura deles. Preocupada ela vai ao Google fazer uma pesquisa e chega as seguintes conclusões após ler algumas pesquisas:

\*Que a água oxigenada não é tóxica para o corpo humano se for consumida até 20ml com a concentração máxima de 0,9000 mol/L.

\*Acima desta concentração, ou um maior volume, a ingestão do líquido já é considerada tóxica. Já que um de seus filhos trabalha em um laboratório de química analítica ela entrega a ele o restante da água oxigenada que poderia ter sido consumida pela sua filha menor e pede para ele verificar a sua concentração.

\*Para fazer a análise da água ele usa uma solução já padronizada com 0,02 com o fator de correção de 0,9953 de  $\text{KMnO}_4$  e segue o seguinte procedimento:

- i) Pipeta 10,00mL da amostra de  $\text{H}_2\text{O}_2$  entregue pela mãe
- ii) Transfere quantitativamente para um balão volumétrico de 250,00mL e avoluma até o traço de referência.
- iii) Retira uma alíquota de aproximadamente 15,00mL da solução preparada e transferi para um elermeyer.
- iv) Acrescentar 100mL de água deionizada, em seguida, 4mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado
- v) Titulou a amostra com o  $\text{KMnO}_4$  padronizado até o PE. Equação:



| Volume de $\text{H}_2\text{O}_2$ | Volume gasto de $\text{KMnO}_4$ |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 15,05mL                          | 11,01mL                         |
| 15,00mL                          | 10,97mL                         |

|         |         |
|---------|---------|
| 15,00mL | 10,98mL |
| 14,95mL | 10,96mL |
| 15,01mL | 11,03mL |
| 15,70mL | 11,10mL |
| 15,04mL | 11,09mL |
| 15,09mL | 11,02mL |
| 15,00mL | 11,03mL |
| 15,02mL | 11,04mL |

Com base nos resultados da tabela responda:

1) Ao observar os resultados que seu filho trouxe, percebeu-se que era possível chegar ao resultado fazendo menos contas analíticas, mas para isto era necessário fazer uma análise estatística.

a) Faça a média dos volumes separadamente (média do volume de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e média do volume de  $\text{KMnO}_4$ )

b) Em seguida calcule o desvio padrão de cada volume.

c) Logo em seguida faça o coeficiente de variância, sabendo que o coeficiente de variância seria nosso erro experimental suponha que a média dos volumes é +/- o coeficiente de variância e obtenha dois volumes mais “precisos” para o cálculo analítico.

d) Faça o cálculo analítico para os dois volumes mais precisos e tire a média deles.

\*considere:  $C \text{ H}_2\text{O}_2 \times V \text{ H}_2\text{O}_2 = 5/2 C \text{ KMnO}_4 + V \text{ KMnO}_4 F_c \text{ KMnO}_4$

\*Não esqueça do fator de diluição.

2) Faça um gráfico dos dados da tabela e coloque a linha do erro

3) Tire a moda dos dados da tabela.

4) Sabendo a concentração máxima que pode ser ingerida, se a menina ingeriu a água oxigenada ela está intoxicada? Tire o coeficiente de variação entre o resultado máximo (proposto pelas pesquisas) e o resultado obtido.

## 9.2APÊNDICE B

### Teste de dureza da água

De acordo com o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) o efluente para ser lançado deverá apresenta um valor máximo de 500 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . Um agente deste órgão foi analisar a água de uma indústria para saber se este poderia ser despejada na natureza. Para isto seguiu o seguinte processo.

- i) Uma amostra de 50ml foi transferida para um balão de 100ml e completado com água deionizada.
- ii) Uma alíquota de 25ml foi colocada em um erlenmeyer e adicionou uma solução tampão de  $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$  de pH 10
- iii) Foi utilizado para titular EDTA 0,01 mol ( $f_c = 0,9785$ ).

Na tabela abaixo segue os resultados das titulações.

| Alíquota | Volume gasto de EDTA |
|----------|----------------------|
| 1        | 6,55mL               |
| 2        | 6,49mL               |
| 3        | 6,54mL               |
| 4        | 6,56mL               |
| 5        | 6,50mL               |
| 6        | 6,53mL               |
| 7        | 6,52mL               |
| 8        | 6,51mL               |
| 9        | 6,78mL               |
| 10       | 6,43mL               |

1) O Agente não ficou muito contente com os resultados da titulação e sabendo que para ter um resultado satisfatório era necessária apenas uma triplicata seguiu os seguintes procedimentos.

a) Primeiro precisaria determinar qual seria os 3 procedimentos escolhidos e para isto ele os ordenou e tirou a moda.

|     | <b>Volume de EDTA<br/>(em ordem crescente)</b> |
|-----|------------------------------------------------|
| 1°  |                                                |
| 2°  |                                                |
| 3°  |                                                |
| 4°  |                                                |
| 5°  |                                                |
| 6°  |                                                |
| 7°  |                                                |
| 8°  |                                                |
| 9°  |                                                |
| 10° |                                                |

Moda do Volume do volume do EDTA:

b) Percebendo que o teste não tinha uma moda ele resolveu fazer a média dos resultados e o desvio padrão para ver o quão destoante era seus processos.

c) Percebendo que o desvio padrão era um pouco alto resolveu que para que o calcule analítico ser preciso ele teria que escolher 3 amostras centrais, por isto tirou a mediana, escolhendo 3 valores centrais (já que na analítica a triplicata é uma análise ideal)

d) Após escolher os 3 valores fazer o cálculo analítica para cada valor escolhido e fazer a média entre eles.



2) Monte um gráfico da titulação (alíquota x volume) e coloque a linha do erro

3) A água em questão poderá ser despejada na natureza?

### **Análise de $\text{Ca}^{2+}$ no leite em pó**

Uma mãe ao voltar do médico sabendo que sua filha estava com uma dosagem muito baixa de cálcio no sangue e para reverter este quadro tinha que consumir 500mg de  $\text{Ca}^{2+}$  por dia ela resolveu fazer o cálculo de quanto de leite tinha que dar a sua filha. Como não tinha o material necessário pediu para um amigo fazer os testes com o leite em pó que dava para sua filha e lhe trazer os resultados

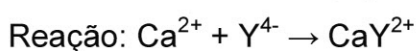
i) Para isto ele pesou 2,5000 g da amostra de leite em pó ao 0,1 mg e dissolver completamente e diretamente em um Erlenmeyer de 350 mL;

ii) Adicionar 15 mL de tampão amoniacal pH = 10;

iii) Adicionar pequena quantidade (cuidado) do indicador negro de eriocromo T;

iv) Titular contra a solução padrão de EDTA 0.05mol/L até a virada do indicador (de violeta para azul).

Cálculos: Calcular a concentração de cálcio em mg/26g de leite em pó (26g equivalem a 2 colheres de sopa).



O seu amigo lhe entregou os seguintes resultados

| <b>Massa de Leite em pó</b> | <b>Volume de EDTA</b> |
|-----------------------------|-----------------------|
| 2.5204 g                    | 15,9ml                |
| 2,5104g                     | 15,5ml                |
| 2,5554g                     | 15,9ml                |
| 2,5367g                     | 15,8ml                |
| 2,5532g                     | 15,9ml                |
| 2,5132g                     | 15,4ml                |

|         |        |
|---------|--------|
| 2,5242g | 15,5ml |
| 2,5342g | 15,6ml |
| 2,5114g | 15,3ml |
| 2,5461g | 15,8ml |

1) Sabendo que uma triplicata seria suficiente para obter um resultado preciso ela resolveu fazer uma análise antes dos cálculos analíticos.

a) Para saber quais seriam os 3 procedimentos escolhidos ela os ordenou e tirou a moda.

| <b>Massa de Leite em pó<br/>(em ordem crescente)</b> | <b>Volume de EDTA<br/>(em ordem crescente)</b> |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |
|                                                      |                                                |

Moda da Massa do leite em pó: Moda do Volume do volume do EDTA:

b) Sabendo qual era a moda ela resolveu fazer a média dos resultados e o desvio padrão para saber se estes tinham muita diferença da moda

\*com o desvio padrão menor que 0,001 é possível resolver os cálculos analíticos apenas com a moda.

c) De acordo com o resultado acima calcule a massa de cálcio na amostra

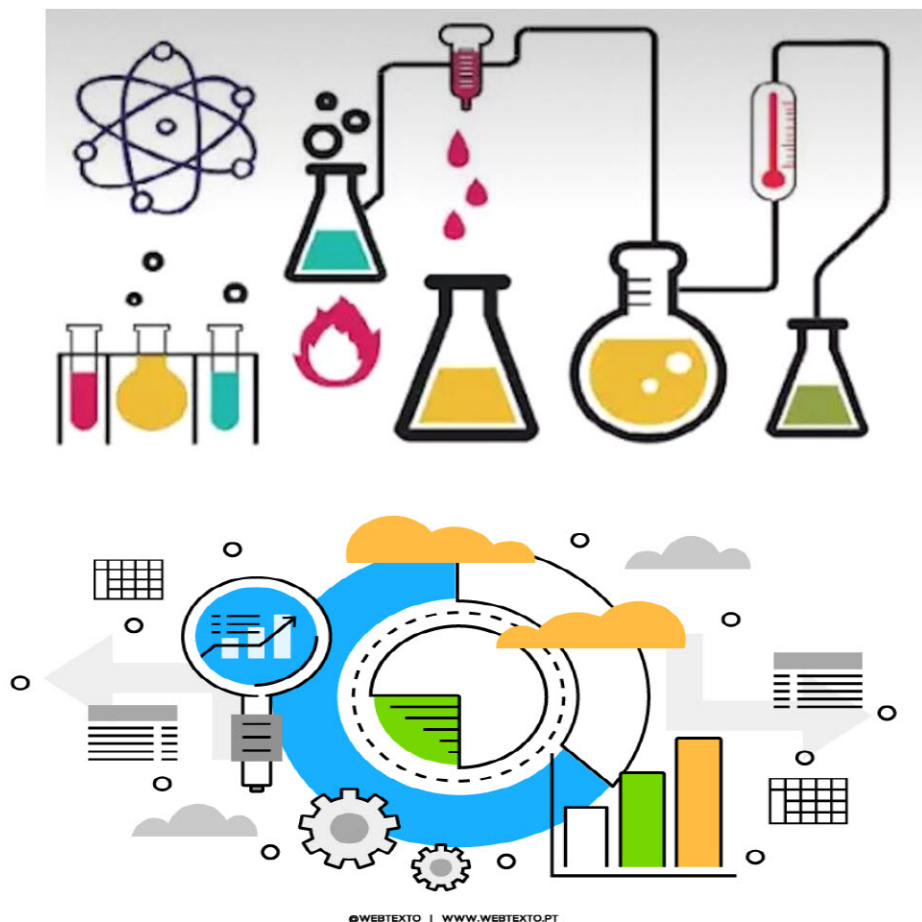
\*Se o desvio padrão for menor que 0,001 fazer com a moda \*

Se ele for maior que 0,001 fazer com os 3 resultados mais precisos (mais próximos da moda)

2) Monte um gráfico da titulação (massa x volume) e coloque a linha do erro

3) Sabendo que a dose do leite (duas colheres) tem 21g, quantas doses diárias ela terá que dar para sua filha?

## 9.3 APÊNDICE C

**CADERNO DE QUÍMICA ANALÍTICA E ESTATÍSTICA**

Aluna: Jenniffer Marcellos

Orientadora: Ana Carolina Carius

**IFRJ – Duque de Caxias**

**2018-2**

## Sumário

|                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| <b>1-Análises estatísticas .....</b>          | <b>3</b> |
| <b>2- Erro absoluto e erro relativo. ....</b> | <b>3</b> |
| <b>3- Média .....</b>                         | <b>3</b> |
| <b>4- Desvio Padrão. ....</b>                 | <b>4</b> |
| <b>5- Teste Q .....</b>                       | <b>4</b> |
| <b>6- Mediana. ....</b>                       | <b>5</b> |
| <b>7- Moda .....</b>                          | <b>5</b> |
| <b>8- Volumetria. ....</b>                    | <b>6</b> |
| <b>9- Volumetria de Oxidação .....</b>        | <b>6</b> |
| <b>10 – Equação de Nernst. ....</b>           | <b>7</b> |
| <b>11- Permanganometria .....</b>             | <b>7</b> |
| <b>12- Volumetria de Complexação .....</b>    | <b>8</b> |
| <b>13- Titulante EDTA .....</b>               | <b>8</b> |

## 1. ESTADÍSTICA

### 1.1 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

As práticas químicas realizadas não estão isentas de erros, mesmo aquelas executadas com muita atenção e precisão, o nosso propósito é reduzir este erro para um erro aceitável e conhecido, para que matematicamente nós consigamos chegar a um valor preciso.

### 1.2 ERRO ABSOLUTO E RELATIVO

O erro de uma análise trata-se de o quanto o mesmo se aproxima da literatura, que seria nosso dado escolhido para ser o correto, o padrão.

O erro absoluto (E) de uma medida corresponde a diferença entre o valor observado (medido) e o valor verdadeiro.

$$E = X - X_v$$

onde,

X: valor medido

X<sub>v</sub>: valor verdadeiro

O erro relativo (E<sub>v</sub>) de uma medida corresponde ao quociente do erro absoluto

pelo valor verdadeiro e pode ser expresso em porcentagem.

$$Er = \frac{E}{X_v} \times 100$$

### 1.3 MÉDIA

Na Química Analítica Quantitativa é comum fazer várias medições de uma determinada variável. Por exemplo, na técnica de titulação o procedimento é repetido no mínimo três vezes (triplicata). Sendo assim, se obtém um conjunto de valores e estes podem ser representados por um valor médio. A média aritmética (comumente chamada de média) é dada por:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$



$\bar{X}$  = Média

n = número de medições

#### 1.4 DESVIO PADRÃO

Para ter certeza que os resultados experimentais atendem as expectativas e possuem uma precisão podemos utilizar o desvio padrão

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

onde,

s: desvio padrão

$\bar{X}$ : média

n: número de medições

O quadrado do desvio padrão é a variância e esta medida pode ser expressa em termos de porcentagem, recebendo o nome de coeficiente de variação (C.V.).

$$C.V. = \frac{s \times 100}{\bar{X}}$$

#### 1.5 TESTE Q

Quando são feitas muitas medidas um resultado pode se distanciar muito do outro, deixando o cálculo inconclusivo. O que nos leva a pensar se estes resultados distantes podem ou não ser rejeitados para que seja realizado uma análise mais precisa. Existem vários testes na analítica que podem analisar de estes resultados podem ou não ser descartado, um deles é o teste Q, que é utilizado quando o número de medições é maior ou igual a 10

$$Q = \frac{\text{Volume questionado} - \text{Volume mais próximo}}{\text{Maior valor} - \text{Menor valor}}$$

- Colocar os valores obtidos em ordem crescente
- Fazer os cálculos e comparar os valores com o valor de Q95%

Se  $Q > Q95\%$ , o valor é rejeitado.

## APÊNDICE - VALORES CRÍTICOS DE Q

Número de medições Valor crítico (95% de confiança)

3 - 0,970

4 - 0,829

5 - 0,710

6 - 0,625

7 - 0,568

8 - 0,526

9 - 0,493

11- 0,466

### 1.6 MEDIANA

A mediana é o valor numérico que medeia os valores presentes no conjunto ordenado.

Para calculá-la é necessário colocar o conjunto numérico em ordem crescente ou decrescente e encontrar o valor no centro do conjunto.

Quando o conjunto de valores é par a mediana são os dois números centrais, onde eles são somados e divididos por dois.

Ex: 1,2,4,6,7 – Mediana :4

2,3,4,5,7,8, - Mediana:  $4 + 5 = 9 \div 2 = 4,5$

### 1.7 MODA

A moda é o valor mais frequente do conjunto ordenado, ou seja, o que aparece mais vezes.

A nível de técnico não é utilizado fórmula para calcular a moda, basta observar qual é o número mais frequente. Uma forma mais organizada é ordenar os números em forma crescente ou decrescente para que os números repetidos fiquem juntos e mais fáceis de visualizar.

Ex: 1, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 6. As modas são 3 e 4.

## 2. VOLUMETRIA

As análises volumétricas são basicamente medidas de volumes de duas soluções que reagem entre si, onde uma delas apresenta uma concentração conhecida com exatidão, nosso titulante e a outra é que a nós queremos saber, nosso titulado. A partir da estequiometria da reação é possível determinar quantitativamente a concentração de um analito de interesse em uma amostra.

### 2.1 APLICAÇÕES

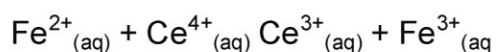
- Determinação de dureza (Ca e Mg) em água;
- Determinação de oxigênio dissolvido (OD) em água;
- Análise de  $\text{Ca}^{+2}$  em leite em pó;

Na volumetria, normalmente, a solução desconhecida fica no erlenmeyer, o titulado. E o titulante, que é a solução padrão, no qual conhecemos a concentração é adicionado gota a gota por meio de uma bureta... Para que possamos ver a olho nu a reação entre titulante e titulado, utilizamos um indicador. O indicador possui uma propriedade específica que muda de cor no momento mais próximo da reação completa. Este momento é conhecido como ponto de equivalência ou ponto final teórico.

### 2.2 VOLUMETRIA DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO

A volumetria de oxirredução é aplicada quando uma substância analisada é capaz de receber ou doar elétrons e esta reação será sempre uma reação de oxidação ou redução. Nesta reação os elétrons são transferidos de um reagente para outro.

Um exemplo de reação de oxidação é:



## 2.3 EQUAÇÃO DE NERST

Na volumetria de oxidação a grandeza que está variando com a adição do titulante é o potencial elétrico (V).

O potencial elétrico possui um potencial padrão que é medido quando as concentrações dos reagentes e produtos são todas iguais a 1,00 mol/L. Estes valores são tabelados e podem ser utilizados como base de cálculo para quando a concentração dos reagentes e produtos estão variando. Quando as concentrações estão variando podemos utilizar a equação de Nernst:

$$E = E^{\circ} - \frac{Rt}{nF} \ln K$$

Onde:

$E^{\circ}$ : potencial padrão de eletrodo, que é característico para cada semi-reação;

R: constante do gás ideal, 8,314 K-1mol-1;

T: temperatura, K;

n: número de mols de elétrons que aparecem na semi-reação;

F: constante de faraday, 96.485 C mol-1;

ln: logaritmo neperiano, 2,303 logs;

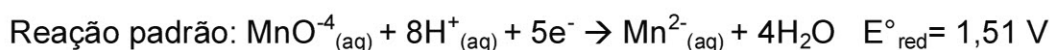
K: constante de equilíbrio.

Substituindo os valores das constantes, convertendo ln para log e considerando a temperatura igual a 25 °C, temos:

$$E = E^{\circ} - \frac{0,05916}{n} \log K$$

## 2.4 PERMANGANOMETRIA

Esta volumetria utiliza o íon permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) como titulante, o mesmo é um dos que possui um elevado potencial de redução em meio ácido e por isso consegue reduzir um grande de substâncias.



Pela reação do permanganato podemos verificar que ele reage apenas quando está em meio ácido, isso explica o fato de termos que adicionar o ácido sulfúrico nas titulações com este titulante, pois os íons  $H^+$  precisam estar em quantidades suficientes para que a reação ocorra.

O permanganato também possui a característica de ser um auto indicador, ou seja, nas titulações com este titulante não há necessidade do uso de indicador, pois a solução é incolor inicialmente e ela se mantém assim durante toda a titulação e quando toda a espécie presente no titulado tiver reagido (ponto de equivalência) uma única gota adicionada do permanganato irá tornar a solução rósea, indicando o ponto final da titulação.

A desvantagem deste método é que como o permanganato não é padrão primário há uma necessidade de padronizá-lo e há também uma dificuldade de encontrar uma substância perfeitamente pura de dióxido de manganês e por este motivo a titulação pode não ter a precisão esperada.

### **Questão 1: Água Oxigenada**

Ao chegar em casa uma mãe percebe que os 3 frascos de água oxigenada estão quase vazios e que sua filha de 6 anos pode ter tomado um deles ou uma mistura deles. Preocupada ela vai ao Google fazer uma pesquisa e chega às seguintes conclusões após ler algumas pesquisas:

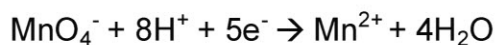
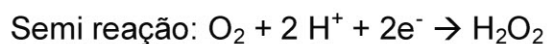
\*Que a água oxigenada não é tóxica para o corpo humano se for consumida até 20mL com a concentração máxima de 0,9000 mol/L.

\*Acima desta concentração, ou um maior volume, a ingestão do líquido já é considerada tóxica.

Já que um de seus filhos trabalha em um laboratório de química analítica ela entrega a ele o restante da água oxigenada que poderia ter sido consumida pela sua filha menor e pede para ele verificar a sua concentração.

\*Para fazer a análise da água ele usa uma solução já padronizada com 0,02mol/L com o fator de correção de 0,9953 de  $\text{KMnO}_4$  e segue o seguinte procedimento:

- i) Pipeta 10,00mL da amostra de  $\text{H}_2\text{O}_2$  entregue pela mãe
- ii) Transferir quantitativamente para um balão volumétrico de 250,00mL e avolumar até o traço de referência.
- iii) Retirar uma alíquota de aproximadamente 15,00mL da solução preparada e transferir para um erlenmeyer.
- iv) Acrescentar 100mL de água deionizada, em seguida, 4mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado
- v) Titular a amostra com o  $\text{KMnO}_4$  padronizado até o PF.



| Volume de $\text{H}_2\text{O}_2$ | Volume gasto de $\text{KMnO}_4$ |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 15,05 mL                         | 11,01 mL                        |
| 15,00mL                          | 10,97 mL                        |
| 15,00 mL                         | 10,98 mL                        |
| 14,95 mL                         | 10,96 mL                        |
| 15,01 mL                         | 11,03 mL                        |
| 15,70 mL                         | 11,10 mL                        |
| 15,04 mL                         | 11,09mL                         |
| 15,09 mL                         | 11,02 mL                        |



|          |          |
|----------|----------|
| 15,00 mL | 11,03 mL |
| 15,02 mL | 11,04 mL |

Tabela1: Dados do experimento de água oxigenada

Com base nos resultados da tabela responda:

1. Ao observar os resultados que seu filho trouxe, percebeu-se que era possível chegar ao resultado fazendo menos contas analítica, mas para isto era necessário fazer uma análise estatística.
  - a. Para saber se algum dado pode ser descartado faça o Teste Q.
  - b. Faça a média dos volumes separadamente (média do volume de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e média do volume de  $\text{KMnO}_4$ ).
  - c. Em seguida calcule o desvio padrão de cada volume.
2. Logo em seguida faça o coeficiente de variância, para saber o percentual do erro experimental.
3. Faça um gráfico dos dados da tabela e coloque a linha de tendência, equação da reta e  $R^2$ .
4. Escolhendo os 3 melhores valores (utilize a média como padrão), faça os cálculos analíticos e diga qual a concentração em mol/L da solução.
5. Sabendo a concentração máxima que pode ser ingerida, se a menina ingere 20mL da água oxigenada ela está intoxicada?

## 2.5 VOLUMETRIA DE COMPLEXAÇÃO

A volumetria de complexação termina ao formar um complexo estável e esta reação envolve um íon metálico M e um agente ligante L.

$\text{M}^+ + \text{:L} \rightarrow \text{M:L}$ , onde, M é o átomo central e :L é o ligante contendo um par de elétrons não compartilhado.

A constante de equilíbrio de formação ( $K_f$ ) pode ser representada pela seguinte expressão:

$$K_f = \frac{[\text{ML}]}{[\text{M}^+][\text{L}]}$$

## 2.6 TITULANTE EDTA

O titulante mais utilizado neste método é o EDTA, pois ele é hexadentado, pode se ligar em até 6 compostos e liga-se com o íon metálico sempre na proporção (1:1)

O EDTA é geralmente representado por  $H_4Y$ , onde estão indicados os quatro hidrogênios ionizáveis do ácido. Quando se adiciona uma base, a neutralização ocorre em etapas, formando  $H_3Y^-$ ,  $H_2Y^{2-}$ ,  $HY^{3-}$  e  $Y^{4-}$ , nesta sequência. Portanto, nessas análises é importante o controle do pH.

Na complexação de íons metálicos com o EDTA, a espécie ativa é o íon  $Y^{4-}$ , cuja concentração depende do pH. A maior concentração de  $Y^{4-}$  ocorre em pH alcalino, que diminui com o decréscimo do pH, e conseqüentemente aumenta a concentração das outras espécies protonadas  $HY^{3-}$ ,  $H_2Y^{2-}$ ,  $H_3Y^-$ ,  $H_4Y$ . As frações das espécies  $H_3Y^-$ ,  $H_2Y^{2-}$ ,  $HY^{3-}$  e  $Y^{4-}$ , são chamadas de  $\alpha$  e a soma dos valores de  $\alpha$  é igual a uma unidade ( $\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 1$ ). Como na volumetria de complexação a espécie que reage com o metal é a  $Y^{4-}$ , aqui nos interessa o valor de  $\alpha_4$ . A partir do valor de  $\alpha_4$  (que é tabelado e depende o pH – ou seja, apresenta vários valores) pode-se determinar a  $[Y^{4-}]$  a partir da seguinte relação:

$$[Y^{4-}] = \alpha_4 \times C_T$$

Onde  $C_T$  soma das concentrações de equilíbrio de todas as espécies ( $H_4Y$ ,  $H_3Y^-$ ,  $H_2Y^{2-}$ ,  $HY^{3-}$  e  $Y^{4-}$ ) = concentração do EDTA na solução. No equilíbrio de complexação por EDTA utiliza-se a constante de formação condicional ( $K'$ ) e ela é obtida a partir do produto da constante de formação do complexo e  $\alpha_4$ .

$$K' = K \times \alpha_4$$

A vantagem de se trabalhar com  $K'$  em vez de  $K$  está no fato de que  $K'$  mostra a tendência real para ocorrer a formação do quelato metálico em um determinado valor de pH.

### Questão 2: Análise de $\text{Ca}^{2+}$ no leite em pó

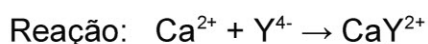
Uma mãe ao voltar do médico sabendo que sua filha estava com uma dosagem muito baixa de cálcio no sangue e para reverter este quadro tinha que consumir 500mg de  $\text{Ca}^{2+}$  por dia ela resolveu fazer o cálculo de quanto de leite tinha que dar a sua filha.

Como não tinha o material necessário pediu para um amigo fazer os testes com o leite em pó que oferecia para sua filha e lhe trazer os resultados

Para isto ele seguiu o protocolo abaixo:

- i) Pesar 2,5000 g da amostra de leite em pó ao 0,1 mg e dissolver completamente e diretamente em um Erlenmeyer de 350 mL;
- ii) Adicionar 15 mL de tampão amoniacal pH = 10;
- iii) Adicionar pequena quantidade (cuidado) do indicador negro de eriocromo T;
- iv) Titular contra a solução padrão de EDTA 0,05 mol/L até a virada do indicador (de violeta para azul).

Cálculos: Calcular a concentração de cálcio em mg/21g de leite em pó (21g equivalem a 2 colheres de sopa).



O seu amigo lhe entregou os seguintes resultados conforme Tabela 2

| Massa de Leite em pó | Volume de EDTA gasto |
|----------------------|----------------------|
| 2.5204 g             | 15,90 mL             |
| 2,5104 g             | 15,50 mL             |
| 2,5554 g             | 15,90 mL             |
| 2,5367 g             | 15,80 mL             |

|          |          |
|----------|----------|
| 2,5532 g | 15,90 mL |
| 2,5132 g | 15,40 mL |
| 2,5242 g | 15,50 mL |
| 2,5342 g | 15,60 mL |
| 2,5114 g | 15,30 mL |
| 2,5461 g | 15,80 mL |

Tabela 2: Dados do experimento da análise de leite em pó.

1) Sabendo que uma triplicata seria suficiente para obter um resultado preciso ela resolveu fazer uma análise antes dos cálculos analíticos.

- a) Para saber quais seriam os 3 procedimentos escolhidos ela os ordenou em ordem crescente e descobriu a moda.

Moda da Massa do leite em pó:

Moda do volume do EDTA:

- b) Para saber se algum dado pode ser descartado faça o Teste Q.  
c) Depois de descartar ou não os números muito discrepantes façam a média e o desvio padrão da amostra.

\*com o desvio padrão menor que 0,1 é possível resolver os cálculos analíticos apenas com a média.

- d) De acordo com o resultado acima calcule a massa de cálcio na amostra.

\*Se o desvio padrão for menor que 0,1 fazer com a média.

\*Se ele for maior que 0,1 fazer com os 3 resultados mais precisos (mais próximos da média).

- 2) Monte um gráfico da titulação (massa x volume) e coloque a linha de tendência, equação da reta e o  $R^2$ .  
3) Sabendo que a dose do leite (duas colheres) tem 21g, quantas doses diárias ela terá que dar para sua filha?  
4) Calcule o teor (%m/m) de cálcio da amostra de leite em pó.

### Questão 3: Teste de dureza da água

De acordo com o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) o efluente para ser lançado deverá apresentar um valor máximo de 500 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$

Um agente deste órgão foi analisar a água de uma indústria para saber se este poderia ser despejada na natureza. Para isto seguiu o seguinte processo.

i) Uma amostra de 50,00 mL foi transferida para um balão de 100,00 mL e completado com água deionizada. Uma alíquota de 25,00 mL foi colocada em um erlenmeyer e adicionou 6,5 mL de uma solução tampão de  $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$  de pH 10 e uma pequena quantidade de indicador Eriocromo-T. Foi utilizado para titular EDTA 0,01 mol/L ( $f_c = 0,9785$ ).

ii) Outra alíquota de 25,00 mL foi transferida para um Erlenmeyer de 250mL, adiciona 2,0 mL de NaOH 0,1 mol/L e 0,5 g de calcon. A solução é titulada com EDTA 0,01 mol/L e fator de correção 0,9785. Na tabela abaixo segue os resultados das titulações.

| Volume gasto de EDTA com pH 10 | Volume gasto de EDTA com ph 12 |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 6,55 mL                        | 4,75 mL                        |
| 6,49 mL                        | 4,78 mL                        |
| 6,54 mL                        | 4,76 mL                        |
| 6,56 mL                        | 4,73 mL                        |
| 6,50 mL                        | 4,72 mL                        |
| 6,53 mL                        | 4,60 mL                        |
| 6,52 mL                        | 4,55 mL                        |
| 6,51 mL                        | 4,82 mL                        |
| 6,78 mL                        | 4,75 mL                        |
| 6,33 mL                        | 4,80 mL                        |

Tabela 3: Dados do experimento da análise da dureza da água

a) O Agente não ficou muito contente com os resultados da titulação, pois tinha alguns valores muito discrepantes. Sabendo que para ter um resultado satisfatório era necessário apenas ensaios em triplicata, seguiu os seguintes procedimentos:

a) Precisaria determinar qual seria os 3 procedimentos escolhidos e para isto ele os pediu que os coloca-se em ordem crescente. Após colocar em ordem crescente, foi preciso calcular a moda.

Moda do volume gasto de EDTA em pH 10:

Moda do volume gasto de EDTA em pH 12:

b) Percebendo que a moda não seria suficiente para ter um resultado preciso, ele resolveu fazer a média dos resultados e o desvio padrão para ver o quanto discrepante era seus experimentos.

c) Para melhorar os resultados ele fez o teste Q para eliminar os resultados ruins e refez a média e o desvio padrão

2. Ao realizar todas as análises estatística foi possível escolher os volumes mais precisos de cada pH, utilizando a média como padrão de precisão, utilizou para calcular a dureza em mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . O eluente analisado poderá ser despejado no ambiente? Dados: MM ( $\text{CaCO}_3$ ) = 100,1g/mol.

### **Questão desafio:**

Explique por meios matemáticos e com suas palavras, porque os químicos costumam fazer os experimentos em triplicatas.

Dica. Artigo ESTATÍSTICA APLICADA À QUÍMICA: DEZ DÚVIDAS COMUNS

“<https://mail.google.com/mail/u/1/#search/carol.carius.oliveira%40gmail.com/FMfcgxmZTcLCCbdTmcTSGRHRXBGvQMqW?projector=1&messagePartId=0.1>”



## 9.4 APÊNDICE D

**Questionário para o Sétimo Período**

- 1- Qual o seu tempo de estudo semanal (contando o tempo no IF)?  
☐ Menor que 15h   ☐ Entre 15h – 30h   ☐ Entre 30h – 50h   ☐ Maior que 50 h
- 2- Qual a distância entre sua residência e o campus?  
☐ 0 – 10 Km   ☐ 10 – 15 Km   ☐ 15 – 20 Km   ☐ 20 – 30 Km   ☐ Maior que 30 Km
- 3- Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com a Química Analítica?  
☐ 1   ☐ 2   ☐ 3   ☐ 4   ☐ 5
- 4- Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com o Tratamento de Dados?  
☐ 1   ☐ 2   ☐ 3   ☐ 4   ☐ 5
- 5- Você vê necessidade de uma disciplina de Tratamento de Dados em um curso de química?  
☐ Sim   ☐ Não
- 6- Você sabe da importância do Tratamento de Dados na química?  
☐ Sim   ☐ Mais ou menos   ☐ Um pouco   ☐ Não
- 7- Em uma escala de 1 (nenhuma relação) a 5 (muita relação), qual o nível de relação de você acha que existe entre a Química Analítica e o Tratamento de Dados  
☐ 1   ☐ 2   ☐ 3   ☐ 4   ☐ 5
- 8- Você sente dificuldade em Tratamento de Dados?  
☐ Sim   ☐ Mais ou menos   ☐ Um pouco   ☐ Não
- 9- Você sente dificuldade em Química Analítica?  
☐ Sim   ☐ Mais ou menos   ☐ Um pouco   ☐ Não
- 10-Numa escala de 1 (sendo nada significativo) a 5 (bastante significativo), como foi sua experiência com as questões multidisciplinares?  
☐ 1   ☐ 2   ☐ 3   ☐ 4   ☐ 5
- 11-Numa escala de 1 (desnecessária) a 5 (super-importante), qual é a importância, na sua opinião de trabalhar estes conceitos de maneira multidisciplinares?  
☐ 1   ☐ 2   ☐ 3   ☐ 4   ☐ 5
- 12-Qual a sua opinião sobre o trabalho correlacionado entre as matérias de Química Analítica e Tratamento de Dados  
☐ Muito Bom   ☐ Bom   ☐ Ruim   ☐ Muito Ruim   ☐ Não tenho opinião formada  
☐ Indiferente
- 13- Faça um comentário sobre o que você achou a aplicação

## 9.5 APÊNDICE E

### **Questionário inicial**

#### **Período:**

1 – Qual o seu tempo de estudo semanal (contando o tempo no IF)?

☐ Menor que 15h    ☐ Entre 15h – 30h    ☐ Entre 30h – 50h    ☐ Maior que 50 h

2- Qual a distância entre sua residência e o campus?

☐ 0 – 10 Km    ☐ 10 – 15 Km    ☐ 15 – 20 Km    ☐ 20 – 30 Km    ☐ Maior que 30 Km

3- Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com a Química Analítica?

☐ 1    ☐ 2    ☐ 3    ☐ 4    ☐ 5

4- Em uma escala de 1 (nenhuma afinidade) a 5 (muita afinidade), qual é sua afinidade com o 4- Tratamento de Dados?

☐ 1    ☐ 2    ☐ 3    ☐ 4    ☐ 5

5- Você vê necessidade de uma disciplina de Tratamento de Dados em um curso de química?

☐ Sim    ☐ Não

6- Você sabe da importância do Tratamento de Dados na química?

☐ Sim    ☐ Mais ou menos    ☐ Um pouco    ☐ Não

7- Em uma escala de 1 (nenhuma relação) a 5 (muita relação), qual o nível de relação de você acha que existe entre a Química Analítica e o Tratamento de Dados

☐ 1    ☐ 2    ☐ 3    ☐ 4    ☐ 5

8- Você sente dificuldade em Tratamento de Dados?

☐ Sim    ☐ Mais ou menos    ☐ Um pouco    ☐ Não

9- Você sente dificuldade em Química Analítica?

☐ Sim    ☐ Mais ou menos    ☐ Um pouco    ☐ Não

10- Numa escala 1 (sendo nada significativo) a 5 (bastante significativo), como foi sua experiência com as questões interdisciplinares?

11- Numa escala de 1 (desnecessária) a 5 (superimportante), qual é a importância, na sua opinião de trabalhar estes conceitos de maneira interdisciplinares?

☐ 1    ☐ 2    ☐ 3    ☐ 4    ☐ 5

12 – Qual a sua opinião sobre a trabalho correlacionado entre as matérias de Química Analítica e tratamento de Dados.

☐ Muito Bom    ☐ Bom    ☐ Ruim    ☐ Muito Ruim    ☐ Não tenho opinião formada  
☐ Indiferente