

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**QUÍMICA EXPERIMENTAL: UMA ABORDAGEM  
INVESTIGATIVA DO TEOR DE FERRO EM ALIMENTOS POR  
ESPECTROFOTOMETRIA**

**Estela de Lima Dias**

**Dissertação apresentada como parte  
dos requisitos para obtenção do título  
de MESTRE PROFISSIONAL EM  
QUÍMICA, área de concentração:  
ENSINO DE QUÍMICA.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Karina Omuro Lupetti**

**\* Vínculo empregatício: Centro Paula Souza, ETEC “Professor José Rodolpho  
Del Guerra”. (São José do Rio Pardo-S.P.)**

**São Carlos - SP**  
**2020**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Estela de Lima Dias, realizada em 25/05/2020.

**Comissão Julgadora:**

*Karina Oluzetti*  
Profa. Dra. Karina Omuro Lupetti (UFSCar)

*Angelina Sofia Orlandi*  
Profá. Dra. Angelina Sofia Orlandi (USP)

*Roberta Cerasi Urban*  
Profa. Dra. Roberta Cerasi Urban (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Química.

“O ideal da educação não é aprender ao máximo, maximizar os resultados, mas é antes de tudo aprender a aprender, é aprender a se desenvolver e aprender a continuar a se desenvolver depois da escola.”

Jean Piaget

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado forças e capacidade para realizar essa pesquisa.

Agradeço à minha família, meu marido Mailson que me apoiou, teve paciência e me ajudou muito, compreendendo a importância dessa pesquisa na minha carreira profissional, me amparando nos momentos mais difíceis ao longo desses dois anos. Meus filhos Laura e Carlos motivo pelo qual tenho forças para realizar esse trabalho. Meus pais, que mesmo eternizados são exemplos de determinação e coragem. A meu sobrinho João, que sempre acreditou em minha capacidade, incentivando em todos os momentos. À minha irmã Nora por torcer sempre por mim.

À minha madrinha Cida, minha fiel escudeira, terei sempre uma gratidão eterna.

Aos meus alunos do 3ª Técnico em Química que participaram dessa pesquisa, sem vocês não seria possível a realização deste trabalho.

A meus amigos, Lilian, Roberta e Mindas que estiveram ao meu lado em dias de lágrimas e risos, nunca reclamando das minhas lamentações, sempre me ajudando a seguir em frente.

Aos meus colegas de profissão que direta ou indiretamente me ajudaram e torceram por mim, Reginaldo, Marcelo, Cassio, Glaucia, Larissa, Maria Helena.

À minha orientadora Karina por aceitar meu trabalho e me orientar, durante esse período.

A todos os professores e funcionários da ETEC “Prof. Rodolpho José Del Guerra” por me apoiarem durante o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos professores das disciplinas que cursei na UFSCar, inclusive os professores de banca.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Projeto 001) direta e indiretamente.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Níveis de abertura de atividades experimentais (Banchi e Bell, 2008).....	10
Tabela 2.2- Classificação das atividades investigativas em quatro níveis. (BANCHI e BELL, 2008).....	11
Tabela 3.1- Etapas do projeto e suas finalidades.....	16
Tabela 3.2 - Quantidade de Ferro indicado nas embalagens dos alimentos em estudo.....	27
Tabela 4.1- Divisão de grupos e amostras.....	46
Tabela 4.2- Pesquisa de procedimentos para análise de ferro.....	47
Tabela 4.3- Média dos valores de absorbância obtida.....	47
Tabela 4.4- Valores de concentração calculada para cada amostra.....	50
Tabela 4.5- Conversão de unidades para os valores de concentração encontrados por grupo.....	51
Tabela 4.6- Concentração de ferro presente em 100g de cada alimento, e a identificação da amostra correspondente.....	51
Tabela 4.7- Comparação entre os valores de concentração de ferro (em 100 g de amostra) encontrado pelos alunos, e o valor de referência (retirado da informação nutricional de cada alimento, Anexo A) para cada amostra identificada.....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice de resultado latino-americanos.....	3
Figura 3.1 - Alunos do Técnico em Química preenchendo os questionários diagnósticos. Apêndice: C, D e E.....	18
Figura 3.2 - Aula teórica sobre espectrofotometria com o professor convidado.....	18
Figura 3.3 - Alunos do Técnico em Química durante aula prática sobre espectrofotometria – Utilização do espectrofotômetro.....	19
Figura 3.4 - Alunos do Técnico em Química durante aula prática sobre espectrofotometria – Preparo de soluções para análise.....	20
Figura 3.5 - Alunos no momento da leitura de artigos científicos.....	20
Figura 3.6 - Aula sobre espectrofotometria.....	21
Figura 3.7 - Pesquisa em laboratório de informática.....	22
Figura 3.8 - Amostras disponíveis para análise.....	24
Figura 3.9 - Preparo e Diluição para análise.....	25
Figura 3.10 - Soluções de concentrações conhecidas para construção de curva analítica.....	25
Figura 3.11 - Alunos fazem leitura de absorvância das soluções preparadas, para obtenção da curva analítica de ferro.....	26
Figura 3.12 - Amostras que foram levadas à calcinação em mufla por 5h.....	26
Figura 3.13 - Amostras analisadas no espectrofotômetro.....	27
Figura 4.1 - Porcentual de respostas obtidas no questionário prévio sobre espectrofotometria.....	30
Figura 4.2 - Respostas à questão 2, Questionário Prévio sobre espectrofotometria.....	30
Figura 4.3 - Respostas à questão 7, Questionário Prévio sobre espectrofotometria.....	31
Figura 4.4 - Respostas às questões 3, 4, 5 e 6, Questionário Prévio sobre espectrofotometria.....	31
Figura 4.5 - Respostas obtidas à questão 4, Questionário Prévio sobre Química dos Alimentos.....	32
Figura 4.6 - Respostas obtidas à outras questões, Questionário Prévio sobre Química dos Alimentos.....	33
Figura 4.7 - Exemplo de respostas dadas ao questionário Química dos Alimentos.....	34
Figura 4.8 - Exemplo de respostas obtidas para questionário sobre Preparo de Soluções.....	35
Figura 4.9 - Resultados das respostas ao Questionário Prévio sobre Preparo de Soluções.....	35
Figura 4.10 - Assertividade das respostas dos alunos às questões sobre espectrofotometria Questionário Intermediário sobre Espectrofotometria (Apêndice F).....	39
Figura 4.11 - Porcentagem de acertos das questões de número 1, 2, 7, 8 e 9.....	40
Figura 4.12 - Exemplo de resposta para o questionário sobre Espectrofotometria.....	40
Figura 4.13 - Respostas ao questionário sobre Espectrofotometria (A).....	41
Figura 4.14 - Respostas ao questionário sobre Espectrofotometria (B).....	41
Figura 4.15 - Quantidade de acertos por questão – Questões do Grupo B.....	42

Figura 4.16 - Acertos por questões do grupo C.....	44
Figura 4.17 - Exemplo de respostas obtidas às questões 11, 12 e 13 sobre espectrofotometria.....	44
Figura 4.18 - Curva analítica e equação obtida nas análises das soluções de sulfato ferroso amoniacal.....	48
Figura 4.19 - Reações químicas do experimento (In: Adaptada de ELEOTÉRIO et al., 2007, p.38-39) .....	48
Figura 4.20 - Acertos referente às questões 1 e 2.....	53
Figura 4.21 - Respostas à questão 5, questionário após atividade investigativa.....	54
Figura 4.22 - Análise das respostas dadas à questão 6, questionário após atividade investigativa.....	55
Figura 4.23 - Banner com um resumo do projeto apresentado na ETEC “Professor José Rodolpho Del Guerra” .....	57
Figura 4.24 - Trabalho de conclusão de curso dos alunos da Etec “Prof. Rodolpho José Del Guerra” SJRP, dezembro de 2019.....	58
Figura 4.25 - Viveiro preparado por alunos.....	59
Figura 4.26 - Viveiro e utilização das hortaliças.....	59

## RESUMO

### **QUÍMICA EXPERIMENTAL: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA DO TEOR DE FERRO EM ALIMENTOS POR ESPECTROFOTOMETRIA.**

Geralmente as atividades práticas, em laboratório, são orientadas por roteiros com procedimentos tradicionais, sendo que, para a realização das experiências, é necessário seguir uma sequência linear, na qual o docente ou o texto determinam o que e como fazer. O objetivo deste trabalho foi colocar os alunos em situação de realizar pesquisas, tendo como finalidade a construção de conceitos e desenvolvimento de suas competências, atitudes e valores. Os alunos assumiram, assim o papel de pesquisadores, refletindo criticamente sobre a sua maneira de pensar e de agir. O papel do professor, nessa construção, foi problematizar os fenômenos, questionar os estudantes e os dados, fazer relações, contextualizar os conteúdos aprendidos e estimular a criatividade e o envolvimento dos alunos. Foi adotada a experimentação por abordagem investigativa, que é uma das formas de promover a Alfabetização Científica, que almeja, de forma resumida, preparar os alunos para a vida em sociedade, levando em conta sua atuação cidadã, crítica e responsável. O andamento e eficácia deste projeto foram analisados, através da observação sistemática e pela categorização dos dados obtidos, na aplicação de questionários diagnósticos, conforme as referências consultadas. Ao término do projeto concluiu-se que a atividade investigativa de análise de ferro em alimentos por espectrofotometria ultravioleta propiciou aos alunos o desenvolvimento da investigação, manipulação e comunicação científica com a articulação de conhecimentos já adquiridos e formação de novos conhecimentos, estimulou a realização de atividades em equipe e a cooperação entre os alunos envolvidos, além de prepará-los, para as atividades profissionais de um técnico em química.

**Palavras-chave:** Alfabetização científica, atividade investigativa, espectrofotometria, alimentos, ferro.

## **ABSTRACT**

### **EXPERIMENTAL CHEMISTRY: AN INVESTIGATIVE APPROACH OF IRON CONTENT IN FOODS BY SPECTROPHOTOMETRY.**

Practical activities in the laboratory are guided by script with traditional procedures, and in order to carry out the experiments, it is necessary to follow a linear sequence, which the professor or text direct what and how to do. The aim of this work is to put the student on a position to carry out research, using concepts, develop skills, attitudes and values. The students assumed the role of researcher, reflecting critically on their way of thinking and acting. The teachers' role in this construction was to problematize the phenomena, question the students and the data, make relationships, contextualize the learned content, and stimulate the creativity and involvement of the students. Experimentation by an investigative approach was adopted, which is one of the ways to promote Scientific Literacy, which, briefly, prepare students for life in society, taking into account their citizen, critical and responsible activity. The progress and application of this project were analyzed through systematic observation and by categorizing the data obtained in the application of diagnostic questionnaires, according to the consulted references. At the end of the completed project, the investigative activity of analysis of iron in food by ultraviolet spectrophotometry has developed research abilities, and scientific communication among students supported by the articulation of knowledge already acquired. It also had possibilited training new studies, stimulating the performance of team activities and cooperation between the students involved, in addition to prepare them for the professional activities of chemistry technician.

**Keywords:** Scientific literacy, investigative activity, spectrophotometry, food, iron.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Motivação</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Problematização</b> .....	<b>1</b>
<b>1.5 Objetivos</b> .....	<b>4</b>
1.5.1 Objetivos Gerais .....	4
1.5.2 Objetivos Específicos .....	4
<b>CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Alfabetização Científica</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Evidências da Alfabetização Científica</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 Ensino por investigação</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA E COLETA DE DADOS</b> .....	<b>12</b>
3.1 Problematização: Anemia e consumo de alimentos ricos ou fortificados com ferro .....	12
<b>3.2 Coleta de dados</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2.2 Categorização</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3 Descrição das etapas do projeto</b> .....	<b>15</b>
3.3.1 Aplicação de questionário prévio.....	17
3.5.2 Aula expositiva .....	18
3.5.3 Aula prática sobre espectrofotometria .....	19
3.5.4 Leitura e interpretação de artigos científicos – Questionário Específico.....	20
3.5.5 Aula Expositiva – Espectrofotometria e abertura de amostras .....	21
3.5.6 Pesquisa e definição de próximas etapas .....	22
3.5.7 Escolha de amostras e divisão de grupos .....	23
3.5.8 Elaboração de curva analítica para o ferro.....	24
3.5.9 Preparo da amostra – Técnica de calcinação .....	26
3.5.10 Tratamento de dados e comparação com tabela nutricional dos alimentos escolhidos .....	27
3.5.11 Preenchimento de Questionário Final .....	28
3.5.12 Avaliação geral do projeto .....	28
3.5.13 Elaboração do banner .....	28
<b>CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1 Aspectos gerais e caracterização do grupo de estudo</b> .....	<b>29</b>

<b>4.2 Etapas da pesquisa .....</b>	<b>29</b>
4.2.1 Questionário Prévio .....	30
4.2.1.1 Questionário Prévio Espectrofotometria (Apêndice C) .....	30
4.2.1.2 Questionário Prévio Química dos Alimentos (Apêndice D) .....	32
4.2.1.3 Questionário Prévio sobre Preparo de Soluções (Apêndice E) .....	34
4.2.2 Aula Expositiva .....	36
4.2.3 Aula Prática Espectrofotometria .....	36
4.2.4 Análise de Artigos Científicos – Questionário específico .....	37
4.2.5 Aula Expositiva – Espectrofotometria e abertura de amostras .....	38
4.2.5.1 Análise das questões do Grupo A – Questões básicas .....	39
4.2.5.2 Análise das questões do Grupo B – Questões Intermediárias .....	41
4.2.5.3 Análise das questões do Grupo C – Questões envolvendo cálculos .....	43
4.2.6 Pesquisa e Definição de Próximas Etapas .....	44
4.2.7 Escolha de amostras e Divisão de Grupos .....	45
4.2.8 Elaboração de curva analítica para o Ferro .....	46
4.2.9 Preparo de Amostra – Técnica de Calcinação .....	50
4.2.10 Tratamento de dados – comparação com tabela nutricional .....	50
4.2.11 Questionário Final (Apêndice G) .....	53
4.2.12 Avaliação Geral do projeto .....	56
4.2.13 Elaboração de banner .....	56
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>67</b>

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 Motivação**

Desde recém-graduada, em Engenharia de Produção, Química, pelo Centro Universitário da FEI (2002), atuo como Professora, no Ensino Técnico em Química, no Centro Paula Souza, além de outras instituições de ensino. Tendo escolhido a área da Química para lecionar, naturalmente é do meu interesse, que cada vez mais alunos estejam interessados nesta ciência e que a aprendam e desenvolvam de forma útil, para a sociedade. Durante estes quinze anos de trabalho, observei que as ciências exatas sempre foram de difícil entendimento para a maioria e que esta dificuldade acontece, principalmente, pela pouca associação do conteúdo estudado em sala de aula com o cotidiano dos alunos. A Ciência, para grande parte dos alunos do ensino Médio e Técnico, apresenta-se como limitada, distante de sua realidade com não entendimento da importância do trabalho de um cientista. Buscando meu aperfeiçoamento profissional, me informei sobre o programa de Mestrado Profissional, e cursei algumas disciplinas: Fundamentos Metodológicos no Ensino de Química e Química B como aluna especial, no ano de 2017. Em 2018 escolhi o tema deste projeto, que envolve a Alfabetização Científica e a Abordagem Investigativa, ferramentas que tornaram meu crescimento profissional possível, propiciando um aprendizado significativo para os alunos. Com o tema deste projeto pretendo também mostrar aos alunos do Ensino Técnico em Química que a Ciência, apesar de dividida em áreas, é feita de interdisciplinaridade. Para a determinação do teor de ferro em alimentos por espectrofotometria ultravioleta, pretendo usar conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas do curso Técnico em Química, propondo, principalmente, adaptar estes conhecimentos à realidade e necessidade dos alunos.

### **1.2 Problematização**

Segundo FREIRE (1980), a alfabetização científica é muito mais que uma compreensão psicológica e mecânica da técnica de ler e escrever. É sim o domínio destas técnicas de forma consciente e sábia, implicando numa construção e desenvolvimento humano, tendo assim a capacidade de organizar seu pensamento

de maneira lógica, assim tendo uma criticidade em relação ao mundo em que o cerca.

Tendo em vista um tema motivador e ligado ao dia a dia dos alunos, a análise de teor de ferro em alimentos foi escolhida para ajudar na construção e no desenvolvimento dos alunos no ensino aprendizagem. A anemia é estreitamente associada ao consumo de alimentos, sendo uma questão de saúde pública de grande magnitude, amplamente conhecida pela população, sendo, portanto, um tema do cotidiano dos alunos que estarão envolvidos neste projeto, o que colabora com sua motivação para realizar os experimentos. Já a espectrofotometria é um tópico importante a ser trabalhado na disciplina de Análise Química Instrumental do curso Técnico em Química da ETEC Rodolpho José Del Guerra, onde o projeto foi desenvolvido.

Pensando na alfabetização científica, no ensino por pesquisa e experimentação, este trabalho pretende analisar se é possível alfabetizar cientificamente os alunos do curso técnico em Química, por meio de práticas investigativas, envolvendo análises espectrofotométricas de ferro em alimentos.

### **1.3 Questão de Pesquisa**

A atividade investigativa pode propiciar a alfabetização científica, entre alunos do ensino Técnico em Química?

### **1.4. Justificativa**

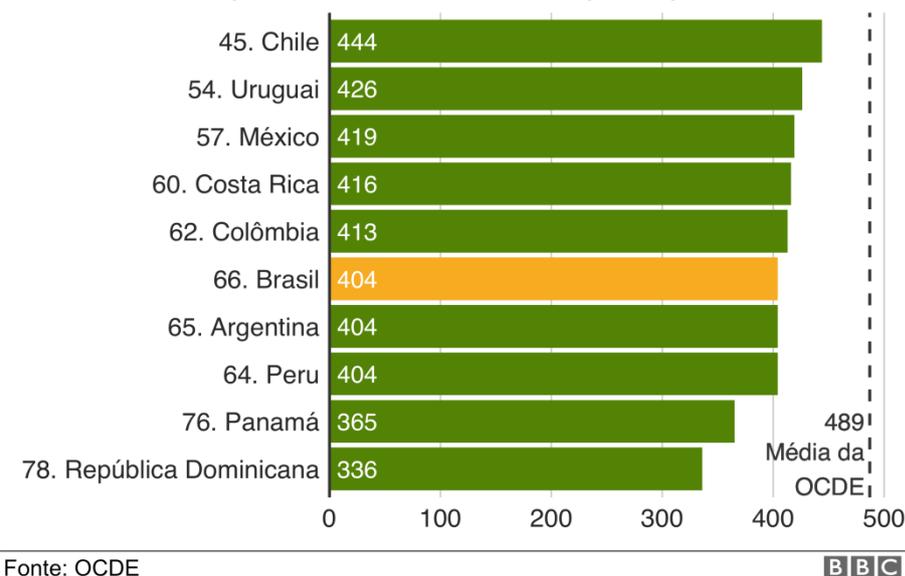
Uma das evidências de que a alfabetização científica deve ser desenvolvida nos alunos do Técnico em Química se constata quando analisamos os resultados do Pisa 2018.

O Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) é um estudo comparativo internacional, realizado pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômica) a cada três anos, do qual participam 79 países. O Pisa oferece informações sobre o desempenho dos estudantes na faixa etária dos 15 anos. O Brasil participa da avaliação desde o início em 2000, sendo que resultados (Figura 1) permitem a cada país avaliar os conhecimentos e as habilidades dos seus estudantes em comparação com os de outros países, aprendendo com as políticas e práticas aplicadas em outros lugares, bem como formule suas políticas e

programas educacionais, visando melhorias na qualidade e na equidade dos resultados de aprendizagem.

## Provas Pisa 2018: ciência

Resultados dos países latino-americanos participantes



*Figura 1 - Índice de resultado latino-americanos.*

O Brasil está em sexagésimo sexto no ranking, com uma pontuação média de 404 pontos, um índice muito baixo das condições favoráveis para uma aprendizagem significativa.

O Pisa 2018 se concentrou especialmente na avaliação das habilidades de leitura. Além do gráfico apresentado na Figura 1 sobre o desempenho no entendimento de ciências, os índices para proficiência em leitura e compreensão de textos mais longos mostram que apenas 2% dos jovens brasileiros atingem a meta desejada. Como o estudo de Ciências depende muito da leitura e da Matemática acredita-se que a alfabetização científica seja uma prática educacional muito importante que auxiliará na melhoria desse índice para o Brasil.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivos Gerais**

Promover e avaliar a Alfabetização Científica por meio de uma atividade investigativa, segundo os referenciais de CHASSOT (2000), CARVALHO e SASSERON (2011), tendo o professor como mediador e estimulador do aluno na realização da pesquisa, com vistas ao desenvolvimento de suas competências, atitudes e valores.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

Desenvolver a metodologia para determinar teor de ferro em amostras de alimentos, usando espectrofotometria, em um método desenvolvido, parcialmente, pelos alunos do 3º Ciclo do Ensino Técnico em Química da ETEC “Professor José Rodolpho Del Guerra”, em São José do Rio Pardo/SP;

Aplicar os conhecimentos obtidos nas disciplinas: Análise Química Instrumental e Química dos Alimentos;

Criar hábitos de pesquisa, leitura e escrita científica;

Incentivar a tomada de decisões pelos alunos;

Realizar o trabalho em equipe a que serão submetidos como técnicos em química.

## CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Alfabetização Científica

Atualmente, é possível encontrar na literatura nacional sobre o ensino de Ciências diversas expressões para designarem o ensino de Ciências que almeja preparar os alunos para a vida em sociedade, levando em conta sua atuação cidadã, crítica e responsável (CARVALHO; SASSERON, 2011).

Entre as expressões reunidas por Carvalho e Sasseron (2011) em uma revisão bibliográfica estão “Letramento Científico” (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2007; SANTOS; MORTIMER, 2001), “Alfabetização Científica” (BRANDI; GURGEL, 2002; AULER; DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2000) e também “Enculturação Científica” (CARVALHO; TINOCO, 2006; MORTIMER; MACHADO, 1996).

Usando um termo ou outro, a grande preocupação com o Ensino de Ciências é a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente. Resumidamente, a Alfabetização Científica, deve desenvolver no aluno a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de levá-lo a uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (CARVALHO; SASSERON, 2011). De acordo com Chassot (2000) a alfabetização científica auxilia a população a compreender o mundo, para poder transformá-lo de forma benéfica.

A globalização colabora para um novo fluxo de informações, sabendo-se que no passado esse fluxo seguia no sentido da escola para a comunidade, hoje, flui de todos os meios de comunicação para todos – inclusive a escola. Uma importante ferramenta para lidar com esse fluxo de conhecimento é fazer com que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente, permitindo-lhes fazer uma leitura crítica do mundo (CHASSOT, 2000).

SILVA (1996) diz que o ensino de Ciências tem por objetivo:

“[...] formar um indivíduo que saiba buscar o conhecimento, que tenha motivação para continuar aprendendo por si, participe ativamente de sua comunidade e contribua para o seu desenvolvimento: que seja capaz de

questionar, refletir e raciocinar (seja alguém que pensa), e seja capaz de buscar soluções para problemas cotidianos, saiba comunicar-se e relacionar-se sadiamente com as pessoas e que tenha respeito pela vida e pela natureza. ”

De acordo com SASSERON e CARVALHO (2011), o ensino de Ciências deve promover condições para que os estudantes, além das culturas social, religiosa e histórica que trazem consigo, possam também fazer parte de uma cultura em que as noções e conceitos científicos são parte de seu *corpus*. Assim, serão capazes de discutir e obter informações.

Embora alfabetizados, muitos estudantes da educação básica leem, mas não interpretam, ou seja, não compreendem o que foi lido. Ainda que haja uma inegável relação entre alfabetização e letramento, é preciso identificar as diferenças entre esses dois termos, pois um sujeito alfabetizado não é necessariamente letrado:

“Mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] implica numa (SIC) autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 1980, p.111). ”

Assim, a alfabetização deve desenvolver no sujeito, a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliá-lo na construção de uma consciência crítica, em relação ao mundo que a cerca.

FREIRE (1980) ainda concebe a alfabetização como um processo que permite a conexão entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita. Nessa perspectiva é que nascem as conexões entre os significados e a construção do saber:

“De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de “reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. (FREIRE, 1989, p. 20) ”

Para que um indivíduo seja um leitor competente é preciso mais do que apenas decodificar o código verbal, é necessário que ele interaja com variados textos, o que permitirá a construção de sentidos. Desse modo, a alfabetização, segundo SOARES (2004, p.20) relaciona-se a uma:

“Nova realidade social em que não basta apenas saber ler e escrever, é preciso também saber fazer uso do ler e escrever, saber responder às exigências de leitura e de escrita que a sociedade faz continuamente. ”

O termo “alfabetização científica” será empregado para indicar um ensino no qual o estudante interage com uma nova cultura, com novos acontecimentos e com uma nova maneira de ver o mundo.

## 2.2 Evidências da Alfabetização Científica

Segundo SASSERON (2008) a Alfabetização Científica uma vez iniciada, sempre estará em construção, assim como a Ciência. Quando novos fenômenos são relatados pelos cientistas, surgem novas possibilidades de entender o mundo, assim tecnologias são descobertas, ajudando e facilitando a vida na sociedade. Num trabalho de pesquisa que tenha como objetivo alfabetizar cientificamente os alunos, os indicadores que evidenciam essas habilidades são:

- **Seriação de informações** está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.
- **Organização de informações** surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas, anteriormente, e ocorre, tanto no início da proposição de um tema, quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas.
- **Classificação de informações** aparece, quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição sine qua non, para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha.

Tendo em mente a estruturação do pensamento que molda as afirmações feitas e as falas promulgadas durante as aulas de Ciências, são dois os indicadores da AC que esperamos encontrar entre os alunos do Ensino Técnico: o **raciocínio lógico** compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas que se relacione, diretamente, com a forma como o pensamento é exposto; o **raciocínio proporcional** que, como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo como se estrutura o pensamento, além de se referir também à

maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

- **Levantamento de hipóteses** é outro indicador da AC e aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de determinado tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
- **Teste de hipóteses** trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. Pode ocorrer, tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
- **Justificativa** aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando-se mais segura.
- **Previsão** é explicitada quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
- **Explicação** surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

MILLER (1998) acredita que a alfabetização científica pode estar relacionada a três extensões: (1) – na construção de um vocabulário de base científica suficiente para identificar diferentes opiniões em jornais e revistas, (2) no entendimento do processo ou a natureza das questões científicas, e (3) no entendimento do impacto da ciência e tecnologia, nos indivíduos e na sociedade.

Nesse trabalho serão analisadas as evidências da alfabetização científica numa análise qualitativa e quantitativa.

### 2.3 Ensino por investigação

Entre as formas de promover a alfabetização científica está o ensino por investigação, sendo listada por MORAN (2013) como uma das mais interessantes formas de metodologias ativas.

Nas atividades investigativas, são usadas situações dificultadas, questionadoras e de diálogo, que envolvam a resolução de problemas e levem à introdução de conceitos para que os alunos construam seu conhecimento (CARVALHO et al., 1995).

Nelas, o aluno não pode se limitar aos trabalhos de manipulação e observação, devendo fazer do seu trabalho uma investigação científica, que o fará refletir, discutir, explicar e relatar. Essa investigação, entretanto, deve ser fundamentada, de forma que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Aqui é fundamental que o professor coloque uma questão sobre o que está sendo estudado (AZEVEDO, 2004).

Para melhorar a qualidade do ensino de Química, de acordo com OLIVEIRA (2010) deve-se utilizar metodologias de ensino que se baseiem na contextualização, como principal forma de aquisição de dados, trazendo ao aluno melhor desenvolvimento cognitivo e reflexão crítica de mundo. Nestas formas de ensino, o aprendiz se envolve de forma ativa e criativa com os temas abordados, em sala de aula. As atividades investigativas são formas de inserir o aprendiz na busca de respostas às situações do cotidiano, dando significado à sua aprendizagem.

AZEVEDO (2004) descreve algumas formas de trabalhar com atividades investigativas, sendo uma delas o Laboratório Aberto. Nessa atividade, busca-se a solução de uma questão que será respondida por uma experiência. Essa busca pode ser dividida em algumas etapas (AZEVEDO, 2004,2009):

- Proposta do Problema: O problema é proposto de forma que estimule a curiosidade científica dos estudantes. A questão não pode ser muito específica, justamente para proporcionar uma discussão ampla. A resposta da questão será o objetivo principal do experimento.
- Levantamento de hipóteses: os alunos elaboram hipóteses sobre a solução do problema, por meio de uma discussão.
- Elaboração do plano de trabalho: é decidida a maneira como a experiência será realizada. Nessa etapa define-se os materiais necessários, monta-se o arranjo experimental, este orienta o procedimento experimental, a coleta e análise de dados. O professor

deve auxiliar esta elaboração, já que, possivelmente, muitas das sugestões serão inviáveis.

- Montagem do arranjo experimental e coleta de dados: etapa prática, com a manipulação do material. A coleta dos dados deverá ser feita de acordo com o plano de trabalho elaborado pelo grupo, de forma organizada.
- Análise dos dados: quando analisados, os dados fornecerão informações sobre a questão problema.
- Conclusão: formalização de uma resposta ao problema inicial.

Cada uma dessas etapas pode ser realizada pelo professor ou pelos alunos. Quanto maior o número de etapas feitas pelo aluno, maior é o nível de abertura do experimento, e maior o grau de liberdade que ele terá, para tomar decisões, para resolver o problema (SOUZA, 2013).

Diversos autores propuseram classificações para os níveis de abertura de uma atividade investigativa. Neste trabalho a classificação utilizada será a de utilizado por Banchi e Bell (2008), feita em quatro níveis (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Níveis de abertura de atividades experimentais (Banchi e Bell, 2008).

	<b>Nível 1</b>	<b>Nível 2</b>	<b>Nível 3</b>	<b>Nível 4</b>
<b>Questão</b>	Professor	Professor	Professor	Aluno
<b>Procedimento</b>	Professor	Professor	Aluno	Aluno
<b>Solução</b>	Professor	Aluno	Aluno	Aluno

A classificação de Banchi e Bell (2008) apresenta as atividades em 4 níveis de abertura. O nível 1 visa confirmar princípios já conhecidos. Nestas atividades, a questão, procedimento e resultado já são conhecidos, então este nível pode ser nomeado também como “confirmação”. No nível 2, denominado investigação estruturada, os estudantes não conhecem apenas a solução do problema. As atividades de nível 2 são muito comuns em aulas de laboratório de ciências, nas quais o professor fornece todo o roteiro do experimento. No nível 3, ou investigação guiada, os alunos conhecem apenas a questão, sendo responsáveis pela solução do problema e também pelo planejamento do experimento. No nível 4, ou investigação aberta, os alunos são responsáveis inclusive pela questão a ser trabalhada. O nível

4, geralmente, corresponde a trabalhos de conclusão de curso e feiras de ciências, ocasiões em que o aluno tem maior liberdade para optar por temas de seu interesse.

No presente trabalho, tanto a questão “Teor de Ferro presente em alimentos” como o instrumento de análise serão fornecidos pelo professor. Apesar disto, todo o procedimento experimental e a tomada de decisões, por exemplo: qual solução padrão utilizar, diluições, seleção de comprimento de onda, serão tomadas pelos alunos, portanto, classifica-se a atividade deste projeto como de Nível 3.

Na etapa de apresentação do problema, as questões propostas pelo professor aos alunos podem auxiliá-los no desenvolvimento do raciocínio científico. Então, os professores devem considerar os níveis das atividades investigativas, descritas na Tabela 2.2 - BANCHI e BELL (2008).

*Tabela 2.2- Classificação das atividades investigativas em quatro níveis. (BANCHI e BELL, 2008)*

<b>Níveis de investigação</b>
1 – Confirmação: Estudantes confirmam um princípio baseados em resultados que já conheciam anteriormente.
2 – Investigação estruturada: Estudantes investigam uma questão por meio dos procedimentos propostos pelo professor.
3 – Investigação guiada: Estudantes investigam a questão apresentada pelo professor, construindo e selecionando os procedimentos.
4 – Investigação aberta: Estudantes investigam questões que eles mesmos formularam. Eles também elaboram os procedimentos.

Em atividades investigativas são utilizadas questões dos quatro níveis, com ênfase nos níveis 2 e 3 de acordo com BANCHI e BELL (2008)

## **CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA E COLETA DE DADOS**

### **3.1 Problematização: Anemia e consumo de alimentos ricos ou fortificados com ferro**

A Organização Mundial da Saúde diagnostica a existência de anemia, quando a concentração de hemoglobina no sangue está abaixo de um valor estabelecido como normal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013; OMS, 1975).

Tal condição pode ser desencadeada por diversos fatores, sendo o mais comum deles a falta de nutrientes como Ferro, Zinco, Vitamina B12 e proteínas. A deficiência de Ferro, no organismo, é estimada como sua principal causa, em 90% dos casos. Esta anemia, gerada por deficiência de ferro no organismo é chamada de anemia ferropriva (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

De acordo com o Ministério da Saúde, as principais consequências da deficiência de ferro são: o comprometimento do sistema imune, aumento do risco de doenças e mortalidade para mães, recém-nascidos e crianças, redução da função cognitiva, do crescimento e desenvolvimento neuropsicomotor de crianças, com repercussões em outros ciclos vitais, diminuição da capacidade de aprendizagem infantil e menor produtividade em adultos. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

No ano de 1999, o Fundo das Nações Unidas pela Infância (UNICEF) previu que a anemia ferropriva chegaria a afetar até três bilhões e meio de indivíduos, no mundo em desenvolvimento, sendo, portanto, uma carência nutricional de grande magnitude. (UNICEF e WHO, 1999.).

Considerando a amplitude do problema e suas consequências, o Ministério da Saúde atua, desde 2005, com o Programa Nacional de Suplementação de Ferro (PNSF) que consiste na suplementação profilática de ferro, para crianças de seis a 24 meses de idade e gestantes ao iniciarem o pré-natal, e na suplementação de ácido fólico para gestantes, na fortificação dos alimentos preparados para as crianças, com micronutrientes em pó, na fortificação obrigatória das farinhas de trigo e milho, com ferro e ácido fólico e na promoção da alimentação adequada e saudável, para aumento do consumo de alimentos fontes de ferro (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

A anemia é, também, uma complicação frequente, no paciente com câncer, sendo que até 70% deles são acometidos, por ela, em algum momento da sua

doença ou tratamento. A anemia, nestes pacientes, pode ser decorrente de diversas causas, como por exemplo perda do estoque de ferro, ou devido à redução na absorção e disponibilização do ferro. Outro fator, relevante na avaliação nutricional dos pacientes com câncer é o relato de sintomas que podem alterar e prejudicar a ingestão alimentar: Náuseas, perda de apetite, vômitos e diminuição do paladar foram os sintomas gastrintestinais mais relatados. A fim de melhorar a qualidade de vida destes pacientes, em relação à anemia, é indicada dieta equilibrada rica em ferro e também o uso de suplementação de ferro endovenoso, em alguns casos (CALABRICH, A.F.C. et al, 2010; AZEVEDO, C. D.; DAL BOSCO, S. M., 2010).

O ferro é um micronutriente essencial para a vida e atua, principalmente, na síntese de células vermelhas do sangue (hemácias) e no transporte do oxigênio no organismo e, nos alimentos, aparece de duas formas: ferro heme, de origem animal, encontrado principalmente em vísceras, carnes de aves, suínos, peixes e mariscos e ferro não heme, de fontes vegetais, como hortaliças folhosas verde-escuras e leguminosas, como o feijão e a lentilha. Como o ferro não heme é mais dificilmente absorvido pelo organismo, recomenda-se que sua ingestão seja acompanhada de alimentos que a aumentem, como aqueles contendo vitamina C ou vitamina A (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

A Espectrofotometria na região UV-VIS é uma das técnicas analíticas mais empregadas, em função de robustez, custo relativamente baixo e grande número de aplicações desenvolvidas (ROCHA, F. R. P.; TEIXEIRA, L. S. G, 2004), inclusive para determinação de ferro.

A técnica é fundamentada na lei de Lambert-Beer, em que, resumidamente, relaciona a absorbância ( $A$ ) em determinado comprimento de onda com a absorvidade molar ( $\epsilon$ ), característica da espécie absorvente, concentração da espécie analisada ( $c$ ) e distância percorrida pelo feixe através da amostra ( $b$ ) através da equação:  $A = \epsilon bc$ . Essas técnicas foram apresentadas para os alunos nas aulas expositivas, a partir destas informações os alunos aplicaram no problema apresentado.

### 3.2 Coleta de dados

Na pesquisa foi aplicado o método misto de pesquisa, que pode alcançar as técnicas clássicas provindas do positivismo, representadas basicamente pela verificação de objetos de estudo, bem como, perspectivas de investigação comuns, entre as Ciências e abordagens mais compreensivas sobre os fenômenos pesquisados, produzindo conclusões multifacetadas sobre os mesmos.

Segundo CRESWELL (2010) para que o desenvolvimento de um estudo regrado nos métodos mistos de pesquisa seja bem-sucedido, além do respeito ao rigor das técnicas e dos procedimentos próprios das abordagens quantitativas e qualitativas, separadamente, o planejamento do projeto de investigação mista incorre no rigor do cumprimento de aspectos que classificam a pesquisa, nesta nova abordagem metodológica. Esses aspectos se fundamentam na distribuição de tempo da pesquisa; atribuição de peso aos dados; procedimento de combinação de dados; perspectivas de teorização ou transformação do estudo.

Sobre a aprendizagem de conceitos em química, MARCONDES (2013) defende que:

“Conhecer as concepções prévias que os alunos trazem para a sala de aula, antes do ensino de alguns conceitos, poderia auxiliar o professor na elaboração de estratégias de ensino a fim de superar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos. Além disso, poderia evitar que as concepções prévias fossem reforçadas ou até mesmo formadas durante o processo de ensino.”

Para a identificação de concepções prévias do aluno, o professor pode-se utilizar de questões, sobre o tema de interesse (MARCONDES, 2013). Dessa forma foram aplicados questionários sobre espectrofotometria, diluição e propriedades dos alimentos, sendo eles diagnósticos, para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto proposto. Também foi aplicado um questionário intermediário que indicou o aprendizado dos alunos, após as primeiras etapas do trabalho. Finalmente aplicou-se um questionário final, para verificar se o projeto conseguiu atingir seus objetivos. Em todas as etapas do projeto foi observada e registrada a participação dos alunos, com relação às falas e comportamento, diante uma situação problema.

### **3.2.1 Observação sistemática**

Através da observação e registro do comportamento dos alunos envolvidos na situação de pesquisa, o pesquisador aproxima-se do seu informante. Essa aproximação permite que o pesquisador compreenda a dinâmica e interação entre os alunos, no momento em que ocorre a vivência. Há que se registrar os acontecimentos, comportamentos motores e verbais, na sequência em que ocorrem, a fim de criar uma imagem real dos fatos. (LAVILLE; DIONNE, 2008; DANNA; MATTOS, 2006).

Os acontecimentos descritos nesse trabalho estão de acordo com o referencial teórico utilizado, consideraram as interações cotidianas (LUDKE; ANDRÉ, 1988).

### **3.2.2 Categorização**

No desenvolvimento do presente projeto buscou-se a categorização para ordenar os dados que forem coletados. Após a observação e registro ao longo da pesquisa tanto nas atividades práticas em laboratório e em sala de aula, foram produzidas categorias classificatórias das respostas obtidas pelos alunos, de acordo com as suas similaridades. Segundo SANTOS *et al* (2004) as categorias são definidas a partir de dados, obedecendo a critérios e observando as mais homogêneas possíveis, além de exclusividade e consistência, relacionando-as aos objetivos de pesquisa, buscando agrupar o conteúdo em poucas categorias, sem esquecer todos os temas levantados na mesma.

### **3.3 Descrição das etapas do projeto**

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola estadual de ensino médio e técnico do Centro Paula Souza do Estado de São Paulo situada na cidade de São José do Rio Pardo, em uma sala de curso técnico de química, no período noturno, envolvendo 30 alunos e teve duração de seis meses.

Os alunos do 3º Ciclo do curso Técnico em Química, que cursaram as disciplinas Análise Química Instrumental e Química dos Alimentos na ETEC

“Professor José Rodolpho Del Guerra”, em São José do Rio Pardo/SP foram convidados a participar do desenvolvimento deste projeto.

Foram dezenove participantes do gênero feminino e onze pessoas do gênero masculino. A faixa etária compreendida: onze menores de idade, dez entre 18-25 anos, seis entre 26-35 anos e três entre 36-42 anos. Quinze alunos só estudavam na ETEC, dez estudavam e trabalhavam em áreas diferentes do curso, já cinco estudavam e trabalhavam na área de química. Com relação à moradia vinte e cinco alunos moravam em São José do Rio Pardo e os outros cinco moravam em cidades próximas. Além disso, três estudantes já tinham concluído o ensino superior em Biologia, Pedagogia e Química. A grande maioria dos alunos apresentou interesse pelo tema abordado, pois 80% da turma relatou ter amigos ou parentes que apresentaram problemas com a anemia decorrente da quimioterapia

Após autorização da escola, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APENDICE A) e aprovação do comitê de ética (APÊNDICE G), os alunos participaram das seguintes atividades descritas na Tabela 3.1 e descritas a seguir.

*Tabela 3.1- Etapas do projeto e suas finalidades*

Etapa	Atividade	Finalidade
1	Apresentação e assinatura dos termos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• TALE</li> <li>• TCLE</li> </ul>	Consentimento e assentimento de alunos e pais para participação da pesquisa
2	Aplicação de questionário diagnóstico	Coleta de dados da pesquisa sobre conhecimentos prévios
3	Aula com o professor convidado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema: Espectrofotometria</li> <li>• Exercícios referentes a aula</li> </ul>	Aula expositiva – Ensino por transmissão
4	Aula prática de espectrofotometria	Ensino por transmissão – Manuseio de equipamentos
5	Leitura de artigos científicos sobre ferro e alimentos fortificados <ul style="list-style-type: none"> <li>• Divisão em grupos para leitura</li> <li>• Debate entre os grupos</li> <li>• Questionário referente aos textos</li> </ul>	Introduzir o hábito de pesquisa, socialização, cooperação.
6	Aula com professora convidada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão sobre regiões espectrais</li> <li>• Abertura de amostra</li> </ul>	Aula expositiva – Ensino por transmissão

7	Pesquisa no laboratório de informática <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abertura de amostra em alimentos fortificados</li> <li>• Instituto Adolfo Lutz</li> <li>• Aula prática de calcinação</li> </ul>	Pesquisa, tomada de decisões, socialização, cooperação.
8	Aula prática no laboratório <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparo das diluições dos reagentes</li> <li>• Preparo das concentrações conhecidas e leitura no espectrofotômetro</li> <li>• Construção de curva padrão utilizando programa Excel</li> <li>• Equação da reta</li> </ul>	Desenvolver habilidades práticas sobre técnicas de laboratório
9	Aula prática no laboratório <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarde: calcinação da amostra em mufla 450°C por 5 horas</li> <li>• Noite: Abertura das amostras</li> <li>• Leitura no espectrofotômetro</li> </ul>	Desenvolver habilidades práticas sobre técnicas de laboratório
10	Identificação das amostras <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos das concentrações</li> <li>• Identificação de cada amostra</li> <li>• Relatório em grupo</li> </ul>	Ensino por descoberta
11	Aplicação do questionário final	Coleta de dados da pesquisa

### 3.3.1 Aplicação de questionário prévio

Questionários sobre concepções prévias a respeito do conteúdo de Análise Química Instrumental (APENDICE C), Química dos Alimentos (APENDICE D) e Preparo e Diluição de Soluções (APENDICE E) foram respondidos pelos alunos. A Figura 3.1 mostra os participantes no momento do preenchimento dos questionários.



*Figura 3.1 - Alunos do Técnico em Química preenchendo os questionários diagnósticos. Apêndice: C, D e E*

### **3.5.2 Aula expositiva**

Na etapa 3, um professor convidado ministrou uma aula sobre espectrofotometria e sua funcionalidade. Essa aula foi ministrada em função do resultado da análise dos questionários iniciais, onde foram observados a necessidade de compreensão no conteúdo sobre espectrofotometria, apresentada com auxílio de slides (Anexo B). Nesta etapa, priorizou-se o ensino por transmissão (Figura 3.2) e, ao final da aula alguns exercícios sobre o tema.

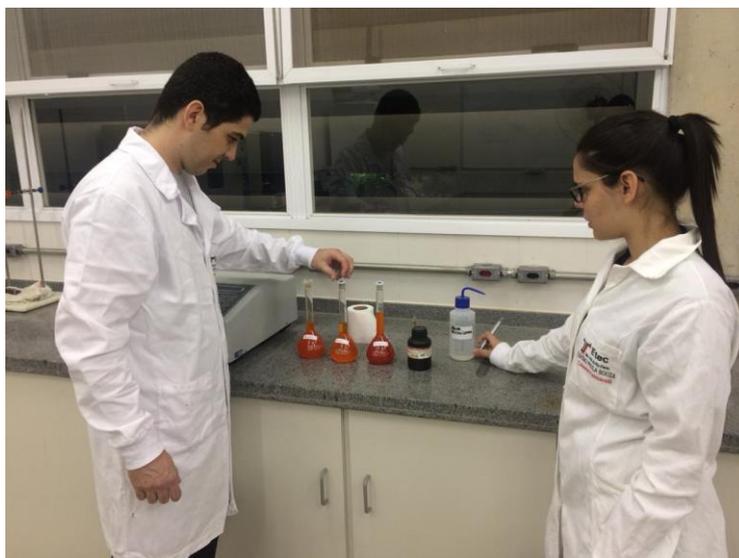


*Figura 3.2 - Aula teórica sobre espectrofotometria com o professor convidado.*

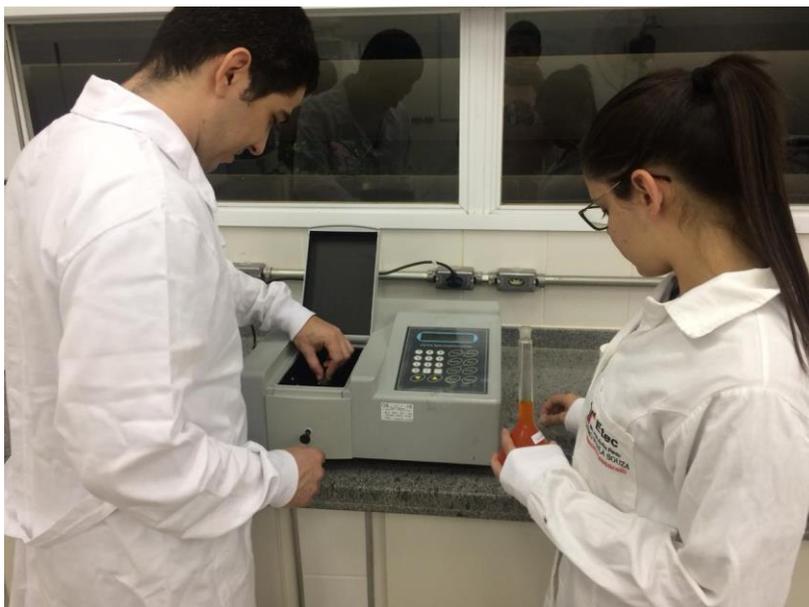
Durante a aula foram apresentados aos alunos conceitos de onda, espectrofotometria no ultravioleta e visível, absorvância e transmitância, comprimento de onda, tipos de espectrofotômetros e calorimetria.

### 3.5.3 Aula prática sobre espectrofotometria

Na etapa 4, como pesquisadora e professora da turma, ministrei uma aula prática, no laboratório de Química Instrumental, sobre o espectrofotômetro (Figuras 3.3 e 3.4). Nesta etapa, priorizou-se o ensino por transmissão. O conteúdo da aula foi abordado a não utilização do espectrofotômetro de luz visível, disponível no laboratório de instrumental. Forneceu-se aos alunos um procedimento (Anexo C), com o passo a passo de como deveriam proceder durante a aula prática. No procedimento, disponibilizou-se também, algumas questões, que os alunos deveriam buscar responder com a aula prática. O objetivo principal da aula prática foi que os participantes aprendessem a manusear amostras e utilizassem o espectrofotômetro, respondendo, ao final dela, qual era a concentração de uma amostra de alaranjado de metila.



*Figura 3.3 - Alunos do Técnico em Química durante aula prática sobre espectrofotometria – Utilização do espectrofotômetro.*



*Figura 3.4 - Alunos do Técnico em Química durante aula prática sobre espectrofotometria – Preparo de soluções para análise.*

#### **3.5.4 Leitura e interpretação de artigos científicos – Questionário Específico**

Aplicou-se um questionário sobre o ferro e sua relação com a anemia. O objetivo era familiarizar os alunos na leitura de publicações científicas (artigos), e que os mesmos compartilhassem as informações obtidas, para responder o questionário diagnóstico (Apêndice D), além disso, os artigos seriam a fonte de informação sobre Química dos Alimentos, tema pouco conhecido pelos participantes do projeto. A troca de informações entre os alunos, obtidas nas pesquisas, simularia a troca de experiências que acontece entre os diversos grupos de pesquisa (Figura 3.5).



*Figura 3.5 - Alunos no momento da leitura de artigos científicos*

Entre os artigos científicos selecionados para pesquisa (Anexo D) disponibilizou-se alguns artigos que tratavam de pesquisas envolvendo alimentos fortificados com ferro. Esta decisão foi tomada como forma de mostrar, indiretamente, que as informações que os alunos precisariam para o desenvolvimento do projeto estavam presentes neste tipo de material.

### 3.5.5 Aula Expositiva – Espectrofotometria e abertura de amostras

Nesta etapa, os alunos assistiram aula expositiva sobre Espectrofotometria (Figura 3.6), com a professora convidada, graduada em Química pela USP – São Carlos. Na ocasião, explicou-se conceitos de espectrofotometria (Anexo E), e também se falou sobre principais adaptações e cuidados necessários, dependendo do método de análise e amostra utilizados, a ênfase dessa aula foi na importância da abertura da amostra para a identificação de cada substância. A professora exemplificou sua exposição com o tema de sua iniciação científica, que analisou antibióticos em ovos, utilizando HPLC- DAD.



Figura 3.6 - Aula sobre espectrofotometria.

Após a aula, aplicou-se o questionário intermediário (Apêndice F). Neste questionário, existem algumas questões básicas sobre espectrofotometria (muito parecidas com as que foram respondidas no questionário prévio), outras que envolvem a interpretação do aluno, sobre os conhecimentos abordados anteriormente com as aulas teóricas e práticas. A importância dessa etapa foi identificar como a metodologia proposta, estava contribuindo para o ensino aprendizagem dos alunos que estavam participando da pesquisa.

### **3.5.6 Pesquisa e definição de próximas etapas**

Com as etapas até agora desenvolvidas, os alunos notaram que antes de levarem a amostra escolhida para análise em espectrofotômetro, teriam que indicar o método mais adequado para o preparo desta amostra.

A calcinação é uma técnica muito utilizada para o preparo de amostras com avaliação do teor de minérios. Nessa etapa eles fizeram uma aula prática de calcinação, para identificação de metais pesados na amostra de leite em pó, essa atividade tinha a finalidade de ajudá-los a ter uma noção de como começaria sua pesquisa de identificação do melhor método analítico.

Após, a aula prática de calcinação (Anexo F), os alunos foram para o laboratório de informática fazer a pesquisa (Figura 3.7), voltada a escolher a metodologia de análise de ferro por espectrofotometria, tema deste trabalho. Já apresentados às publicações científicas, e estimulados a troca de informação, necessária e muito comum na rotina de pesquisadores, os alunos selecionaram algumas referências com procedimentos de análise de ferro em alimentos (Anexo G).



*Figura 3.7 - Pesquisa em laboratório de informática.*

Nesta etapa foi discutida e definida a metodologia que seria melhor para a identificação de Ferro nas amostras que eles iriam analisar, assim planejou-se as próximas etapas da pesquisa.

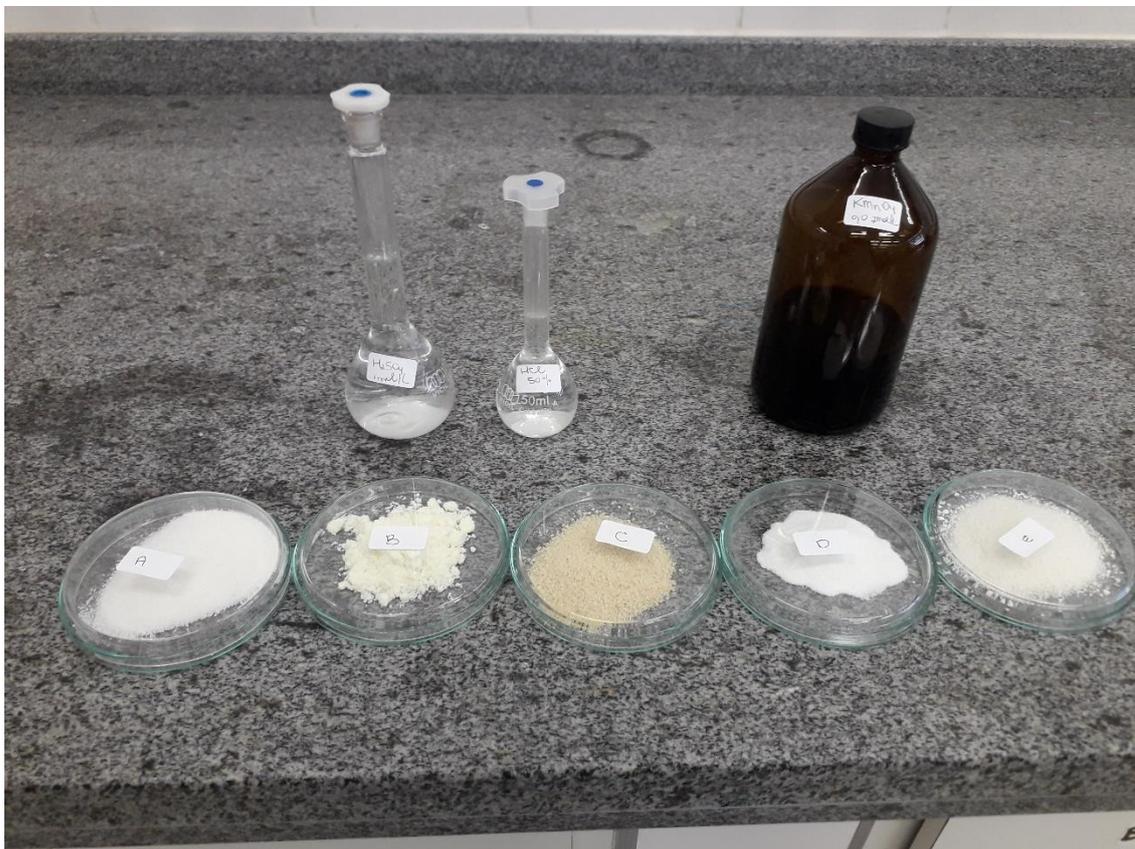
### **3.5.7 Escolha de amostras e divisão de grupos**

Entre os alimentos sugeridos pelos alunos, optou-se por alimentos industrializados fortificados com ferro, por serem amostras de fácil preparo para a análise em espectrofotômetro, considerando a dificuldade da turma e o tempo disponível para as análises.

Solicitou-se que os alunos selecionassem cinco opções de alimentos fortificados com ferro.

Como a quantidade de ferro disponível em cada um dos alimentos estava listada nas informações nutricionais de cada um, como forma de estimular a curiosidade dos alunos e dar continuidade ao projeto, sugeriu-se que nesta etapa os alunos deveriam identificar as amostras trabalhadas por cada grupo, através da comparação dos resultados encontrados para o teor de ferro com os valores de referência.

Identificou-se as amostras como A, B, C, D e E, as quais foram distribuídas entre os cinco grupos de alunos, ficando cada grupo responsável pelo estudo de uma amostra, conforme mostra a Figura 3.8.



*Figura 3.8 - Amostras disponíveis para análise*

### **3.5.8 Elaboração de curva analítica para o ferro**

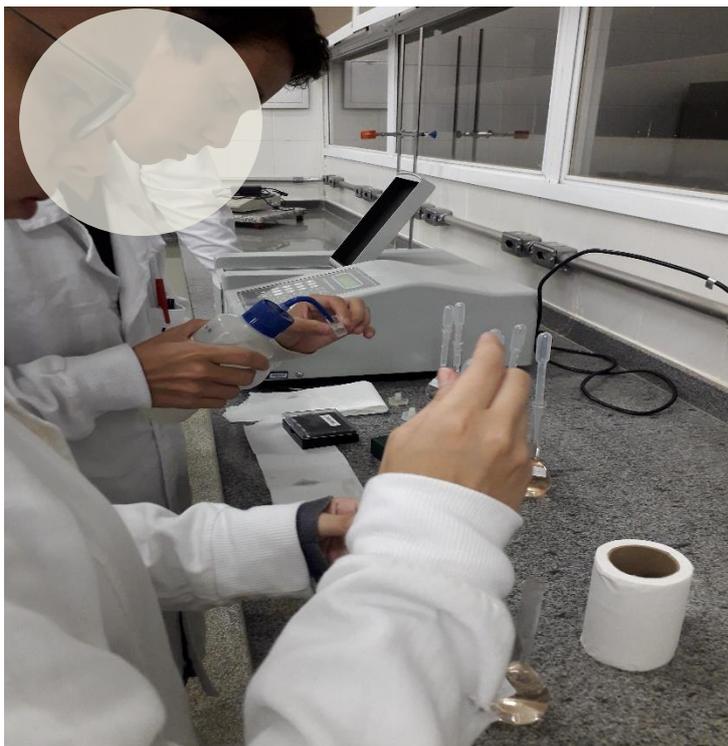
Nesta etapa, os alunos prepararam as soluções de concentrações conhecidas para confecção da curva analítica, de acordo com o procedimento selecionado por eles (Anexo H) conforme Figuras 3.9; 3.10 e 3.11.



*Figura 3.9 - Preparo e Diluição dos reagentes utilizados.*



*Figura 3.10 - Soluções de concentrações conhecidas para construção de curva analítica.*



*Figura 3.11 - Alunos fazem leitura de absorvância das soluções preparadas, para obtenção da curva analítica de ferro.*

### **3.5.9 Preparo da amostra – Técnica de calcinação**

Nesta etapa, realizou-se o preparo das amostras, e análise em espectrofotômetro (Figuras 3.12 e 3.13), de acordo com o procedimento selecionado pelos alunos (Anexo I)



*Figura 3.12 - Amostras que foram levadas à calcinação em mufla por 5h.*



*Figura 3.13 - Amostras analisadas no espectrofotômetro.*

### 3.5.10 Tratamento de dados e comparação com tabela nutricional dos alimentos escolhidos.

As amostras foram fornecidas aos alunos rotuladas com códigos, para que eles as identificassem através de comparação da concentração de ferro obtida com a informação nutricional de cada alimento.

A tabela 3.2 mostra a quantidade de Ferro indicada na embalagem de cada um dos alimentos estudados.

Tabela 3.2- Quantidade de Ferro indicado nas embalagens dos alimentos em estudo

Código da amostra	Alimento	mg de ferro / 100g de amostra
A	Mingau de arroz ®	15,5
B	Leite Ninho®	20,0
C	Farinha Láctea®	9,0
D	Sustagen®	19,67
E	Mingau de Sabor®	17,61

Para identificação das amostras, determinou-se a concentração de ferro de cada uma delas através da equação da curva analítica obtida nas etapas anteriores. Calculou-se também o erro (%) do valor encontrado em relação ao valor de referência.

### **3.5.11 Preenchimento de Questionário Final**

Após o término do projeto, os alunos responderam o questionário final, disponível no apêndice G com duração de uma hora.

### **3.5.12 Avaliação geral do projeto**

Com o objetivo de avaliar o quão importante essa pesquisa foi para o desenvolvimento de suas habilidades e competências.

Foi solicitado aos alunos envolvidos, que oralmente expressassem os pontos positivos e negativos do projeto, os quais foram anotados em um diário de bordo.

### **3.5.13 Elaboração do banner**

Após a finalização do projeto, os alunos elaboraram um banner e apresentaram juntamente com seus trabalhos de conclusão de curso, na ETEC “Prof. Rodolpho José Del Guerra”, no dia primeiro de julho de 2019.

## **CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Aspectos gerais e caracterização do grupo de estudo**

Atualmente, uma das grandes contribuições da educação é alfabetizar o aluno cientificamente. Assim o professor das áreas de Ciências tem a responsabilidade de transformar os estudantes em pessoas mais críticas tornando-os agentes transformadores para melhorar o mundo em que vivemos. Cabe ao professor selecionar os conteúdos científicos dentro de uma concepção que destaque o papel social, mediante a uma contextualização social, política, filosófica, histórica, econômica e religiosa segundo CHASSOT (2018).

Foi realizado uma sequência didática, com conteúdos relacionados à determinação de ferro, em alimentos fortificados por espectrofotometria, a indicação da alfabetização científica será analisada a seguir, baseada nos critérios selecionados pelos diferentes autores citados no referencial teórico.

### **4.2 Etapas da pesquisa**

Todas as etapas aqui apresentadas aconteceram nas dependências da ETEC “Prof. Rodolfo José Del Guerra”, durante o período de aulas, de março a julho de 2019. As aulas ocorreram na sala de aula e no laboratório de instrumental e síntese, após o preenchimento dos termos de assentimento e consentimento livre esclarecido por todos os alunos envolvidos.

Apresentou-se o projeto aos alunos, ressaltando a importância dos alimentos ricos em ferro, ainda mais necessários na alimentação de pacientes oncológicos, devido aos grandes índices de anemia. Os participantes foram expostos ao questionamento: Quais alimentos são ricos em ferro, e de que forma podemos comprovar a quantidade presente deste nutriente?

Na ocasião, estimulou-se a curiosidade sobre o tema abordado e mostrou-se que a realização deste trabalho contribui para a formação científica dos participantes.

## 4.2.1 Questionário Prévio

### 4.2.1.1 Questionário Prévio Espectrofotometria (Apêndice C)

Segundo MARCONDES (2013) para a identificação de concepções prévias do aluno, o professor pode se utilizar de questões, sobre o tema de interesse, um diagnóstico do conhecimento do aluno sobre os conceitos que serão trabalhados.

O aluno deveria responder “sim” ou “não”. As respostas obtidas estas questões estão apresentadas nas Figuras 4.1; 4.2; 4.3 e 4.4.

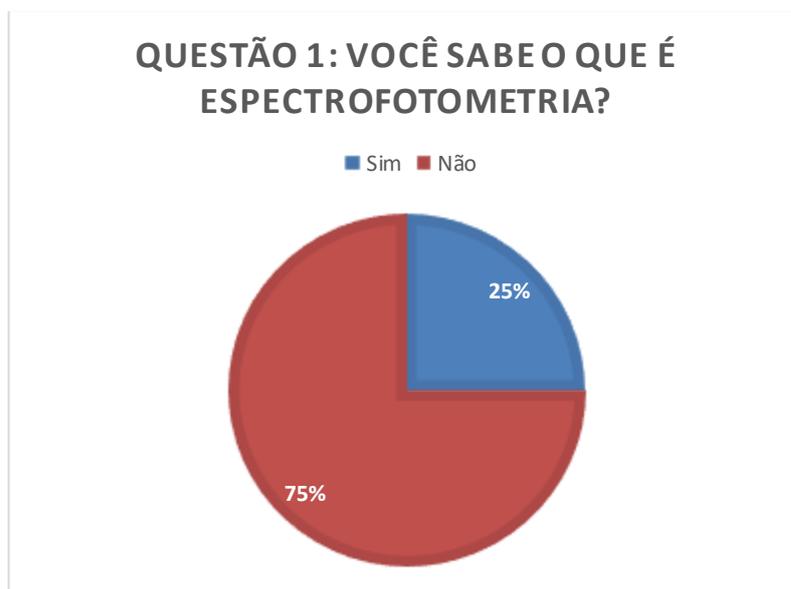
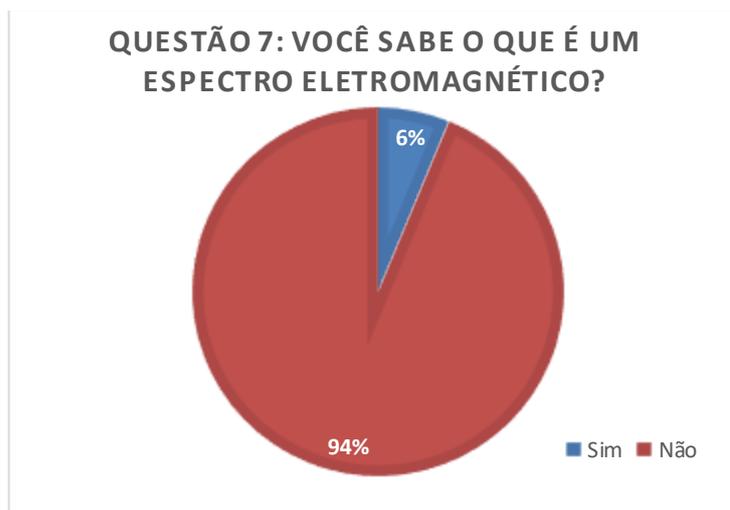


Figura 4.1 - Porcentual de respostas obtidas no questionário prévio sobre espectrofotometria.



Figura 4.2 - Respostas à questão 2, Questionário Prévio sobre espectrofotometria.



*Figura 4.3 - Respostas à questão 7, Questionário Prévio sobre espectrofotometria.*



*Figura 4.4 - Respostas às questões 3, 4, 5 e 6, Questionário Prévio sobre espectrofotometria.*

As questões 3, 4, 5 e 6 continham perguntas básicas relacionadas a conceitos de espectrofotometria. Com o questionário, esperava-se que os alunos que responderam “Sim” às questões 1, 2 e 7 já conheçam a técnica.

Para analisar as respostas das questões 3, 4, 5 e 6 atribuiu-se peso 1 para cada uma das questões, e considerou-se “ótimo” o questionário com 4 a 5 pontos, “bom” os que ficaram entre 2 e 4 pontos e “ruim” de 0 a 2 pontos. Pelos resultados obtidos percebeu-se de imediato que apesar de alguns alunos terem respondido que conheciam a técnica, as respostas para as questões sobre o assunto foram pontuadas como “bom” para 6% dos alunos (aproximadamente a mesma quantidade que afirmou

já conhecer as técnicas). Como se trata de questões básicas, concluiu-se que os alunos tinham apenas uma noção básica do que seria a técnica, sem nenhuma base científica sobre o assunto. Nenhum questionário foi considerado ótimo.

A avaliação deste questionário permitiu constatar que os alunos não tinham aprendido conteúdos básicos e para dar andamento ao projeto, foram incluídas aulas expositivas sobre o tema, esperando-se que após estas aulas, os conceitos fundamentais sobre preparo de solução e diluição que são muito importantes para utilização da técnica de espectrofotometria, fossem do entendimento da maioria.

#### 4.2.1.2 Questionário Prévio Química dos Alimentos (Apêndice D)

Para avaliação do questionário D, considerou-se a questão 4 isoladamente das outras, pois com as respostas foi possível identificar se os alunos tinham conhecimentos sobre anemia e se já reconheciam a importância do ferro na alimentação. Entendendo a importância do ferro no organismo humano, estes alunos devem considerar a pesquisa (teor de ferro em alimentos) mais importante e útil, motivando-os a fazê-la.

Os resultados estão ilustrados na Figura 4.5 a seguir:

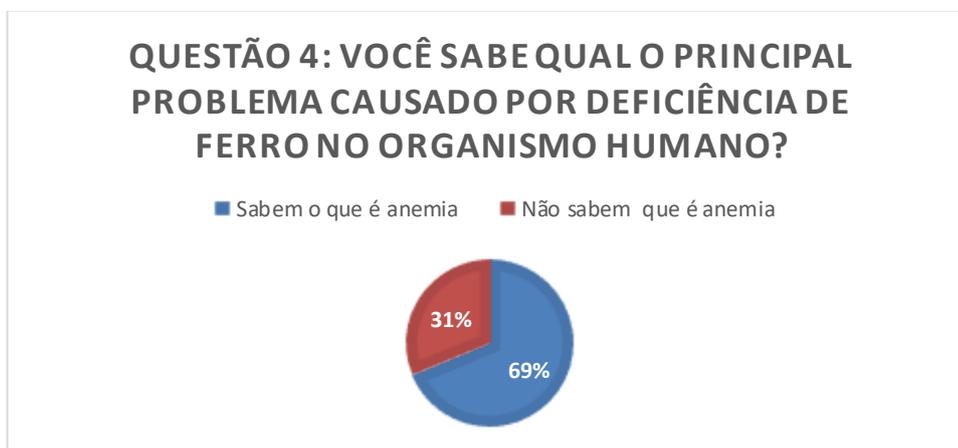


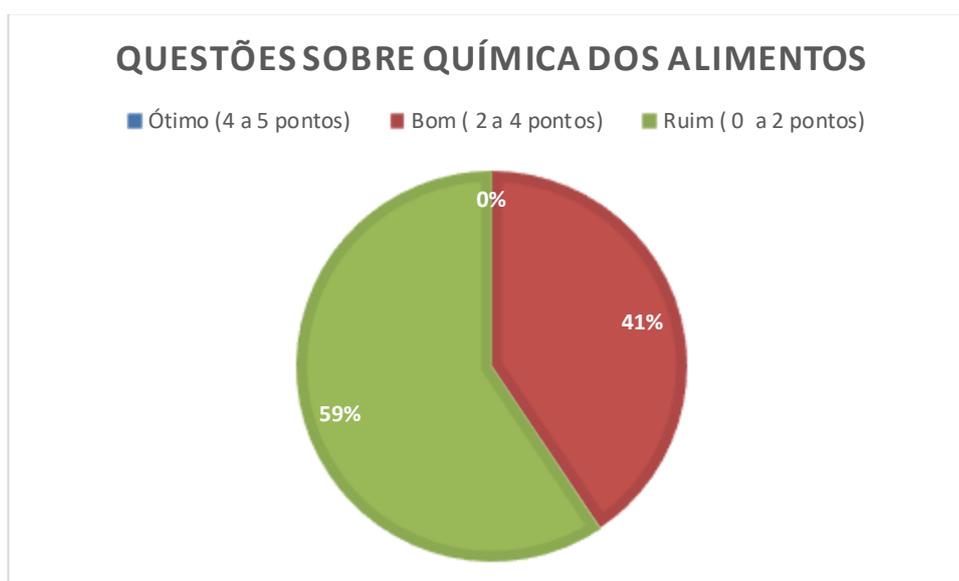
Figura 4.5 - Respostas obtidas a questão 4, Questionário Prévio sobre Química dos Alimentos.

Com as respostas obtidas, notou-se que a maioria dos alunos (69%) sabia que a falta de ferro causa anemia. Como a maioria conhecia o problema, esperava-se que a pesquisa a ser desenvolvida seria ainda mais interessante e motivadora, pois os participantes estariam envolvidos em uma questão de seu cotidiano. Para estimular a curiosidade dos alunos que não conheciam o problema ou

que não o entendiam de maneira razoável, uma alternativa viável seria apresentar artigos sobre anemia para estudo e discussão em sala.

Através das questões 1, 2, 3, 5 e 6 foi possível avaliar o conhecimento sobre nutrientes de forma geral.

Atribuiu-se 1 ponto a cada questão, considerando “ótimo” questionários com pontos 4 ou 5, “bom” aqueles com pontos entre 2 e 4, e “ruim” os que somaram de 0 a 2 pontos (Figura 4.6).



*Figura 4.6 - Respostas obtidas a outras questões, Questionário Prévio sobre Química dos Alimentos.*

Percebeu-se que a maior dúvida se deu principalmente na questão sobre macro e micronutrientes. Além disso, na questão 1 “De quais elementos químicos os alimentos são constituídos, principalmente?” (Figura 4.7). A maioria respondeu com o nome dos principais macronutrientes, deixando clara a confusão com o termo “elementos químicos”. A resposta ideal nesse caso seria “carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio”.

Na questão 6 “O que é o ferro? Em quais formas ele é encontrado nos alimentos?”. A maioria respondeu a primeira parte da pergunta adequadamente. Para a segunda parte da pergunta, esperava-se que a resposta contivesse “ferro heme” e “ferro não heme”, ou alguma diferenciação entre tipos de ferro, quanto à sua absorção pelo organismo humano. Nenhum questionário apresentou essas respostas.

Pela avaliação deste questionário, definiu-se que estas questões também deveriam ser trabalhadas em sala de aula para aumentar a motivação dos alunos pela pesquisa, conforme se familiarizavam com o tema.

2) O que são macronutrientes e micronutrientes?  
 Não sei.

3) O ferro é um macronutriente ou um micronutriente?  
 Não sei.

4) Você sabe qual o principal problema causado por deficiência de Ferro no organismo humano? Explique  
 A falta de ferro no organismo, pode causar doenças como a anemia, que é causada pela deficiência de nutrientes como o ferro, causando assim sensação de falta de energia.

5) Quais alimentos são ricos em ferro?  
 Feijão, soja

6) O que é o ferro? Em quais formas ele é encontrado nos alimentos?  
 Ferro é um elemento que está presente na tabela periódica, ele é encontrado nos alimentos como um nutriente.

Figura 4.7 - Exemplo de respostas dadas ao questionário Química dos Alimentos

#### 4.2.1.3 Questionário Prévio sobre Preparo de Soluções (Apêndice E)

O questionário prévio sobre o preparo de soluções trouxe perguntas sobre soluções, sendo na sua maioria cálculos. Este questionário foi feito para avaliar a habilidade com a matemática, necessária no preparo das amostras das soluções, que foram analisadas no espectrofotômetro, no laboratório de informática (Figura 4.8).

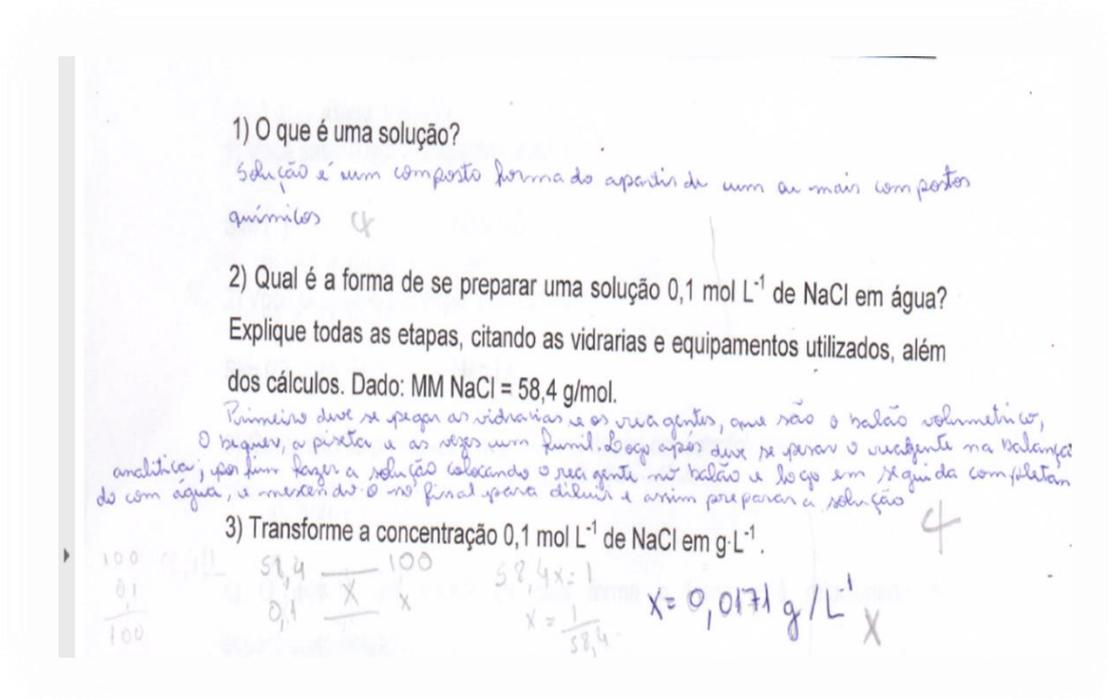


Figura 4.8 - Exemplo de respostas obtidas para questionário sobre Preparo de Soluções

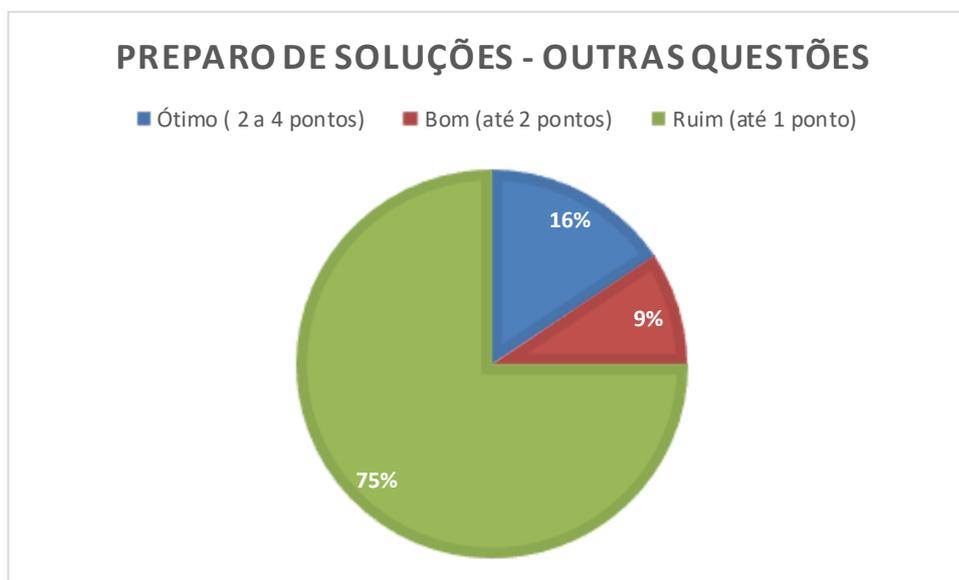


Figura 4.9 - Resultados das respostas ao Questionário Prévio sobre Preparo de Soluções.

Atribuiu-se 1 ponto para cada questão, considerando-se “ótimo” questionários com 2 a 4 pontos, “bom” até 2 pontos, e “ruim” aqueles com até 1 ponto. (Figura 4.9).

A maioria dos questionários foi considerada ruim (75%), sendo a questão 1, a única teórica, respondida qualitativamente pela maioria dos alunos. Neste questionário, 16% tiveram notas consideradas “ótimas”. Como a maioria das questões envolviam cálculos, a grande quantidade de questionários tidos como “ruins” pode ser atribuída também, à dificuldade natural que existe com a matemática. Muitos não tentaram desenvolver os cálculos ou erraram na marcação das casas decimais

#### **4.2.2 Aula Expositiva**

Na aula com o professor convidado, foram apresentados aos alunos conceitos de onda, espectrofotometria no ultravioleta e visível, absorvância e transmitância, comprimento de onda, tipos de espectrofotômetros e colorimétrica, fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

Os exercícios aplicados (Anexo B) eram referentes ao que foi explicado em aula, e foram em grupos. As respostas dos alunos foram satisfatórias, notando-se que eles compreenderam o conteúdo abordado, melhorando seu conhecimento no assunto, se comparadas às respostas do questionário prévio sobre este tema.

Durante a aplicação do questionário ocorreram as seguintes falas de alguns alunos

*Aluno 1: “Nossa, só tem palavra difícil, será que vou conseguir aprender essa matéria”*

*Aluno 2: “Que bom que vou estudar isso, pois já trabalho há cinco anos com espectrofotômetro e não entendo nada disso”*

Essas falas tornam evidente o desejo dos alunos de compreender a ciência.

Segundo SASSERON; MACHADO (2017) a apresentação dos termos técnicos e informações técnico-científicas, pelo professor, são imprescindíveis para uma boa alfabetização científica.

#### **4.2.3 Aula Prática Espectrofotometria**

A aula prática foi realizada em grupos de aproximadamente 4 alunos, assim como a preenchimento do formulário avaliativo (exemplo: Anexo J). Durante a

aula prática, notou-se que as dúvidas mais recorrentes eram sobre o manuseio dos materiais utilizados e sobre a sequência do procedimento. Não foram notadas questões sobre o porquê de realizar o procedimento da forma como foi apresentado. Os alunos seguiram o procedimento como foi proposto e conseguiram, em sua maioria, determinar a concentração da amostra de alaranjado de metila fornecida, mostrando a sua habilidade técnica.

Ao final da aula e análise de relatórios, observou-se que do modo como foi ministrada, cumpriu com o objetivo de ensinar a manusear o espectrofotômetro e amostras para aquela análise em questão. Com o fornecimento de um roteiro prévio a ser seguido, os alunos não apresentaram curiosidade em pesquisar ou desenvolver outras habilidades que envolvessem a análise espectrofotométrica. A metodologia está na contramão do que se espera da alfabetização científica, em que o aluno é levado a “aprender a aprender” e utilizar as habilidades do grupo, na resolução de problemas.

O aluno 3 disse:

*“Até que trabalhar com o espectrofotômetro não é tão difícil, só o nome que é feio. Professora eu tenho um sítio, será que eu consigo fazer uma análise do solo com este aparelho?”.*

Isso mostra que o aluno está conseguindo relacionar a ciência com seu cotidiano. Segundo SILVA (1996) o aluno deve ser capaz de buscar soluções, para problemas cotidianos, ao ser alfabetizado cientificamente.

#### **4.2.4 Análise de Artigos Científicos – Questionário específico**

Nesta atividade, os alunos deveriam responder um questionário sobre o ferro e sua relação com a anemia. Cada grupo apresentou aos demais alunos da sala os conteúdos presentes nos artigos.

Observou-se o estranhamento que os alunos tiveram com a forma em que os assuntos são relatados nos artigos, porém já se esperava esta dificuldade, pois estão acostumados com o ensino por transmissão, onde o que é pedido é facilmente encontrado no material de apoio ou na aula, sem grandes esforços, na interpretação do material. Apesar da dificuldade de entender o assunto abordado nos artigos e a

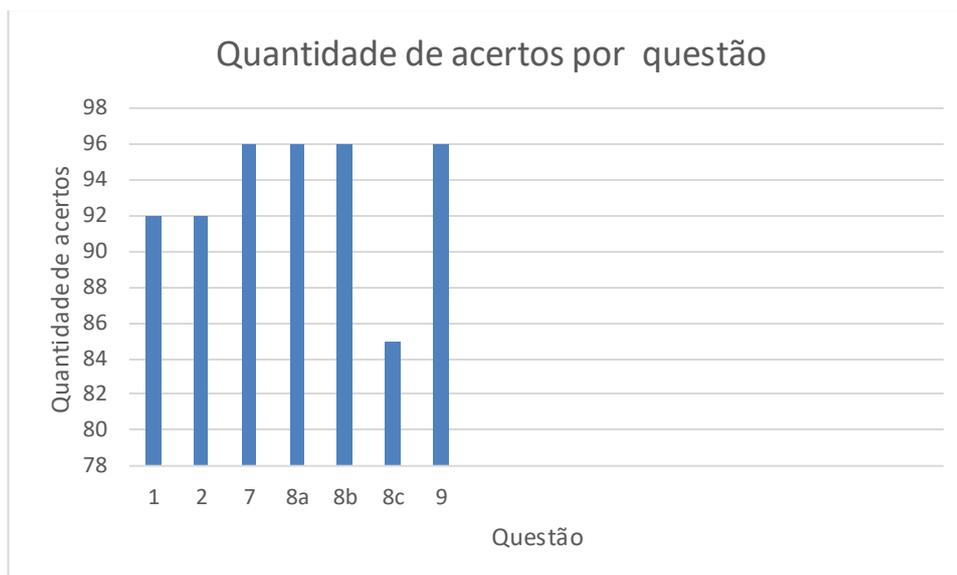
estranheza com esta forma de publicação, os alunos conseguiram responder o questionário, mostrando aprendizado do tema em questão.

Entre os artigos científicos selecionados para pesquisa, foram abordados também artigos envolvendo alimentos fortificados com ferro. Tomou-se esta decisão como forma de incentivar o aluno, a buscar as informações confiáveis e necessárias para as próximas etapas do desenvolvimento do projeto neste tipo de material.

A aula teve como objetivo estimular a leitura de artigos científicos e apresentar aos alunos as fontes confiáveis de informações científicas. A leitura e entendimento das informações científicas promovem a alfabetização científica. Segundo MILLER (1998) quando os alunos conseguem entender os procedimentos científicos, esses se tornam mais críticos podendo entender os impactos desses acontecimentos na sociedade.

#### **4.2.5 Aula Expositiva – Espectrofotometria e abertura de amostras**

Após a aula expositiva, os alunos responderam o questionário intermediário sobre Espectrofotometria (Apêndice F). Nesse questionário, foram abordadas algumas questões básicas sobre espectrofotometria semelhantes ao questionário prévio, outras que envolviam a interpretação do aluno sobre as informações transmitidas nesta etapa e nas etapas anteriores, além das pesquisas feitas em materiais de divulgação científica e as questões de aplicação de fórmulas. Naturalmente, se esperava que houvesse uma melhora no entendimento dos conceitos sobre espectrofotometria, evidenciada nas respostas das questões básicas, já que os alunos tiveram aulas expositivas sobre esses conceitos durante as etapas anteriores. Esperava-se, também, maior dificuldade em responder as questões indiretas, que necessitariam de interpretação. A quantidade de acertos de cada questão, assim como a porcentagem correspondente estão apresentadas na Figura 4.10.



*Figura 4.10 - Assertividade das repostas dos alunos às questões sobre espectrofotometria Questionário Intermediário sobre Espectrofotometria (Apêndice F)*

As questões do Apêndice F foram em divididas em três grupos, para facilitar a análise:

- Grupo A: Questões básicas sobre espectrofotometria: 1, 2, 7, 8 e 9.
- Grupo B: Questões que necessitavam de pesquisa e interpretação: 3, 4, 5, 6, 10, 14 e 15.
- Grupo C: Questões de aplicação de fórmulas: 11, 12 e 13.

#### **4.2.5.1 Análise das questões do Grupo A – Questões básicas**

As questões básicas abordaram conceitos que foram apresentados de forma direta aos alunos, tanto nas aulas, quanto nas atividades propostas no laboratório. Na correção destas questões, considerou-se como corretas todas as repostas que continham conceitos corretos, mesmo que incompletos. O gráfico da Figura 4.11 contém a porcentagem de acertos em cada questão.

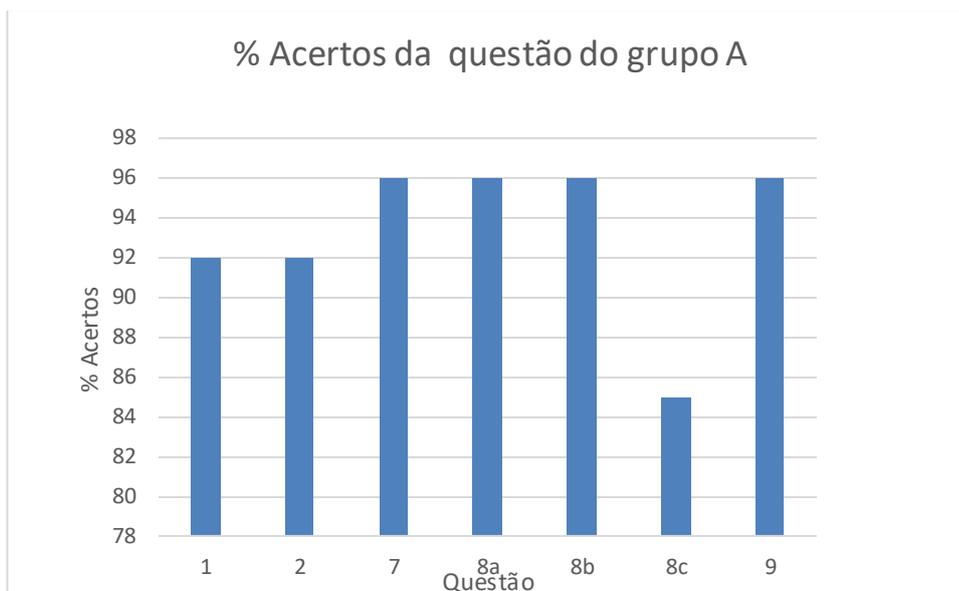


Figura 4.11 - Porcentagem de acertos das questões de número 1, 2, 7, 8 e 9.

A porcentagem média de acertos nestas questões foi de 93%.

Os resultados observados nas Figuras 4.12, 4.13 e 4.14, confirmam que os alunos foram apresentados ao tema “espectrofotometria” e conseguiram aprender de forma muito satisfatória os conceitos essenciais sobre este tema, principalmente considerando que, no questionário prévio (Apêndice C) aproximadamente 75% dos alunos responderam que não sabiam o que era a espectrofotometria, e após estas atividades, o que foi confirmado pelas respostas do questionário, a maioria conseguiu responder as questões essenciais sobre o tema.

- 1) O que é a espectrofotometria? Procedimento analítico através do qual se determina a concentração de espécies químicas mediante a absorção de energia radiante (luz).
- 2) O que é um espectro eletromagnético?  
É o intervalo completo de todas as possíveis frequências da radiação eletromagnética.

Figura 4.12 - Exemplo de respostas para o questionário sobre Espectrofotometria.

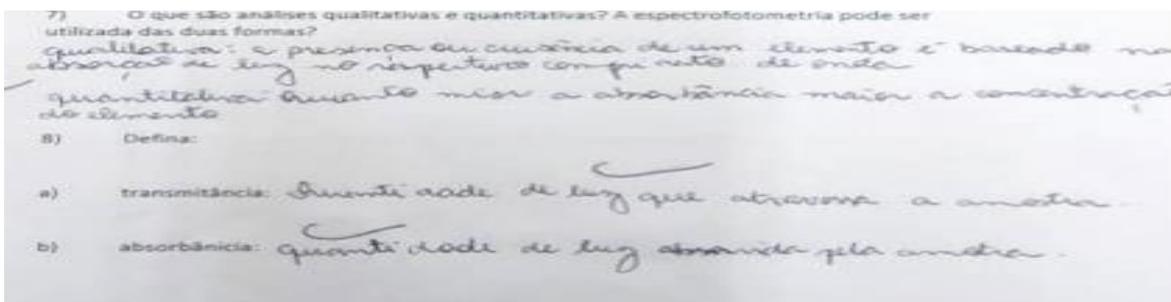


Figura 4.13 - Respostas ao questionário sobre Espectrofotometria (A).

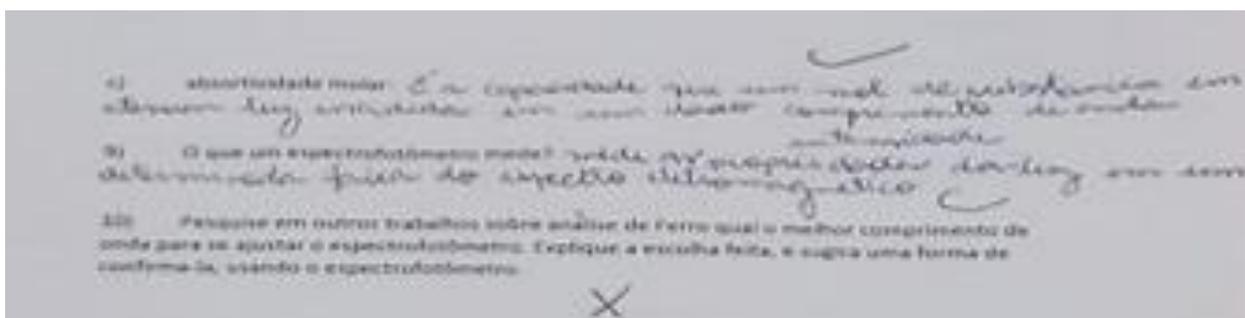


Figura 4.14 - Respostas ao questionário sobre Espectrofotometria (B).

#### 4.2.5.2 Análise das questões do Grupo B – Questões Intermediárias

Nas questões do Grupo B a porcentagem média de acertos foi menor que nas questões básicas sobre espectrofotometria, aproximadamente 55%, conforme esperado, pois eram questões cujas respostas os alunos poderiam encontrar em materiais de fácil acesso, necessitando de sua interpretação e aplicação dos conceitos aprendidos sobre o tema.

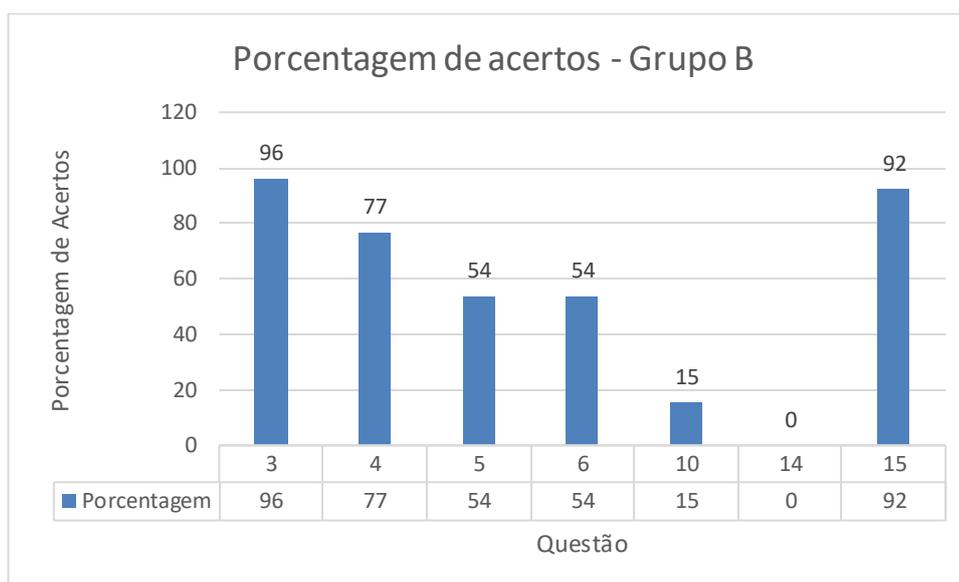
Na questão 10 os alunos foram questionados sobre o melhor comprimento de onda para ajustar no espectrofotômetro numa análise de ferro, o índice de acerto foi muito baixo, só 15% dos alunos respondeu de modo satisfatório. O aluno H disse: *“Determinamos o comprimento de onda na análise do alaranjado de metila, tem alguma relação com o comprimento de onda que deve colocar no espectro”*.

A aprendizagem foi comprometida, provavelmente porque naquela etapa da metodologia os alunos trabalharam com procedimentos definidos pelo professor e só a executaram tecnicamente, não refletindo sobre a mesma.

Na questão 14 o aluno F comentou:

*“Deveríamos ter prestado mais atenção na explicação do professor, pois ele explicou como é o preparo da amostra para fazer a leitura no espectrofotômetro, tem a ver com diluição, mas não lembro mais”.*

Observou-se que nas questões 10 e 14 houve uma porcentagem (Figura 4.15) muito baixa de acertos, porém, considerando o conjunto de questões, julgamos que as atividades propostas e desenvolvidas até esta etapa guiaram o aprendizado de forma muito satisfatória, já que os alunos tiveram a criticidade em levantar algumas hipóteses sobre as respostas, mesmo não conseguindo responde-las corretamente.



*Figura 4.15 - Quantidade de acertos por questão - Questões do Grupo B.*

A seguir estão descritas algumas respostas das questões do grupo B.

3). Qual a faixa de comprimento de onda na luz visível? E da luz ultravioleta?

*“A luz visível abrange um comprimento de onda de 400 a 700nm e a luz ultravioleta abrange um comprimento de onda de 100 a 400nm.”*

4). Por que alguns compostos químicos são coloridos?

*“Os elétrons se energizam conforme a distância do núcleo, e só retornam aos níveis iniciais com menor energia, a energia que foi absorvida é liberada emitindo a luz colorida.”*

5). Explique a diferença de espectrofotômetro, fotômetro, espectrômetro.

*“O espectrofotômetro tem um prisma que incide a luz enquanto o fotômetro não, já o Espectrofotômetro tem cuja função é a de medir e comparar a quantidade de luz (energia radiante) absorvida por uma determinada solução.”*

6). Apenas compostos coloridos podem ser analisados por espectrofotômetros?

*“Sim, mas para substâncias incolores de deve fazer a abertura da amostra como é o caso da análise do ferro.”*

14) A Lei de Beer-Lambert é válida para amostras de quaisquer concentrações? Como verificar, na prática?

*“Sim, porque o espectrofotômetro irá medir a absorvância da luz emitida na amostra.”*

15). Qual a forma correta de manusear a cubeta que será usada na análise? Ela pode conter riscos?

*“A forma correta de manusear a cubeta é colocar a mão n aparte fosca, pois a luz será incidida na parte transparente, se colocarmos a mão na parte transparente a gordura da nossa pele pode atrapalhar o resultado.”*

#### **4.2.5.3 Análise das questões do Grupo C – Questões envolvendo cálculos**

Nas questões do grupo C, cujos resultados estão apresentados na Figura 4.16, esperava-se um rendimento mediano por se tratar de utilização de fórmulas e conhecimento prévio em matemática. Na questão 11 observou-se um baixo índice de acertos. Esse baixo desempenho dos alunos no entendimento da linguagem matemática em que a ciência está escrita pode ser evidenciado também com os dados do Pisa (2018) de um modo geral. Observou-se que, na questão 12, muitos alunos utilizaram a equação de forma correta, substituindo os termos pelos valores correspondentes ao enunciado, mas incorrendo no erro de unidades. Isso mostra uma falta de reflexão sobre o resultado e a relação com o formulário. Já na questão 13, a porcentagem de acerto foi de 92%, mostrando que os alunos conseguem identificar os termos da equação de forma correta e também finalizar com os cálculos de modo direto, sem muita necessidade de reflexão (Figura 4.17).

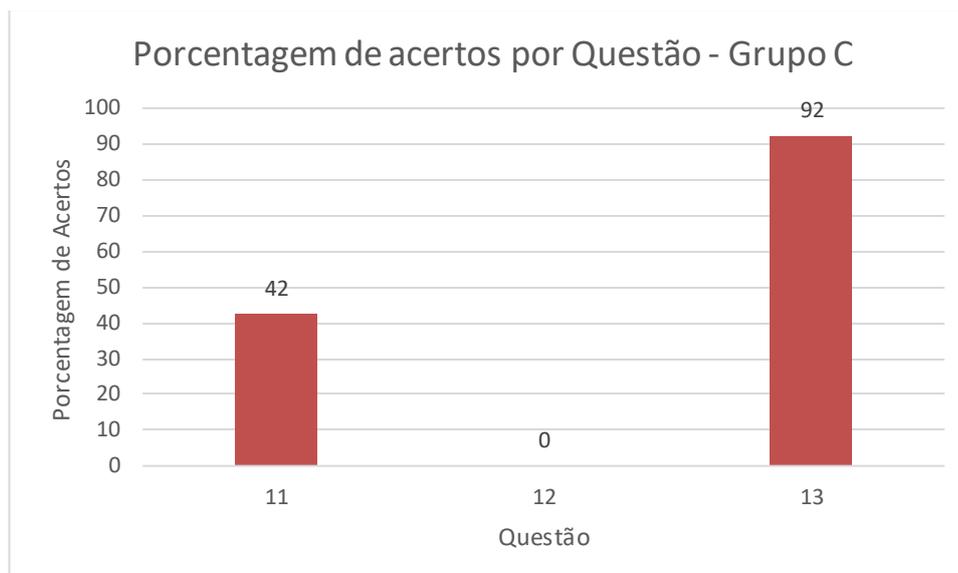


Figura 4.16 - Acertos por questão do grupo C.

- 11) O que significam os termos da equação de Beer-Lambert? Use esta equação para resolver os exercícios 12 e 13. *É o processo no qual a quantidade de luz absorvida e transmitida a lei de Lambert-Beer pode ser expressa matematicamente pela relação  $A = \epsilon \cdot C \cdot l$*
- 12) A absorvância de uma solução  $2,31 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$  de um composto é de 0,822, no comprimento de onda de 266 nm, numa cubeta de 1 cm de caminho óptico. Calcule a absorvância molar do composto em 266 nm.  
 $A = 0,822 \cdot 266 \cdot 1$   
 $A = 218,652$  X
- 13) Encontre a absorvância de uma solução  $0,00240 \text{ mol L}^{-1}$  de uma substância com coeficiente de absorvância molar de  $313 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  numa cubeta de 2,00 cm de caminho óptico.  
 $A = 0,00246 \cdot 313 \cdot 2,00$   
 $A = 1,5024$  ✓

Figura 4.17 - Exemplo de respostas obtidas às questões 11, 12 e 13 sobre espectrofotometria.

#### 4.2.6 Pesquisa e Definição de Próximas Etapas

Considerou-se esta etapa muito importante ao desenvolvimento do projeto, pois os alunos conseguiram observar as etapas que antecedem uma análise química, utilizando os conhecimentos adquiridos, de modo que quando não dispuserem do roteiro perfeitamente apropriado às suas necessidades, em sua vida profissional, tendo criticidade para escolher a metodologia que melhor atende na

resolução do seu problema e de quais ferramentas podem fazer uso, para solucionar a questão.

Observou-se, ainda, que apesar da questão principal deste projeto ter sido definida pelo professor, os alunos foram capazes de identificar e buscar solucionar questões secundárias, como “quais alimentos poderiam usar para a análise de ferro?”, “qual a melhor forma de abertura da amostra?”. Estas questões sugerem que estes alunos estão sendo alfabetizados cientificamente, e que, provavelmente, serão capazes de desenvolver atividades de nível 4, após a conclusão desta atividade.

Nesta etapa, definimos, então, os próximos passos para o desenvolvimento do projeto:

- Escolha de amostras e divisão de grupos;
- Elaboração de curva analítica para o ferro;
- Preparo da amostra – Técnica de calcinação;
- Análise em espectrofotômetro – Procedimento selecionado no Anexo K
- Tratamento de dados e comparação com tabela nutricional dos alimentos escolhidos;
- Elaboração de relatório.

#### **4.2.7 Escolha de amostras e Divisão de Grupos**

Entre os alimentos sugeridos pelos alunos, optou-se por alimentos industrializados fortificados com ferro, por serem amostras de fácil preparo para a análise em espectrofotômetro, considerando a dificuldade da turma e o tempo disponível para as análises.

Em pesquisa de alimentos fortificados com ferro, foram escolhidos cinco alimentos fortificados que foram denominados A, B, C, D e E.

Os grupos foram definidos e as amostras escolhidas segundo a Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Divisão de grupos e amostras

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D	Amostra E
4 participantes	7 participantes	4 participantes	2 participantes	4 participantes

#### 4.2.8 Elaboração de curva analítica para o Ferro

Nesta etapa, os alunos tiveram que definir as concentrações das soluções a serem utilizadas na construção da curva analítica, e, indicar a forma de prepará-las, de acordo com os cálculos feitos. No preenchimento do questionário intermediário observou-se que a turma possuía dificuldade na realização de cálculos, porém, observou-se também, que os alunos se organizaram de forma que aqueles com maior habilidade nesta área ficariam responsáveis por esta etapa do procedimento, o que era pretendido no desenvolvimento da alfabetização científica. Segundo SASSERON (2008) o raciocínio lógico percebendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas que se relacione, diretamente, com a forma como o pensamento é evidenciado.

A metodologia foi baseada na literatura, após pesquisa dos alunos sobre as possibilidades de análise de ferro em alimentos fortificados mostrada na Tabela 4.2 a seguir.

Tabela 4.2- Pesquisa de procedimentos para análise de ferro

---

**Referências com procedimentos de análise de ferro em alimentos selecionados pelos alunos.**

<http://www.cienciaviva.pt/estagios/jovens/ocjf2011/ceeq/Actividades%20Experimentais/Determina%C3%A7%C3%A3o%20do%20Ferro%20na%20%C3%81gua.pdf>

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15591>

<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/254638>

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-93322007000400012&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-93322007000400012&script=sci_arttext&lng=pt)

<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0711290284.pdf>

<http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>.

---

**Procedimento selecionado para construção da curva analítica.**

<http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>.

---

**Procedimento selecionado para preparo da amostra e leitura no espectrofotômetro.**

<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0711290284.pdf>

---

Após as análises, disponibilizou-se tempo para que os alunos plotassem a curva analítica, no software Excel.

As médias das absorvâncias medidas estão listadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3- Média dos valores de absorvância obtida

Concentração ppm	Absorvância
0,0	0,000
0,4	0,046
0,5	0,050
1,0	0,065
2,0	0,145
3,0	0,242
4,0	0,299

A curva analítica obtida, bem como equação da reta e coeficiente de linearidade estão apresentados na Figura 4.18.

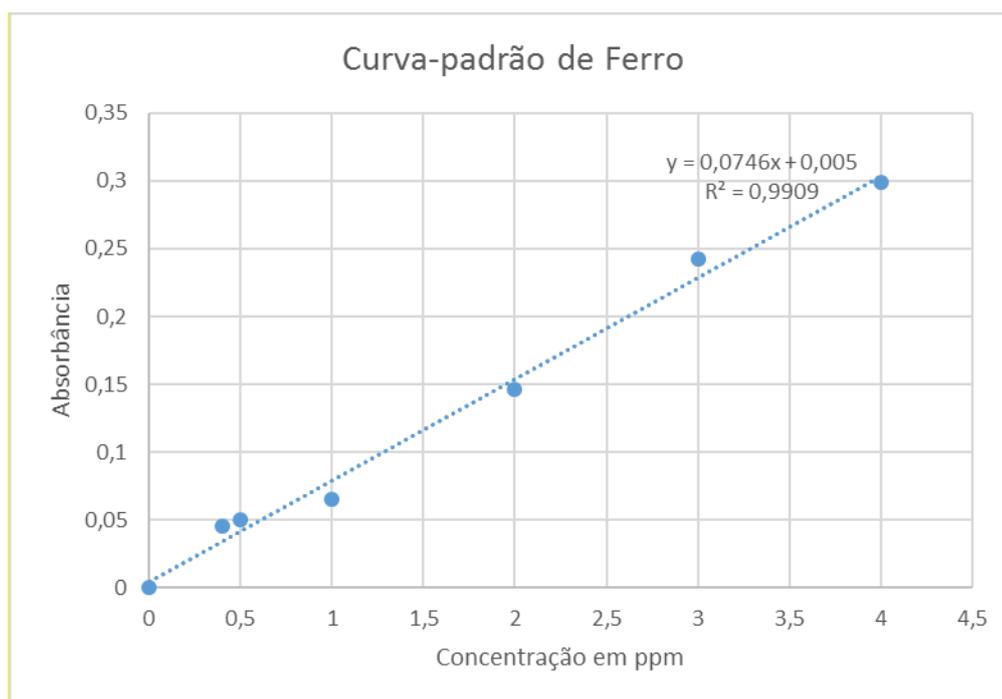


Figura 4.18 - Curva analítica e equação obtida nas análises das soluções de sulfato ferroso amoniacal

Foi explicado aos alunos, que a adição do ácido clorídrico dissolve o sulfato ferroso e ocorre a liberação dos íons  $\text{Fe}^{2+}$  e com a adição do peróxido de hidrogênio e, em meio básico, os íons de  $\text{Fe}^{2+}$  se oxidam em  $\text{Fe}^{3+}$ , aparecendo a coloração avermelhada (Figura 4.19).

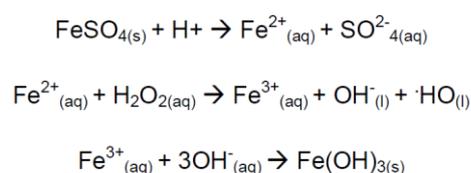


Figura 4.19 - Reações químicas do experimento (In: Adaptada de ELEOTÉRIO et al., 2007, p.38-39)

Na ocasião, lembrou-se, com os alunos, que o coeficiente de correlação de uma curva, para que seja considerada ideal para uso em análises, deve ser igual ou maior que 0,99 (SKOOG 2007). O coeficiente de correlação obtido se enquadrou nos casos ideais, porém, os pontos de concentração da curva foram bem inferiores à das amostras analisadas. Então após a orientação do professor de

Matemática da ETEC, sobre as propriedades da equação da reta e determinação de concentração, os alunos puderam calcular as concentrações das amostras baseadas na absorbância medida.

Discutiu-se quais fatores poderiam ter levado os alunos a não considerar os valores das concentrações. Entre eles, foram citados: erro de não perceberem que teriam que medir as absorbâncias de soluções mais concentradas, assim não fizeram diluição, outro fator seria a falta de base Matemática para os cálculos das concentrações onde tiveram dificuldade de adaptar a metodologia pesquisada com a realidade de seu experimento. Explicou-se que, apesar dos valores da absorbância serem baixos em relação aos encontrados das amostras, isso não interferia no resultado, devido ao fator de correlação da reta estar em 0,9909. Os alunos chegaram à conclusão de que os valores de concentrações deveriam ser calculados utilizando a massa de reagente pesada e a quantidade de solvente utilizada, e também considerando as diluições. Considerou-se esta divergência do resultado esperado como oportuna, pois permitiu que os alunos presenciassem a importância de realizar as análises com maior rigor e que tirassem algumas dúvidas. Acredita-se que esta divergência ocorreu em virtude da combinação dos fatores citados, que são normais se consideramos a pouca experiência dos alunos, no manuseio dos materiais e na realização das análises.

O Aluno 4 disse a seu colega de grupo:

*“Como a Matemática é importante para a química, principalmente quando vamos no laboratório preparar soluções, precisamos estudar mais !!!!!”*

O aluno 5:

“Professora da próxima vez vamos diluir mais as amostras”

Constata-se a construção de raciocínio lógico, pela exposição do pensamento, quando os alunos identificam o problema na metodologia que eles usaram, mostrando aspectos da alfabetização científica, compreendendo as situações críticas e sugerindo formas para a resolução dos problemas identificados sendo apresentadas de forma organizada nas suas respostas (SASSERON; MACHADO, 2017).

#### 4.2.9 Preparo de Amostra – Técnica de Calcinação

Foram selecionadas cinco marcas de diferentes alimentos com quantidades de ferro expressivos, o requisito era estar na fase sólida respectivamente A, B, C, D, E. Nessa etapa os alunos mostraram sua habilidade nas aulas práticas, não apresentaram nenhuma dificuldade no manuseio das vidrarias e dos equipamentos e materiais que foram necessários para a realização do experimento.

O aluno A pergunta:

*“A mufla é utilizada para calcinação como fonte de determinação de metais pesados em amostras, pois toda matéria orgânica evapora e só sobra os metais. Professora está certo pensar assim?”.*

Segundo MILLER (1998) uma das evidências da alfabetização é quando o aluno entende o processo ou a natureza das questões científicas

#### 4.2.10 Tratamento de dados – comparação com tabela nutricional

Nessa etapa os alunos conseguiram relacionar as informações e hipóteses já levantadas ao longo da pesquisa, tiveram um raciocínio lógico e conseguiram fazer as transformações de unidades necessárias para identificação dos dados obtidos, segundo SASSERON (2008) esses acontecimentos o que evidenciam a alfabetização científica

Os valores de absorbância obtidos para cada grupo e a concentração de ferro de cada amostra analisada, e que foi calculada a partir da equação obtida na etapa anterior, estão mostrados nas Tabelas 4.4 e 4.5.

*Tabela 4.4- Valores de concentração calculada para cada amostra*

GRUPOS	[Fe] ppm
I	16,1
II	20
III	8,7
IV	19,0
V	17,5

*Tabela 4.5-* Conversão de unidades para os valores de concentração encontrados por grupo

Grupo	ppm	mg/Kg	mg/100g
I	16,1	161	16,1
II	20	200	20
III	8,7	87	8,7
IV	19,0	190	19,0
V	17,5	175	17,5

Nesta etapa, os alunos tentaram associar a amostra com que trabalharam durante as últimas aulas, com as amostras dos produtos por eles escolhidos.

A tabela 4.6 listas a concentração de ferro presente em 100g de cada alimento, e a identificação da amostra.

*Tabela 4.6-* Concentração de ferro presente em 100g de cada alimento, e a identificação da amostra correspondente

Código da amostra	Alimento	[Fe] mg/100g de amostra
A	Mingau de arroz®	15,5
B	Leite Ninho®	20,0
C	Farinha Láctea®	9,0
D	Sustagen®	19,7
E	Mingau de Sabor®	17,6

Considerando os valores para concentração de ferro nos alimentos analisados pelos grupos, apresentados na Tabela 4.7, que faz a comparação entre os valores de concentração de Ferro (em 100 g de amostra) encontrado pelos alunos, e o valor de referência (retirado da informação nutricional de cada alimento, Anexo A), todos os grupos conseguiram fazer a identificação do alimento analisado. Entretanto, observaram que os valores para concentração de referência são muito próximos, por exemplo, entre a amostra B e D, e que, provavelmente, o erro envolvido na análise é muito maior do que a diferença entre estas concentrações, porém sendo possível identificar a amostra por meio de uma análise organoléptica. Para identificação correta das amostras, os alunos utilizaram também outros fatores, como, por exemplo o aspecto físico da amostra.

*Tabela 4.7-* Comparação entre os valores de concentração de ferro (em 100 g de amostra) encontrado pelos alunos, e o valor de referência (retirado da informação nutricional de cada alimento, Anexo A) para cada amostra identificada.

<b>Grupos</b>	<b>Amostras valores de referência em mg/100g de amostra</b>	<b>Concentração mg/100g de amostra</b>
<b>I</b>	<b>15,5</b>	16,1
<b>II</b>	<b>20</b>	20
<b>III</b>	<b>9</b>	8,7
<b>IV</b>	<b>19,7</b>	19,0
<b>V</b>	<b>17,6</b>	17,5

Os valores de referência ficaram próximos ao encontrado pelos grupos. Esta etapa de ensino por descoberta cumpre com seu papel de estimular a curiosidade dos alunos, motivando-os a entender mais sobre o método como um todo, e a realizar o procedimento com maior cuidado.

Grupo I: a amostra deles apresentou o valor de 16,1mg/L. Quando eles conferiram o valor com a referência afirmaram que estavam analisando o mingau de arroz da Nutrimental, observaram também que era bem parecido com o alimento que estava na embalagem em relação à cor e granulação.

Grupo II: O valor da concentração foi igual ao do Leite Ninho que era a amostra B. A aluna Aline disse: “Eu sabia que era o leite ninho, por causa da textura e da cor”. Essa aluna faz estágio na Nestle em São José do Rio Pardo no Laboratório de Controle de Qualidade.

Grupo III: O resultado do grupo foi 8,7 mg/100g, o valor mais baixo encontrado. Os alunos do grupo responsáveis em analisar essa amostra, ao longo da análise comentaram que ao adicionar a fenantrolina a coloração do balão em relação a dos outros grupos foi a menos intensa, então já esperavam que sua amostra tivesse a menor concentração de ferro.

Grupo IV: O valor encontrado da concentração de ferro foi 19,2 mg/L. Ao fazer a comparação na tabela com a amostra D, sem muita dúvida disseram que a amostra se referia a Sustagem. O aluno G disse: “Meu filho aos três anos de idade foi constatado com problemas de peso e anemia, o médico pediu para inserir na sua alimentação esse suplemento, porque era fonte de vitaminas e ferro.”

Disseram também, que mesmo com um valor de concentração próximo do leite Ninho, sabiam que não poderia ser, porque a amostra não tinha coloração amarelada pertencente ao leite Ninho.

Grupo V: O valor da concentração foi 17,5mg/L. Ao analisarem o produto verificaram que se tratava da amostra E que era do Mingau de sabor, com tudo antes de realizarem o experimento verificaram que o aroma do produto era referente a frutas e quando pegaram a embalagem puderam confirmar o resultado. O aluno B disse: “O valor encontrado está muito próximo com o do mingau sabor frutas”.

#### 4.2.11 Questionário Final (Apêndice G)

Nesta etapa, 25 alunos responderam ao questionário final.

As questões 1 e 2 tratam dos conceitos básicos sobre espectrofotometria. Na análise das respostas dadas, esperava-se que, após a atividade investigativa, a maioria dos alunos as respondessem de forma correta e, apesar da quantidade de acertos ser igual a obtida nas mesmas questões no questionário F, após a atividade investigativa fosse mais completa em relação aos questionários anteriores. A Figura 4.20 mostra os acertos de cada uma destas questões.

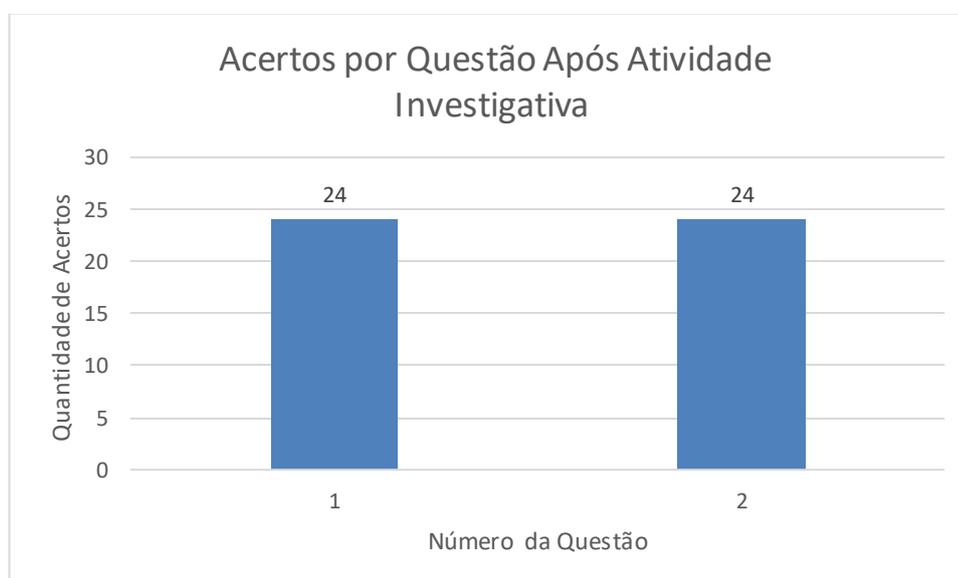
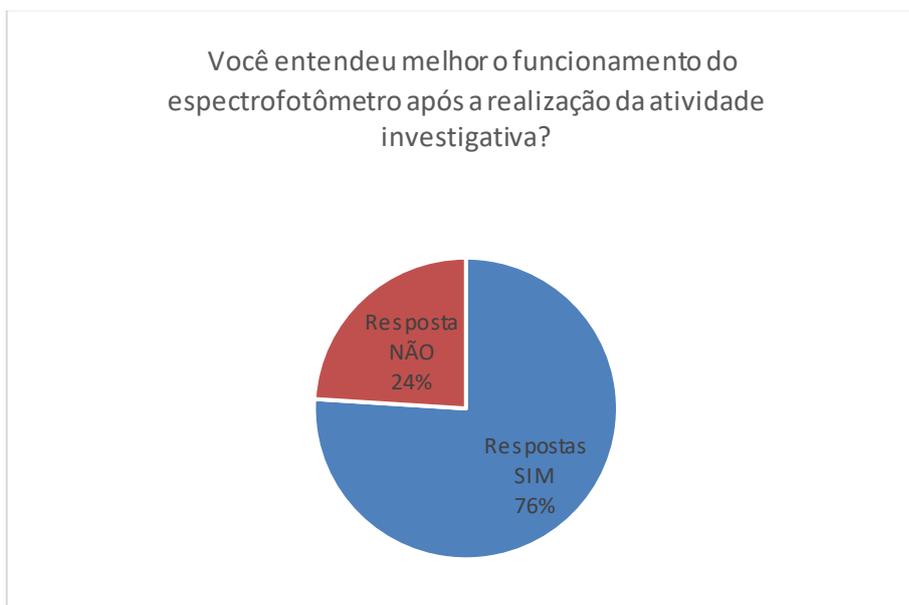


Figura 4.20 - Acertos referentes às questões 1 e 2.

Conforme esperado, a maioria dos alunos respondeu corretamente, e as respostas, em sua maioria, tiveram maior rigor ao apresentar conceitos se comparadas às repostas dos questionários anteriores. A avaliação positiva das

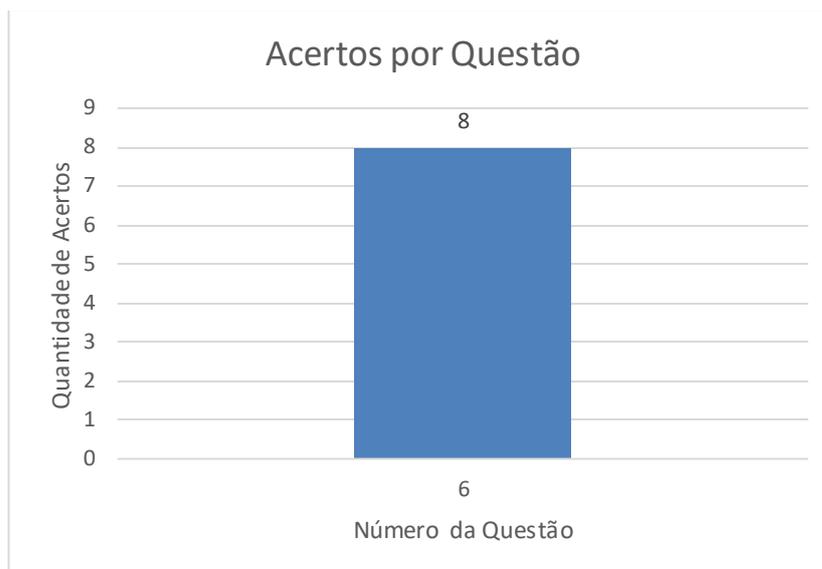
repostas destas duas questões mostra que o trabalho foi eficaz nos conteúdos apresentados aos alunos.

A questão 5 mede a opinião dos alunos participantes sobre a atividade investigativa, com relação ao manuseio e funcionamento do espectrofotômetro. Conforme apresentado na Figura 4.21 a maioria (76%) dos alunos avaliou a atividade investigativa como positiva no seu aprendizado.



*Figura 4.21 - Respostas à questão 5, questionário após atividade investigativa.*

A questão 6 tinha como finalidade analisar se os alunos conseguiram relacionar o funcionamento do método com a infinidade de amostras que poderiam estar disponíveis para análise. Trata-se de uma questão difícil de ser assimilada por alunos que estão em seu primeiro contato com técnicas de análise, pois eles percebiam que o método não será aplicável a muitas delas, sem antes terem presenciado esta questão. Apesar de ser uma questão considerada difícil à turma a que foi aplicada, alguns alunos responderam corretamente, conforme representado no Figura 4.22 mostra que a atividade também teve sucesso em promover o pensamento crítico de alguns alunos.



*Figura 4.22 Análise das respostas dadas à questão 6, questionário após atividade investigativa.*

As demais questões eram de questões pessoais, e visavam analisar como os alunos se envolveram com a atividade, e se percebem a importância e presença das análises químicas em seu cotidiano, como na indústria de alimentos, onde alguns alunos trabalhavam no controle de qualidade.

Observou-se que os alunos notaram a presença das análises espectrofotométricas em seu cotidiano, por exemplo, muitos citaram que a técnica é utilizada nas indústrias de alimentos, principalmente no laboratório de qualidade de diversos produtos. Observou-se ainda que muitos perceberam as etapas que antecedem uma análise química, e que reconhecem sua importância no desenvolvimento da sociedade.

Na questão 8, os alunos foram questionados sobre a relação da espectrofotometria com um laboratório de controle de qualidade de uma indústria. O Aluno W que trabalha como auxiliar de produção uma indústria de alimentos disse:

*“Professora agora quando tiver outro processo interno para uma vaga no laboratório de controle de qualidade, posso participar, pois já sei verificar se o leite tem o realmente o mesmo teor de ferro da embalagem.”*

Essa fala deixa claro o êxito do trabalho, pois o aluno conseguiu compreender a importância de uma análise, assim evidenciando a alfabetização científica.

Alguns alunos reconheceram, ainda, que não se dedicaram devidamente à atividade, deixando de contribuir. Este reconhecimento, embora não devolva a estes

alunos a oportunidade perdida, é uma forma de mostrar que a atividade cumpriu com seu papel, no sentido de promover o trabalho em equipe, pois os alunos perceberam que poderiam ter aproveitado melhor as atividades propostas, e sugerem que em uma próxima atividade, se envolverão mais com as tarefas e contribuirão com o grupo.

#### **4.2.12 Avaliação Geral do projeto**

Em roda de conversa com os alunos, ao final do projeto, pediu-se que estes levantassem, oralmente, questões positivas e negativas sobre o trabalho.

Entre os pontos positivos, observou-se que o desenvolvimento do trabalho em equipe, a participação dos alunos na tomada de decisões e planejamento das etapas e a familiaridade dos alunos com o tema foram os mais citados.

Entre pontos negativos, citou-se principalmente a falta de colaboração por parte de alguns alunos, além da dificuldade maior de compreensão das publicações científicas, em comparação com aulas expositivas a que estes alunos estavam acostumados.

A falta de roteiros com o passo-a-passo das aulas práticas, desenvolvido por professor foi citada positivamente e negativamente. Alguns alunos perceberam que para os alunos se motivaram a buscar informações e que isto colaborou no aprendizado, e os tornou aptos a desenvolverem outras atividades de seu interesse em que o professor atuaria apenas como guia, como por exemplo, no trabalho de conclusão de curso. Outros alunos sentiram-se confusos e inseguros ao selecionar as fontes de informação que não fossem apontadas diretamente pelo professor.

#### **4.2.13 Elaboração de banner**

Todos os alunos em conjunto, elaboraram um banner conforme a Figura 4.23 com a metodologia e os resultados obtidos no experimento. Esse modo de apresentação assemelha-se ao realizado em congressos científicos e permite aos alunos/pesquisadores compartilharem suas experiências com outros colegas e assim vivenciar a prática de pesquisa na sua íntegra.

## ATIVIDADE INVESTIGATIVA: Determinação do teor de ferro em alimentos utilizando espectrofotometria UV-Vis

### INTRODUÇÃO

A anemia é um problema comum e acomete 30% da população mundial. Existem vários tipos de anemia, sendo a anemia ferropriva a mais comum, causada pela deficiência de ferro. Estima-se que de 27% a 50% da população seja afetada pela deficiência de ferro, principalmente em populações com menor renda e desenvolvimento. Além disso, portadores de algumas doenças são perfis de risco para anemia, por exemplo: indivíduos com doenças crônicas, como câncer, doença renal ou hepática, alterações da tireoide, doença inflamatória intestinal.

Para tratamento e prevenção da anemia ferropriva é aconselhado que o indivíduo inclua alimentos com ferro em sua alimentação, por exemplo: carnes vermelhas, vísceras, aves, peixe, carne suína, leguminosas e hortaliças verde-escuras. Alguns alimentos industrializados são enriquecidos com ferro, com o objetivo de minimizar o problema.

A espectrofotometria é uma técnica de baixo custo e de fácil operação que faz parte da classe dos métodos analíticos que baseiam-se na interação da matéria com a energia radiante, e pode ser utilizada para medir a quantidade de ferro presente em amostras.

### OBJETIVOS

Identificar amostras de alimentos fortificados com ferro, usando espectrofotometria UV-Vis, comparando a concentração encontrada com a concentração da tabela nutricional dos alimentos escolhidos.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

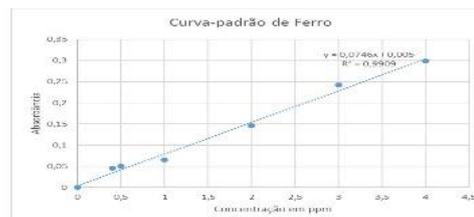
- Escolha das amostras:



- Preparação da curva analítica: Escolhemos algumas concentrações e pesamos a quantidade calculada de sulfato ferroso para cada uma delas. Analisamos todas as soluções em espectrofotômetro.
- Calcinação das amostras: as amostras foram levadas a calcinação em mufla por aproximadamente 5 horas.
- Análise das amostras em Espectrofotômetro UV-Vis: As amostras foram diluídas e depois levadas para análise em espectrofotômetro UV-Vis.

### RESULTADOS

- Curva analítica:



A curva analítica encontrada mostrou um valor de  $R^2$  de 0,99. Valor considerado ideal para o tipo de análise.

A equação da curva foi:  $y = 0,0746x + 0,005$

- Análise das amostras

Grupos	referência em mg/100g de amostra	Concentração mg/100g de amostra
I (A)	15,5	16,1
II (B)	20	20,0
III (C)	9	8,7
IV (D)	19,67	19,0
V (E)	17,61	17,5

### CONCLUSÃO

Concluímos que foi possível identificar as amostras utilizadas no experimento:

A: Mingau de arroz, B: Leite Ninho, C: Farinha Láctea, D: Sustagen, E: Mingau de Sabor.

### REFERÊNCIAS

<https://vivabem.uol.com.br/noticias/redacao/2019/07/09/anemia-quais-as-causas-sintomas-e-como-tratar-o-problema.htm>

<http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/1060198/LOQ4001/EspectrofotometriaUV.vis.pdf>

Figura 4.23 - Banner com um resumo do projeto apresentado na ETEC “Professor José Rodolpho Del Guerra”.

Após a atividade investigativa foram observadas duas iniciativas dos alunos. Quando os alunos foram questionados no Trabalho de Conclusão de Curso: - O que a Ciência pode fazer para ajudar a comunidade, em que vivo? Cinco alunos tiveram a ideia de fazer um laudo sobre a qualidade da água do Rio Pardo, pois acreditavam que a população, tendo acesso à qualidade da água da sua cidade, poderia prevenir muitas doenças relacionadas ao consumo de água insalubre.

Silva (1996) diz que o ensino de Ciências tem por objetivo:

“[...] formar um indivíduo que saiba buscar o conhecimento, que tenha motivação para continuar aprendendo por si, participe ativamente de sua comunidade e contribua para o seu desenvolvimento: que seja capaz de questionar, refletir e raciocinar (seja alguém que pensa), e seja capaz de buscar soluções para problemas cotidianos, saiba comunicar-se e relacionar-se sadamente com as pessoas e que tenha respeito pela vida e pela natureza. ”

101

#### 4. LAUDO TÉCNICO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA DO RIO PARDO

ANÁLISES	METODOLOGIA	RESULTADOS
Coliformes totais	NMP/mL	(A) >1100 NMP/mL; (B) >1100 NMP/mL; (C) >1100 NMP/mL
Coliformes fecais	NMP/mL	(A) Positivo; (B) Positivo; (C) Positivo
<i>Escherichia coli</i>	NMP/mL	(A) Positivo; (B) Positivo; (C) Positivo
Acidez carbônica	Titulação	(A) 8,4 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (B) 8,4 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (C) 7 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Acidez total	Titulação	(A) 0 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (B) 4 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (C) 4 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Alcalinidade	Titulação	(A) 10 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (B) 11,5 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (C) 9,5 mg CaCO <sub>3</sub> /L
pH	pHmetro	(A) 7,0; (B) 7,31; (C) 7,29
Turbidez	Turbidímetro	(A) 0,8 NTU; (B) 0,8 NTU; (C) 0,8 NTU
Condutividade	Condutímetro	(A) 99,76 uS/cm; (B) 56,48 uS/cm; (C) 58,45 uS/cm
Dureza	Titulação	(A) 83,87 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (B) 52,06 mg CaCO <sub>3</sub> /L; (C) 58,45 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Sólidos totais	Calcinação	(A) 156 mg/L; (B) 102 mg/L; (C) 92,67 mg/L
Íons cálcio	Titulação	(A) 0,77 mg/L; (B) 0,37 mg/L; (C) 0,42 mg/L
Cloretos	Titulação	(A) 12,59 mg/L; (B) 19,20 mg/L; (C) 11,57 mg/L

TABELA 11: ANÁLISES REALIZADAS ÁGUA DO RIO PARDO

*Figura 4.24 - Trabalho de conclusão de curso dos alunos da Etec “Prof. Rodolpho José Del Guerra” SJRP, dezembro de 2019.*

Um grupo pesquisou dados sobre a água e apresentou o laudo da Figura 4.24 e chegou à seguinte conclusão:

“De acordo com os itens da Portaria no 518 de 25 de março de 2004, que determina os parâmetros aceitáveis para definição da potabilidade de águas, os valores encontrados nas análises de qualidade da água do Rio Pardo

não se encaixam, portando conclui-se de fato que tal água não é apropriada para o consumo humano, sem tratamento prévio. As análises constataram a presença de coliformes fecais e *Escherichia coli* em todos os pontos de coleta, isso indica uma contaminação de risco para vida humana na área, tendo em vista que o *E. coli* é uma bactéria que causa várias doenças, desde as mais simples até as que apresentam mais riscos, como a diverticulite e pneumonia”

Um outro grupo de alunos que participou da atividade investigativa, apresentou o banner aos alunos do 2º Etim de Química, esses motivados, resolveram, na aula Química Ambiental, fazer um viveiro com rúcula e couve (Figura 4.25) para aumentar o teor de ferro, na dieta dos alunos da escola, mostrando o potencial de motivar e alfabetizar cientificamente os estudantes (Figura 4.26).



*Figura 4.25 - Viveiro preparado por alunos.*



*Figura 4.26 - Viveiro e utilização das hortaliças*

## CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os dados do Pisa 2018, se torna clara a necessidade da alfabetização científica. Essa habilita o estudante a ser um cidadão crítico, sendo capaz de identificar e resolver os problemas de sua comunidade, sabendo buscar informações confiáveis em artigos científicos pertinentes a cada problema. Com isso, torna-se evidente a importância da Ciência na formação do estudante técnico em Química, pois o conhecimento será a base para resolução de problemas, no âmbito ambiental, saúde pública entre outros.

Ao longo do trabalho os alunos foram orientados e estimulados na compreensão dos conceitos de fenômenos científicos. No início da metodologia os alunos tiveram o primeiro contato com artigos científicos, quando foi observado que houve uma leitura crítica, onde os alunos conseguiam retirar do texto as informações necessárias para responder o questionário que lhes foi entregue. Segundo SASSERON (2008), quando o aluno demonstra a habilidade de fazer uma leitura crítica, em informações confiáveis isso demonstra que ele está sendo alfabetizado cientificamente.

A segunda etapa foi constituída de aulas teóricas, ministrada por professores convidados, na qual os alunos aprenderam o funcionamento de um espectrofotômetro, a importância do comprimento de onda e conceito de transmitância e absorvância, dentre outros conteúdos necessários para a análise proposta. Nessa etapa os alunos questionaram os professores sobre a importância do espectrofotômetro dentro da indústria alimentícia e conseguiram relacionar a teoria com a atividade industrial. Assim fica evidente que para eles, houve correlação do conteúdo ministrado com cotidiano de um laboratório de controle de qualidade. Depois do término da etapa, os alunos foram submetidos ao questionário intermediário, e com as respostas obtidas foi possível à pesquisadora evidenciar a aquisição e compreensão dos conceitos científicos apresentados.

Na próxima etapa os alunos foram levados ao laboratório de informática para pesquisar a metodologia da determinação da curva padrão do ferro e a da reação da orto-fenantrolina, para a identificação do teor de ferro nos alimentos. Uma vez que os alunos possuem e reconhecem as fontes válidas de informações, foi possível, em debate, a escolha do artigo que melhor atendesse a sua pesquisa. O que corrobora com SASSERON (2008), no que tange a capacidade do aluno em organizar as

informações sobre o problema investigado o que é uma evidência de alfabetização científica.

A etapa seguinte apresentou atividades práticas em laboratório, onde os alunos já tinham uma habilidade no manuseio dos reagentes e equipamentos necessários. Por se tratar de um curso técnico em química, a metodologia era muito trabalhosa e requeria muita exatidão. A dificuldade nessa etapa foi com relação aos reagentes, muitos estavam vencidos e/ou contaminados, sendo necessária a substituição, que não estava prevista no orçamento.

Um dos principais pontos críticos do trabalho foi a leitura da absorbância da amostra pois a mesma não se enquadrava na curva padrão. Dessa maneira os alunos perceberam que havia um erro na parte experimental, portanto eram impossibilitados em determinar a concentração da amostra. O entendimento do processo realizado também é caracterizado como evidência de alfabetização científica (MILLER,1998). A criticidade estimulada em discussões entre a professora e os alunos e as atitudes dos alunos quanto aos questionamentos, os levaram a solicitar auxílio ao professor de matemática e procurar em matérias didáticos diferentes para, então, chegaram à conclusão que a equação da reta da curva padrão lhes indicaria a concentração da sua amostra. Outro ponto crítico aconteceu quando os alunos tiveram dificuldades na transformação de unidades, assim, que mais uma vez, recorreram aos artigos científicos. A capacidade de raciocínio lógico indica que os alunos estão compreendendo os dados coletados o que também é um indicador da alfabetização científica.

Na etapa em que os alunos deveriam reconhecer os alimentos que eles analisaram, o ponto crítico foi na transformação de unidade. Eles tinham a unidade do espectrofotômetro e a unidade da embalagem, recorreram mais uma vez ao professor de Matemática e buscaram as informações confiáveis necessárias. Foi muito importante nessa identificação, a vivência profissional e pessoal dos alunos, que foram capazes de relacionar a pesquisa com seu cotidiano, evidenciando a alfabetização segundo CHASSO(2010).

Como etapa final da metodologia adotada, os alunos elaboraram um banner e apresentaram para comunidade escolar, nas dependências da instituição. Os alunos do 2º Etim de Química, motivados pela iniciativa, nas aulas de Química Ambiental construíram um viveiro, onde plantaram algumas hortaliças ricas em ferro e doaram para a cozinha da escola, aumentando assim o teor de ferro na dieta dos

alunos. Isso mostra que trabalho despertou nos outros alunos a importância do ferro na alimentação e a preocupação com a coletividade.

Com a análise dos questionários aplicados, durante todo o desenvolvimento deste projeto, foi possível avaliar que este teve impacto positivo no aprendizado dos temas de Química dos Alimentos e Análise Química Instrumental, havendo, também, reforçados conceitos aprendidos nas disciplinas de Química Analítica Qualitativa e Química Analítica Quantitativa, necessários à formação de Técnico em Química, e de grande importância e recorrência no exercício da profissão.

A análise dos questionários em conjunto com a observação direta possibilitou identificar as principais fragilidades da turma participante: ciências exatas e redação científica. Tais fragilidades poderiam ter sido trabalhadas com maior dedicação se percebidas no início da formação destes alunos, embora tenham sido incentivadas e promovidas as condições para que os alunos aperfeiçoassem estas vulnerabilidades. Neste ponto, a observação direta e a conversa com os alunos foram de importância ímpar para perceber que muitas vezes, o que seria julgado como equívoco nos conceitos aprendidos se tratava, na verdade, de falta de habilidade na escrita.

Ainda na observação direta, e também evidenciada nas respostas de alguns itens dos questionários, percebeu-se que a atividade desenvolvida estimulou a curiosidade dos alunos participantes sobre o tema em questão, possibilitando que estes alunos associassem os conhecimentos obtidos, no decorrer do curso Técnico em Química, com a resolução de problemas de seu cotidiano, desenvolvendo, ainda a capacidade de colaboração mútua entre os colegas de sala, e reconhecimento de habilidades e fragilidades individuais.

A pesquisa foi realizada no terceiro período do curso Técnico em Química. No período seguinte os alunos teriam que desenvolver o trabalho de conclusão de curso. Um grupo motivado pelo trabalho resolveu fazer uma análise da água, pois assim poderiam prevenir muitas doenças relacionadas ao consumo de água insalubre, se caso essa estivesse contaminada. Segundo CHASSOT (2018) quando os professores são capazes de envolver os alunos em discussões dos problemas que são mais próximos, esses estarão prontos para se transformar em pessoas mais críticas e serão responsáveis pela construção de uma sociedade com menos desigualdades. É importante saber dos problemas ambientais que acontecem em regiões do mundo, mas isto se torna mais significativo para o ensino de ciência quando o aluno consegue perceber os problemas que estão a seu redor.

A pesquisa fez com que grande parte dos alunos entendesse o impacto da Ciência e da Tecnologia nos indivíduos e na sociedade, o que MILLER (1998) também entende como uma evidência de alfabetização científica.

A sequência elaborada para as aulas propostas e o conteúdo apresentado foram satisfatórios e eficazes para uma boa alfabetização científica, tornando os estudantes aptos à orientação que serão submetidos como Técnicos em Química, no mercado de trabalho. A proposta de trabalho para este conteúdo foi significativa, composto de formas metodológicas diversificadas e pode servir de orientação para outros professores que se proponham a formar cidadãos capazes de ajudar, orientar e modificar o mundo. Por fim conclui-se que o projeto desenvolvido atingiu seus objetivos, alfabetizando cientificamente a maioria dos participantes, corroborando com seu desenvolvimento social, intelectual e científico.

A pesquisadora, ao realizar e concluir esse presente trabalho pode afirmar que seu desempenho profissional como educadora atuante em um curso Técnico em Química teve uma mudança significativa no entendimento de que propor aos alunos temas que se relacionam com o seu cotidiano transformam seu desempenho e propiciam a alfabetização científica.

## REFERÊNCIAS

- AULER, D. e DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê? Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, junho, 2001.
- AZEVEDO, C. D.; D. B., S. M., 2010. Perfil nutricional, dietético e qualidade de vida de pacientes em tratamento quimioterápico ConScientia e Saúde, vol. 10, núm. 1, pp. 23-30, 2011.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências- Unindo a pesquisa e a prática. Thomson, 2004.
- BANCHI, H.; BELL, R. Inquiry comes in various forms. Science an Children. V. 27, p. 26-29, 2008.
- BARBOSA e MOURA, 2013. Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago, 2013.
- BRANDI, A.T.E.; GURGEL, C.M.A. A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação. Ciência & Educação, v.8, n.1, 113-125, 2002.
- CALABRICH, A.F.C. *et al*, 2010. Deficiência de ferro no paciente com câncer. Revista Brasileira de hematologia e hemoterapia, 2010.
- CARVALHO, A. M. P. et. al. El, papel de las actividades em la construcción del conocimiento em clase. Investigación em la Escuela, (25), p.60-70, 1995.
- CARVALHO, A.M.P.; TINOCO, S.C. O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In: Catani, D.B. e Vicentini, P.P., (Orgs.). Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Escrituras, 2006.
- CARVALHO, A.M.P.; SASSERON, L.H, Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77. Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica. Faculdade de educação - Universidade de São Paulo, 2011.
- CHASSOT, A. Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação, Ijuí, Editora da Unijuí, 2000.
- DALMORO, Aze, Catana; Morelo Dal Bosco, Simone. Perfil nutricional, dietético e qualidade de vida de pacientes em tratamento quimioterápico ConScientiae Saúde, vol. 10, núm. 1, 2011, pp. 23-30
- DIESEL et al, 2017. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. Revista Thema, Volume 14, Nº 1, 2017.
- FREIRE, Paulo. A importância do ato de ler: em três artigos que se completam. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 1989.

- FREIRE, Paulo. Educação como prática de liberdade. São Paulo: Paz e Terra, 1980.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, 37-50, 2001.
- MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física, trabalho apresentado no XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís, 2007.
- MARCONDES, M. E. R.; GAIA, A. M.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; SANTOS, M.C.A.; SALES, M. G. P.; OLIVEIRA JR, M. M.; CARMO, M.P; SUART, R. C.; MARTORANO, S.A.A. Atividades Experimentais de Química do Ensino Médio: reflexões e propostas. São Paulo: SEE/CENP,2009.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004. Dicas de Saúde – Anemia. Disponível em : <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/69anemia.html>. Último acesso em: 01-09-2019.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013. Programa Nacional de Suplementação de Ferro Manual de Condutas Gerais. Saúde de Ferro – Programa Nacional de Suplementação de Ferro. Brasília – DF, 2013.
- MORAN, 2013. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Disponível em: [www2.eca.usp.br/moran](http://www2.eca.usp.br/moran). Último Acesso em: 28/08/2019.
- MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. A Linguagem em uma Aula de Ciências, Presença Pedagógica, v.2, n.11, 49-57,1996.
- OMS, 1975. Lucha contra la anemia nutricional, especialmente contra la carência de hierro. Informe de una reunión mista ADI/OIEA/OMS. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 1975.
- PAIVA et al, 2016. Metodologias Ativas de Ensino Aprendizagem: Revisão integrativa. SANARE, Sobral - V.15 n.02, p.145-153, Jun./Dez. – 2016.
- ROCHA, F. R. P.; TEIXEIRA, L. S. G, 2004. Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS. Quim. Nova, Vol. 27, No. 5, 807-812, 2004.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências, Ciência & Educação, v.7, n.1, 95-111,2001.
- SILVA, M. R. Alfabetização: pressupostos para a formação do professor. In: Silva, M. R. (Org.). Ciências: formação de professores e ensino nas séries iniciais. Toledo: T., v.5, 1996.
- SOARES. Magda. Letramento: um tema em três gêneros. 2ª ed., 8 reimpr. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- SOUZA, L. S.; AKAHOSHI, L.H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M.P. Experimentação no Ensino de Química. São Paulo: CTP, 2013.

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8 (2), 2008. Disponível em: . Acesso em 19/04/2018.

UNICEF e WHO, 1999. Prevention and Control of Iron Deficiency Anaemia in Women and Children. Geneva, Switzerland. 3-5 February, 1999.

UNISC - A Universidade de Santa Cruz do Sul. Grupo de pesquisa em Quimiometria é premiado no Uruguai, 2016. Disponível em: . Acesso em: 01/05/2018.

ZABALA, A.; ARNAU, L., 2010. Como aprender e ensinar competências. Porto Alegre: Artmed, 2010.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A



#### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Universidade Federal de São Carlos

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução 466/2012 do CNS)

#### QUÍMICA EXPERIMENTAL: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA DO TEOR DE FERRO EM ALIMENTOS POR ESPECTROFOTOMETRIA

Eu, Estela de Lima Dias, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar convido seu filho (a) a participar da pesquisa “Química Experimental: Uma abordagem investigativa do teor de ferro em alimentos por espectrofotometria” sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karina Omuro Lupetti.

O motivo que nos leva a estudar o assunto é o fato da alfabetização científica ser uma das formas de desenvolver no aluno o domínio para lidar com as informações vindas de diversas fontes e permitir fazer uma leitura de mundo, como forma de melhorar seu desenvolvimento crítico, pautado na observação, questionamento, elaboração de hipóteses e pesquisa. Com esta pesquisa, pretende-se colocar o aluno em situação de realização de pesquisa, desenvolvendo suas competências, atitudes e valores, sendo o professor um guia. Espera-se que ao final da atividade, os alunos saibam resolver questionamentos que surgirem nas atividades profissionais de um técnico em química. O objetivo desse projeto é estimular nos alunos a alfabetização científica, por meio da abordagem investigativa. Os procedimentos de coleta de dados serão a observação e registro das ações e falas durante a participação na atividade investigativa e questionários escritos sobre o que foi aprendido em cada etapa da atividade. Os dados serão coletados ao longo da atividade por meio de registro escrito dos alunos.

Durante a atividade investigativa pode ocorrer desconforto e risco mínimo para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo estes praticamente os mesmos possíveis durante o decorrer do curso de Técnico em Química: desconfortos físicos causados pela manipulação de equipamentos para aquecimento, materiais cortantes, além do alimento estudado poder causar alergias e intolerâncias a pessoas já predispostas. A qualquer

momento, seu (sua) filho (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. As atividades de manipulação de materiais de laboratório, assim como o preenchimento de questionários são voluntárias, cabendo ao aluno negar-se de fazê-lo a qualquer momento. Reitera-se que sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo educacional.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, será mediante a autorização dos responsáveis, ou a eles serão atribuídos nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Também solicito sua autorização para a gravação das participações do seu filho em áudio e vídeo das atividades propostas no decorrer da pesquisa. As gravações realizadas durante as aulas e entre os grupos serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenham mais fidedignas possível. Depois de transcritas serão apresentadas aos participantes, para a validação das informações.

Esclareço que essa pesquisa não prevê qualquer gasto aos participantes.

O Sr. (a) receberá uma via deste termo constando o telefone, o endereço pessoal e o e-mail do professor pesquisador, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação de seu filho a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a participação de seu filho na pesquisa poderá comunicar-se por telefone ou pessoalmente na escola às quintas-feiras, das 14h às 17h.

---

Estela de Lima Dias

Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP

UFSCar – Departamento de Química

Fone:(19) 996305019 e-mails: estela.limadias@yahoo.com.br

**Declaro que entendi os objetivos e os benefícios atuais e futuros da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e, portanto, eu concordo com sua participação.**

Local e data: \_\_\_\_\_

Nome do participante da pesquisa: \_\_\_\_\_

Número e tipo de documento de identificação: \_\_\_\_\_

Assinatura do Responsável Legal do participante: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE B**

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Departamento de Química  
Programa de Pós-Graduação em Química  
Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos –  
SP – Brasil

**TERMO DE ASSENTIMENTO**

Dados de identificação

Título do Projeto: “QUÍMICA EXPERIMENTAL: UMA ABORDAGEM  
INVESTIGATIVA DO TEOR DE FERRO EM ALIMENTOS POR  
ESPECTROFOTOMETRIA”

Pesquisador Responsável: Estela de Lima Dias

Telefones para contato: (19) 996305019

E-mail: estela.limadias@yahoo.com.br

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ R.G.: \_\_\_\_\_

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Leia cuidadosamente o que segue e me questione sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

Declaro ter sido esclarecido (a) sobre os seguintes pontos:

1. O motivo que nos leva a estudar o assunto é o fato da alfabetização científica ser uma das formas de desenvolver no aluno o domínio para lidar com as informações vindas de diversas fontes e permitir fazer uma leitura de mundo, como forma de melhorar seu desenvolvimento crítico, pautado na observação, questionamento, elaboração de hipóteses e pesquisa

2. Ao fazer parte deste trabalho estarei contribuindo para a comprovação da eficácia da técnica utilizada como estratégia didática diferenciada na disciplina de Análise Química Instrumental e Análise Química dos Alimentos.

3. A minha participação nesse projeto prevê a atuação direta durante as etapas de elaboração e execução dos experimentos no laboratório de química experimental e salas de aula pelo pesquisador, bem como, a cooperação durante o preenchimento do questionário sobre a técnica em estudo. Serão 40 aulas de 50 minutos, totalizando uma carga horária de 33 horas e 20 minutos.

Durante a atividade investigativa pode ocorrer desconforto e risco mínimo para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo estes praticamente os mesmos possíveis durante o decorrer do curso de Técnico em Química: desconfortos físicos causados pela manipulação de equipamentos para aquecimento, materiais cortantes, além do alimento estudado poder causar alergias e intolerâncias a pessoas já predispostas. A qualquer momento, você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. As atividades de manipulação de materiais de laboratório, assim como o preenchimento de questionários são voluntárias, cabendo a você negar-se de fazê-lo a qualquer momento. Reitera-se que sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo educacional.

4. As atividades previstas não provocarão danos físicos, morais, financeiros ou religiosos, nem influências em relação aos critérios avaliativos nas disciplinas de Análise Química Instrumental e Análise Química dos Alimentos. No caso de sentir algum desconforto emocional durante o período da pesquisa serei acolhido e orientado pelo pesquisador que me esclarecerá sobre os benefícios de minha participação e, se necessário, serei encaminhado para orientação especializada (Orientadora Educacional e Psicóloga). O pesquisador se portará com objetividade e respeito aos meus pontos de vista, durante o período de avaliação da técnica de Química experimental: uma abordagem investigativa do teor de ferro em alimentos por espectrofotometria na disciplina de Análise Química Instrumental e Análise Química dos Alimentos.

5. Não terei nenhuma despesa ao participar deste estudo.

6. Poderei deixar de participar do estudo a qualquer momento, sem qualquer penalidade.

7. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade e, se desejar, deverei ser informado dos resultados dessa pesquisa.

Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos poderá entrar em contato com a equipe científica pelo telefone (19) 996305019 ou por e-mail: [estela.limadias@yahoo.com.br](mailto:estela.limadias@yahoo.com.br)

O receberá uma via deste termo constando o telefone, o endereço pessoal e o e-mail do professor pesquisador, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação sua a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a participação de seu filho na pesquisa poderá comunicar-se por telefone ou pessoalmente na escola às quintas-feiras, das 14h às 17h.

Diante dos esclarecimentos prestados, concordo em participar do estudo: de Química experimental: uma abordagem investigativa do teor de ferro em alimentos por espectrofotometria.

Declaro que entendi os objetivos e os benefícios atuais e futuros da minha participação na pesquisa, e, portanto, eu concordo em participar.

Local e data: \_\_\_\_\_

Nome do participante da pesquisa: \_\_\_\_\_

Número e tipo de documento de identificação: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE C****Questionamentos (diagnóstico) sobre as concepções prévias dos alunos sobre o tema Espectrofotometria**

Como parte da minha pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre *Espectrofotometria*. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1). Você sabe o que é Espectrofotometria?

Sim ( )                      Não ( )

2). Você já utilizou um espectrofotômetro?

Sim ( )                      Não ( )

3). Quais são os principais componentes de um espectrofotômetro?

4) O que é um fóton? De que forma o fóton está relacionado à espectrofotometria?

5) Todas as espécies químicas podem ser analisadas por espectrofotometria? Por quê?

6). Você já ouviu falar da lei de Beer-Lambert? Descreva-a, resumidamente.

7). Você sabe o que é um espectro eletromagnético?

Sim ( )                      Não ( )

## APÊNDICE D

### Questionamentos (diagnóstico) sobre as concepções prévias dos alunos sobre o tema Química dos alimentos

Como parte da minha pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre *Química dos alimentos*. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- 1). De quais elementos químicos os alimentos são constituídos, principalmente?
- 2). O que são macronutrientes e micronutrientes?
- 3). O ferro é um macronutriente ou um micronutriente?
- 4). Você sabe qual o principal problema causado por deficiência de Ferro no organismo humano? Explique
- 5). Quais alimentos são ricos em ferro?
- 6). O que é o ferro? Em quais formas ele é encontrado nos alimentos?

## APÊNDICE E

### Questionamentos (diagnóstico) sobre as concepções prévias dos alunos sobre o tema Preparo e Diluição de soluções

Como parte da minha pesquisa, gostaria de saber seus conhecimentos sobre *Preparo e diluição de soluções*. Conto com sua colaboração, respondendo às perguntas a seguir:

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- 1). O que é uma solução?
- 2). Qual é a forma de se preparar uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de NaCl em água? Explique todas as etapas, citando as vidrarias e equipamentos utilizados, além dos cálculos. Dado: MM NaCl = 58,4 g/mol.
- 3). Transforme a concentração  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de NaCl em  $\text{g L}^{-1}$ .
- 4). Partindo de 500 mL de uma solução contendo um analito X, a  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , de qual forma pode-se fazer soluções, de 25 mL cada, com as seguintes concentrações:
  - a)  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ ;
  - b)  $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ ;
  - c)  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ;
  - d)  $0,8 \text{ mol L}^{-1}$

## APÊNDICE F

### **Questionamentos (diagnóstico) sobre o Ferro, após pesquisa em Artigos Científicos.**

Como parte da minha pesquisa gostaria de saber seus conhecimentos sobre Espectrofotometria. Conto com sua colaboração respondendo às perguntas a seguir:

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- 1) O que é anemia? Quais as suas principais causas?
- 2) A alimentação inadequada é a única causa de anemia?
- 3) De que forma a alimentação balanceada pode reduzir a ocorrência de anemia?
- 4) Alimentos industrializados podem diminuir a ocorrência de anemia? Se sim, quais?
- 5) Em quais casos a alimentação balanceada não reduz a ocorrência de anemia?
- 6) Quais alimentos são ricos em ferro? Há diferença entre eles, se forem consumidos para prevenir a ocorrência de anemia?

## APÊNDICE G

### **Questionamentos sobre o tema Espectrofotometria na perspectiva de Ensino Por Pesquisa (EPP) orientados pelo professor (orientações passadas para os grupos de alunos)**

**Observação:** Durante a pesquisa procure encontrar vídeos, livros e artigos que envolvam o tema em estudo e conte sempre com as orientações do professor.

- 1) O que é a espectrofotometria?
- 2) O que é um espectro eletromagnético?
- 3) Qual a faixa de comprimento de onda da luz visível? E da luz ultravioleta?
- 4) Por que alguns compostos químicos são coloridos?
- 5) Explique as diferenças entre espectrofotômetro, fotômetro e espectrômetro.
- 6) Apenas compostos coloridos podem ser analisados por espectrofotometria? Explique.
- 7) O que são análises qualitativas e quantitativas? A espectrofotometria pode ser utilizada das duas formas?
- 8) Defina:
  - a) Transmitância:
  - b) Absorbância:
  - c) Absortividade molar:
- 9) O que um espectrofotômetro mede?
- 10) Pesquise em outros trabalhos sobre análise de Ferro qual o melhor comprimento de onda para se ajustar o espectrofotômetro. Explique a escolha feita, e sugira uma forma de confirmá-la, usando o espectrofotômetro.
- 11) O que significam os termos da equação de Beer-Lambert? Use esta equação para resolver os exercícios 12 e 13.

- 12) A absorvância de uma solução  $2,31 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$  de um composto é de 0,822, no comprimento de onda de 266 nm, numa cubeta de 1 cm de caminho óptico. Calcule a absorvância molar do composto em 266 nm.
- 13) Encontre a absorvância de uma solução  $0,00240 \text{ mol L}^{-1}$  de uma substância com coeficiente de absorvância molar de  $313 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  numa cubeta de 2,00 cm de caminho óptico.
- 14) A lei de Beer-Lambert é válida para amostras de quaisquer concentrações? Como verificar, na prática?
- 15) Qual é a forma correta de manusear a cubeta que será usada na análise? Ela pode conter riscos?

## APÊNDICE H

### **Questionamentos (diagnóstico) sobre as concepções dos alunos em relação ao tema Espectrofotometria/ Análises Químicas, após a Atividade Investigativa**

Como parte da minha pesquisa gostaria de saber seus conhecimentos sobre Espectrofotometria. Conto com sua colaboração respondendo às perguntas a seguir:

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- 1) O que é a espectrofotometria?
- 2) O que é um espectro eletromagnético?
- 3) Suponha que você precisa determinar a quantidade de um composto qualquer em uma amostra. Quais são as etapas que você fará antes de iniciar o experimento?
- 4) Cite os principais erros que podem ter acontecido na atividade investigativa “Análise do teor de ferro com espectrofotometria UV em alimentos”, e sugira uma forma de corrigi-los.
- 5) Você entendeu melhor o funcionamento do espectrofotômetro após a realização da atividade investigativa?  
  
( ) Sim      ( ) Não
- 6) O que um espectrofotômetro mede? Ele pode ser utilizado para análise de qualquer material?
- 7) Como a espectrometria está presente no seu cotidiano?
- 8) Faça uma relação da espectrofotometria com um laboratório de controle de qualidade de uma indústria.

## APÊNDICE I

### Risco do projeto: Laboratório de química.

#### RISCOS RELACIONADOS AOS PRODUTOS QUÍMICOS

a) **Por inalação:** constitui a principal via de intoxicação. A absorção de gases, vapores, poeiras e aerossóis pelos pulmões e a sua distribuição pelo sangue, que os leva às diversas partes do corpo, é extremamente facilitada pela elevada superfície dos alvéolos pulmonares. A equivocada cultura de que “laboratórios têm naturalmente odor de produtos químicos” com frequência leva a atitudes negligentes, provocando efeitos crônicos à saúde, com danos muitas vezes permanentes ou irreversíveis.

b) **Por absorção cutânea:** a pele e a gordura protetora são barreiras bastante efetivas, sendo poucas as substâncias que podem ser absorvidas em quantidades perigosas. Os efeitos mais comuns da ação de substâncias químicas sobre a pele são as irritações superficiais e sensibilizações decorrentes da combinação do contaminante com as proteínas. Como decorrência destes fatos, o agente químico pode penetrar pela pele, atingindo a corrente sanguínea. Neste sentido é necessário especial cuidado quando houver danos à integridade da pele – feridas expostas devem ser devidamente protegidas.

#### **Medidas relativas à proteção individual:**

Abaixo estão listados alguns equipamentos de proteção individual (EPI). Equipamento de proteção individual é todo dispositivo de uso individual destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. Deve ser usado apenas para a finalidade a qual se destina e não deve ser usado fora do ambiente no qual seu uso está previsto (fora do laboratório, no nosso caso):

- Aventais longos, com mangas compridas, protegendo ao máximo o corpo e a roupa contra respingos.
- Óculos de segurança
- Luvas descartáveis de plástico ou cirúrgicas, para manuseio de amostras contaminadas.
- Luvas descartáveis de nitrila para contato intermitente com produtos químicos (luvas de látex são permeáveis a praticamente todos os produtos químicos).
- Luvas revestidas de amianto para trabalhar com fontes de calor.
- Luvas de raspas de couro para trabalhar com vidraria frágil.

- Luvas de borracha antiderrapantes para lavagem de vidrarias ou outros materiais frágeis onde haja riscos de queda.
- Protetor facial para operações que possam causar respingos.
- Máscara respiradora para manipulação de reagentes altamente tóxicos e voláteis.
- Aventais plastificados para lavagem de vidraria e outras operações onde haja derramamento de água.
- Calçados apropriados com solado antiderrapante e resistentes ao ataque de produtos.

OBS.: a Norma Regulamentadora 6 - NR 6 - com redação dada pela Portaria N.º 25, de 15 de outubro de 2001, publicada no DOU em 17 de outubro de 2001, estabelece as disposições relativas aos EPI. O texto completo da NR 6 encontra-se disponível no site do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE.

## APÊNDICE J



**Etec Prof. Rodolpho José Dal Guerra**

**DECLARAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

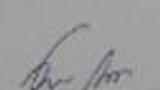
A instituição Etec Prof. Rodolpho José Dal Guerra declara que o professor Estela de Lima Dias, é docente habilitada em Química desta escola.

Reiteramos nosso interesse e solicitação em ter nossa docente, Estela de Lima Dias, como ministrante do Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de São Carlos.

Nossa expectativa é a de que esta formação venha re-enfocando os novos objetivos, desta já, colocando nossas dependências para a aplicabilidade das pesquisas resultantes dos trabalhos relativos ao Mestrado da professora.

São José do Rio Preto, 30 de novembro de 2017.

  
**Valdeci Nobrega**  
 Diretor  
**Valdeci Nobrega**  
 Diretor da Escola  
 RG 25.601.287

  
**Fabio Augusto Missura**  
 Coordenador Pedagógico  
**Fabio Augusto Missura**  
 RG-22.614.943-4  
 Coordenador Pedagógico

  
**Reginaldo Greghi Inacio**  
 Coordenador de Química  
**Reginaldo Greghi Inacio**  
 Coordenador de Química  
 RG 34.827.938-X

MANEJAMENTO DE DOCUMENTOS  
 Avenida Almeida: Centro de São José do Rio Preto, nº 15 - Jardim Aeroporto - São José do Rio Preto - SP  
 13720-000 - Tel.: (13) 3641.2385/4357

## ANEXOS

## ANEXO A: Informações Nutricionais dos alimentos fortificados utilizados.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 26 g (2 colheres de sopa) *		
Quantidade por porção		%VD (**)
Valor energético	130 kcal = 546 kJ	7%
Carboidratos	9,9 g	3%
Proteínas	6,8 g	9%
Gorduras totais	7,0 g	13%
Gorduras saturadas	3,9 g	18%
Gorduras trans	não contém	***
Fibra alimentar	0 g	0%
Sódio	95 mg	4%
Cálcio	246 mg	25%
Ferro	5,2 mg	37%
Zinco	2,4 mg	34%
Vitamina A	225 µg RE	38%
Vitamina D	1,8 µg	36%
Vitamina C	17 mg	38%

\* Quantidade suficiente para o preparo de 200ml.  
 \*\* %Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\*\* VD não estabelecido.

Tabela nutricional do Leite Ninho

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
	Porção de 30 g (3 colheres de sopa)		30 g de pó + 200 ml de leite integral
	Quantidade por porção	%VD (*)	Quantidade no produto preparado
Valor energético	114 kcal = 479 kJ	6%	240 kcal = 1008 kJ
Carboidratos	27 g	9%	37 g
Proteínas	13 g	2%	7 g
Gorduras totais	0 g	0%	6,8 g
Gorduras saturadas	0 g	0%	3,8 g
Gorduras trans	0 g	**	0 g
Fibra alimentar	0 g	0%	0 g
Sódio	37 mg	2%	126 mg
<b>MINÉRIAS</b>			
Cálcio	84 mg	8%	317 mg
Ferro	5,9 mg	42%	9,0 mg
Fósforo	73 mg	10%	246 mg
Iodo	110 µg	85%	110 µg
Magnésio	16 mg	6%	37 mg
Zinco	4,3 mg	63%	5,1 mg
Cobre	200 µg	22%	252 µg
Mangânese	0,52 mg	23%	0,59 mg
Selênio	1,9 µg	6%	9,5 µg
Molibdênio	7,7 µg	17%	7,7 µg
Cromo	5,3 µg	15%	5,3 µg
Potássio	84 mg	**	358 mg
Cloreto	56 mg	**	56 mg
<b>VITAMINAS</b>			
Vitamina A	139 µg	22%	229 µg
Vitamina D	0,25 µg	5%	0,45 µg
Vitamina E	2,1 mg	21%	2,2 mg
Vitamina C	30 mg	67%	34 mg
Ácido fólico	37 µg	15%	47 µg
Vitamina B1	0,21 mg	18%	0,31 mg
Vitamina B2	0,09 mg	7%	0,44 mg
Niacina	3,0 mg	19%	3,2 mg
Vitamina B6	0,13 mg	10%	0,20 mg
Vitamina B12	0,39 µg	19%	1,2 µg
Vitamina K	9,6 µg	15%	10 µg
Biotina	5,4 µg	18%	5,4 µg
Ácido pantotênico	0,45 mg	9%	1,2 mg

\* %Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Sem valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.  
 \*\* Valor de referência não estabelecido.  
 \*\*\* Valor de referência não estabelecido.  
 %VD = (Quantidade no produto preparado / Valor de referência) x 100.  
 \* Valor de referência estabelecido para a população de 14 anos de idade.  
 \*\* Valor de referência não estabelecido para a população de 14 anos de idade.  
 \*\*\* Valor de referência não estabelecido para a população de 14 anos de idade.

Tabela nutricional da Sustagem

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
	Porção de 30 g (4 colheres de sopa)	30 g produto + 200 ml de leite integral	%VD (*)
	Quantidade por porção	%VD (*)	
Valor energético	120 kcal = 504 kJ	6%	245 kcal = 1.029 kJ
Carboidratos	22 g, dos quais	7%	32 g
Açúcares	10 g	**	20 g
Proteínas	3,8 g	5%	10 g
Gorduras totais	1,9 g	3%	8,6 g
Gorduras saturadas	0,9 g	4%	4,7 g
Gorduras trans	0 g	**	0 g
Fibra alimentar	0,8 g	3%	0,8 g
Sódio	33 mg	1%	121 mg
Cálcio	78 mg	8%	309 mg
Ferro	2,7 mg	19%	2,8 mg
Zinco	1,1 mg	16%	1,8 mg
Vitamina C	17 mg	38%	17 mg
Vitamina B1	0,23 mg	19%	0,32 mg
Vitamina B6	0,30 mg	23%	0,39 mg
Ácido pantotênico	0,95 mg	19%	1,7 mg

\* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\* VD não estabelecido.

Tabela nutricional da Farinha Lactea

Informação Nutricional		
Porção de 21g (3 colheres de sopa cheias)		
Quantidade por porção		% VD
Valor Energético	71kcal=298kJ	**
Carboidratos	16g	**
Proteínas	1,7g	13%
Gorduras Totais	0g	**
Gorduras Saturadas	0g	**
Gorduras Trans	0g	**
Fibra Alimentar	0,9g	**
Sódio	0mg	**
Cálcio	150mg	30%
Ferro	3,0mg	50%
Fósforo	45mg	10%
Magnésio	15mg	25%
Potássio	55mg	**
Vitamina A	20mcg	5%
Vitamina B1	0,11mg	22%
Vitamina B2	0,46mg	92%
Vitamina B3	0,70mg	12%
Vitamina B6	0,12mg	24%
Vitamina E	9,0mg	30%
Ácido Fólico	13mcg	14%
Zinco	0,30mg	7%

\* Valores Diários de referência para vitaminas e minerais, baseados em Ingestão Diária Recomendada (IRD) para crianças de 1 a 3 anos - resolução RDC nº 269/2005. \*\* % VD não estabelecido.

Tabela nutricional do Mingau de sabor Frutas

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
	Porção de 30 g (4 colheres de sopa)	30 g produto + 200 ml de leite integral	%VD (*)
	Quantidade por porção	%VD (*)	
Valor energético	120 kcal = 504 kJ	6%	245 kcal = 1.029 kJ
Carboidratos	22 g, dos quais	7%	32 g
Açúcares	10 g	**	20 g
Proteínas	3,8 g	5%	10 g
Gorduras totais	1,9 g	3%	8,6 g
Gorduras saturadas	0,9 g	4%	4,7 g
Gorduras trans	0 g	**	0 g
Fibra alimentar	0,8 g	3%	0,8 g
Sódio	33 mg	1%	121 mg
Cálcio	78 mg	8%	309 mg
Ferro	2,7 mg	19%	2,8 mg
Zinco	1,1 mg	16%	1,8 mg
Vitamina C	17 mg	38%	17 mg
Vitamina B1	0,23 mg	19%	0,32 mg
Vitamina B6	0,30 mg	23%	0,39 mg
Ácido pantotênico	0,95 mg	19%	1,7 mg

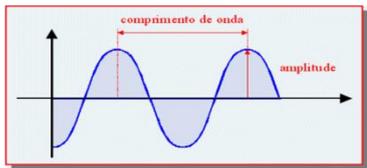
\* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\* VD não estabelecido.

Tabela nutricional do Mingau Arroz

## ANEXO B: Conteúdo da aula expositiva do professor convidado e exercícios.

### Espectrofotometria

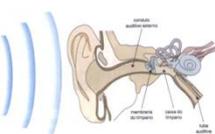
**Onda:** perturbação que se propaga transmitindo energia.



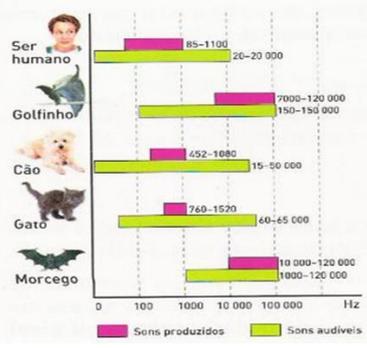
$\lambda f = c = 3.10^8 \text{ m/s}$   
 $\lambda$ : comprimento de onda (m)  
 $f$ : frequência (Hz = ciclos/s)  
 $c$ : velocidade (m/s)

Som: ondas originadas da compressão e decompressão do meio material.

Qto > d meio > velocidade som



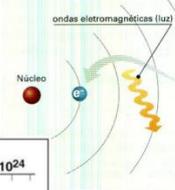
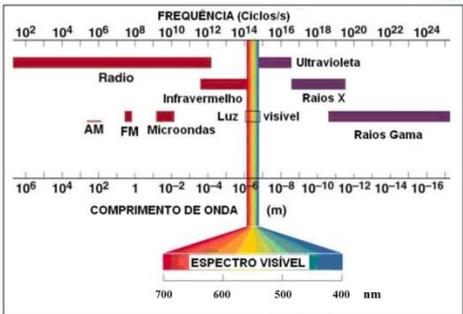
Ultra-som: ondas sonoras com frequência acima de 20000 Hz.



Animal	Sons produzidos (Hz)	Sons audíveis (Hz)
Ser humano	85-1100	20-20 000
Golfinho	7000-120 000	150-150 000
Cão	452-1080	15-50 000
Gato	760-1520	60-65 000
Morcego	10 000-120 000	1000-120 000

### Onda eletromagnética: ondas originadas da vibração de cargas elétricas.

Ex: luz, ondas de rádio, raios X, raios IV e UV.  
 Não necessita de meio material para se propagar.

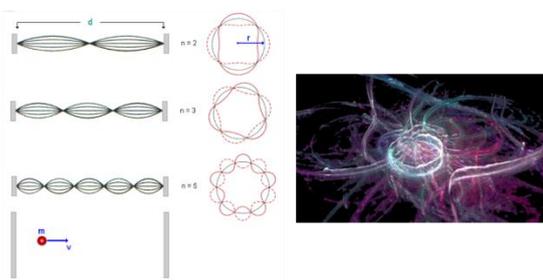



**FREQUÊNCIA (Ciclos/s)**:  $10^2$  to  $10^{24}$   
**COMPRIMENTO DE ONDA (m)**:  $10^6$  to  $10^{-16}$

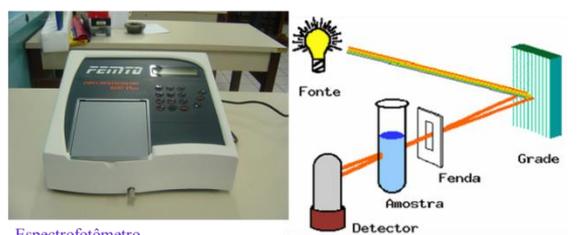
Radio, AM, FM, Microondas, Infravermelho, Luz visível, Ultravioleta, Raios X, Raios Gama.

### Teoria do quanta: ondas eletromagnéticas se propagam em pequenos pulsos chamados quanta ou fótons (apresenta caráter corpuscular).

### Dualidade partícula-onda: ondas eletromagnéticas possuem características corpuscular (fótons) e ondulatória (onda/energia).



### Espectrofotometria: procedimento analítico através do qual se determina a concentração de espécies químicas mediante a absorção de energia radiante (luz).



Fonte, Amostra, Fenda, Grade, Detector.

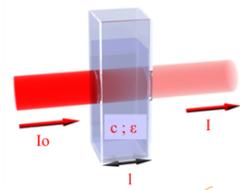
**Espectrofotômetro**

Espectrofotometria UV: radiação utilizada abrange os comprimentos de onda da região ultra-violeta (100 a 400 nm).

Espectrofotometria Vis: radiação utilizada abrange os comprimentos de onda da região visível (400 a 700 nm).

### Transmitância (T): quantidade de luz que atravessa a amostra.

### Absorbância (A): quantidade de luz absorvida pela amostra.



$T = \frac{I}{I_0}$  I: luz transmitida da amostra. I<sub>0</sub>: luz incidente na amostra.

Ex:  $T = \frac{90}{100} = 0,9$  ou 90%

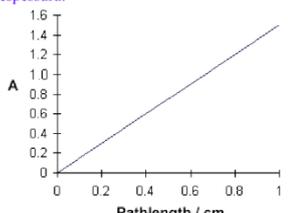
Lei de Lambert-Beer:  $A = \epsilon \cdot c \cdot l$  (para solução diluída)

$\epsilon = \frac{A}{c \cdot l}$   $\epsilon = \frac{\text{luz}}{\text{mol} \cdot \text{cm}}$

$\epsilon$ : coeficiente de absorvidade  
 Qde luz absorvida p/ cada cm de certa concentração ou "qde de luz que cada substância absorve"

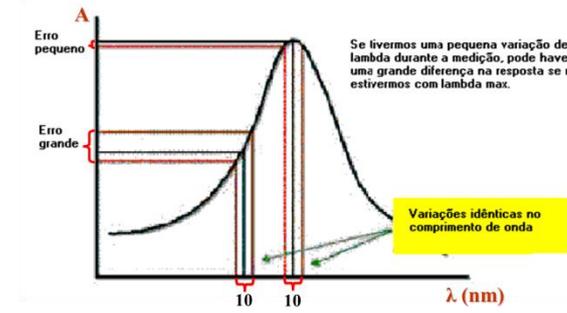
Caminho ótico / cm	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
%T	100	50	25	12.5	6.25	3.125
Absorbância	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5

%T: reduz pela metade devido absorção de metade dos fótons incidentes/unidade de espessura.



Relação logarítmica entre T e concentração  
 Relação linear entre A e concentração  
 Qto > abs > concentração

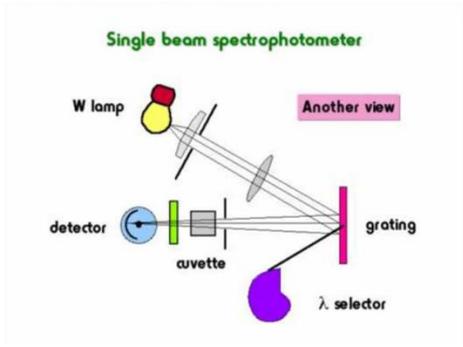
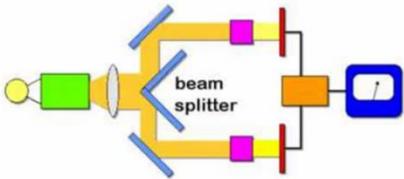
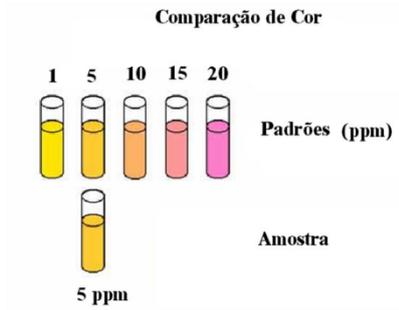
### Definição do comprimento de onda ( $\lambda_{\text{máximo}}$ ): deve ser o $\lambda$ onde a absorção é máxima (diminui o erro analítico originado da oscilação do aparelho).



Erro pequeno, Erro grande.

Se tivermos uma pequena variação de  $\lambda$  durante a medição, pode haver uma grande diferença na resposta se estivermos com  $\lambda$  max.

Variações idênticas no comprimento de onda

<p>Variáveis que afetam a análise quantitativa: radiação espúria, cubeta riscada/suja e elevada concentração de analito.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Espectrofotômetro de feixe simples:</p> 	<p>Espectrofotômetro de feixe duplo:</p> <p><b>Double beam spectrophotometer</b></p> <p>Double beam in space.</p> 
<p>Colorimetria: comparação visual da diferença entre tonalidades da amostra e do padrão (referência).</p> <p><b>Comparação de Cor</b></p> 	

#### Exercícios (AQI4)

1. A concentração de glicose na urina, de ferro no sangue e de vários outros compostos químicos podem ser determinadas através de um método onde a molécula em questão é levada a absorver uma certa quantidade de energia luminosa, de modo que, através da quantidade de energia absorvida é possível saber a concentração desta substância.

Este método é chamado de espectrofotometria e constitui uma importante ferramenta analítica. Considere a teoria envolvida na espectrofotometria e assinale a alternativa correta:

- Quanto maior o comprimento de onda, maior é a frequência.
- As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo.
- A frequência de uma onda é definida como sendo à distância que a onda percorre a cada segundo.
- A velocidade de uma onda é medida em Hz.
- A frequência de uma onda é medida em m/s.

2. Assinale a alternativa incorreta:

- A distância entre as duas cristas da onda é chamado de comprimento de onda.
- O som é uma onda originada da oscilação do meio material.
- A densidade do meio material influencia na velocidade de propagação da onda mecânica.
- O ultra-som possui frequência superior ao limiar da audição humana.
- Ondas eletromagnéticas são originadas da vibração de cargas elétricas.
- As radiações UV, IV e a luz visível são ondas eletromagnéticas.
- A radiação IV é menos energética que a radiação UV.
- O termo quanta pode ser entendido como sendo pulsos de energia que apresentam característica corpuscular.
- Os fótons podem ser entendidos como sendo pequenos pacotes de energia.
- A dualidade partícula-onda preconiza que as ondas eletromagnéticas atuam como ondas e partículas.
- A espectrofotometria é um procedimento analítico.

- l) O espectrofotômetro detecta a concentração do analito através da absorção de energia eletromagnética.
- m). As principais partes de um espectrofotômetro são: fonte, monocromador e detector.
- n) A espectrofotometria na região do UV utiliza comprimentos de onda na faixa de 100 a 400 nm.
- o) A espectrofotometria na região do visível utiliza comprimentos de onda na faixa de 400 a 700 nm.
- p) A transmitância é a quantidade de energia que atravessa a amostra.
- q) a absorbância é a quantidade de energia que é absorvida pela amostra.
- r) Quanto maior a absorbância indicada no espectrofotômetro, maior é a concentração do analito presente na amostra.
- s) A relação entre a concentração do analito e a absorbância é linear.
- t) Riscos e sujidades na cubeta aumentam o erro analítico da análise espectrofotométrica.
- u) A lei de Lambert-Beer relaciona a absorbância com a concentração do analito, espessura da cubeta e com a absorvidade da substância.
- v) Os espectrofotômetros podem ter feixe simples ou duplo.
- x) A colorimetria consiste na comparação visual das cores da amostra com um padrão de referência.
- z) A lei de Lambert-Beer funciona para qualquer concentração de analito.

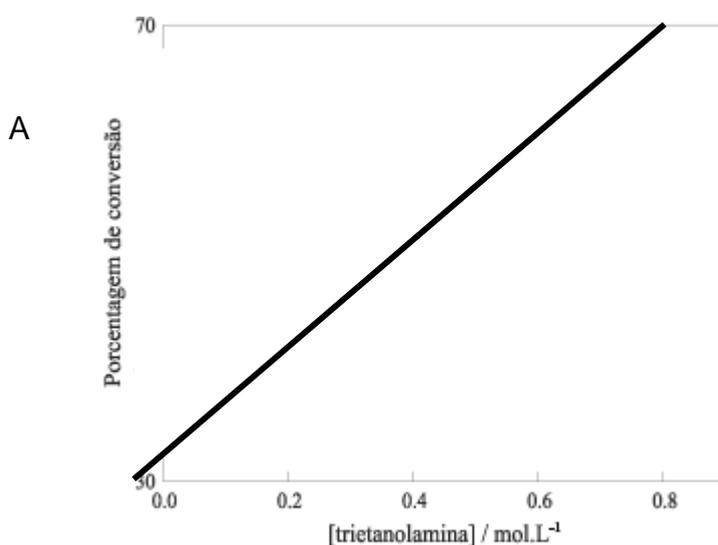
3. Uma solução contendo um certo analito tem coeficiente de absorvidade de  $9 \text{ (mol/L)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  a 470 nm. A cubeta possui  $1 \text{ cm}^3$  e a absorbância medida foi de 0,9. Qual a concentração do analito?

4. Explique como funciona a análise espectrofotométrica.

5. Por que é importante definir o comprimento de onda máximo a ser utilizado na análise espectrofotométrica do analito?

6. O que é radiação espúria?

7. Considere a gráfico abaixo e indique a concentração da trietanolamina para um resultado de 50 de absorbância indicado no espectrofotômetro.



## **ANEXO C: Roteiro da aula prática sobre espectrofotometria.**

### Análise por espectrofotometria

#### **Material:**

- 1 Espectrofotômetro
- 4 Cubetas
- 1 Pisseta (água destilada)
- 1 Béquer (descarte)
- 2 Folhas de papel absorvente
- 0,5g Alaranjado de metila
- 1 Espátula
- 4 Béqueres de 50 mL
- 3 Pipetas Pasteur ou conta gotas
- 1 Bastão de vidro
- 1 Funil pequeno
- 2 Balões volumétricos de 25mL
- 1 Balão volumétrico de 250mL
- 1 Balança analítica
- 1 Pipeta volumétrica de 5mL
- 1 Pipeta volumétrica de 10mL
- 1 Pera

#### **Metodologia:**

##### PARTE 1: Preparo dos padrões e amostra:

1. Colocar luvas e óculos de proteção.
2. Pesar 0,01g de alaranjado de metila em béquer pequeno e dissolver em água destilada.
3. Transferir quantitativamente para um balão de 250mL.
4. Homogeneizar, completar o menisco e identificar no balão "40mg/L".
5. Transfira 5mL da solução preparada para um segundo balão de 25mL.
6. Completar o menisco, homogeneizar e identificar no balão "8mg/L".
7. Transfira 5mL da solução de 40 mg/L e 10mL da solução de 8 mg/L para um terceiro balão de 25mL.
8. Completar o menisco, homogeneizar e identificar no balão "amostra".
9. Verta cada uma das soluções em béqueres separados de 50mL posicionando os mesmos na frente dos respectivos balões (para não perder a identificação).

##### PARTE 2: Determinação do comprimento de onda (□□):

#### Importante:

- Manuseie a cubeta pela parte fosca (usar luvas);
- Apoie a cubeta sobre papel absorvente na bancada.
- A quantidade de líquido na cubeta deve permitir a passagem da luz pelo líquido.
- Ao inserir a cubeta no espectrofotômetro mantenha a face transparente marcada com uma letra voltada para o lado da saída do feixe luminoso.

- 1- Ligar o espectrofotômetro e quando perguntado se quer inicializar teclar 1 (Yes) e aguardar a inicialização.
- 2- Lavar as duas cubetas com água destilada.
- 3- Adicionar água destilada em uma cubeta utilizando a pisseta e limpar a parte externa da cubeta com papel absorvente.
- 4- Com auxílio da pipeta Pasteur, proceda a ambientação de uma cubeta com a solução de 40mg/L, adicionar a solução na mesma, limpar a parte externa da cubeta com papel absorvente e mantenha a cubeta na frente do balão/béquero (para não perder a identificação).
- 5- Repita a operação para as outras soluções.
- 6- Ajustar o comprimento de onda (□)□ para 410 nm digitando o valor e teclando enter.
- 7- Inserir as cubetas, a partir do primeiro compartimento, na ordem: água (prova em branco), solução de 8mg/L, solução de 40mg/L e amostra; e posicione a cubeta com água na frente do feixe de luz.
- 8- Zerar a absorbância do branco teclando Blank.
- 9- Posicionar a cubeta de 8mg/L para o feixe de luz, realizar a leitura da absorbância e anotar na tabela 1.
- 10- Ajustar o comprimento de onda (□)□ para 460 nm digitando o valor e teclando enter.
- 11- Posicionar a cubeta de água para o feixe de luz e zerar a absorbância do branco teclando Blank.
- 12- Posicionar a cubeta de 8mg/L para o feixe de luz, realizar a leitura da absorbância e anotar na tabela 1.
- 13- Ajustar o comprimento de onda (□)□ para 510 nm digitando o valor e teclando enter.
- 14- Posicionar a cubeta de água para o feixe de luz e zerar a absorbância do branco teclando Blank.
- 15- Posicionar a cubeta de 8mg/L para o feixe de luz, realizar a leitura da absorbância e anotar na tabela 1.
- 16- Anotar o pico de absorbância (comprimento de onda onde há maior absorbância).

Tabela 1: Absorbância em diferentes comprimentos de onda.

□□(nm)	Abs
410	
460	
510	

Pico de abs □□□□□□□□□□□□□□nm

OBS: Ideal é testar a absorbância em vários comprimentos de onda para que tenhamos dados suficientes para determinar o pico.

### PARTE 3: Obtenção de dados para calibração:

- 1- Ajustar o comprimento de onda (□)□ para o valor definido como pico de absorbância (valor obtido na parte 2) digitando o valor e teclando enter.
- 2- Posicionar a cubeta de água para o feixe de luz e zerar a absorbância do branco teclando Blank.
- 3- Posicionar a cubeta de 8mg/L para o feixe de luz, realizar a leitura da absorbância e anotar na tabela 2.
- 4- Posicionar a cubeta de 40mg/L para o feixe de luz, realizar a leitura da absorbância e anotar na tabela 2.

Tabela 2: Absorbâncias para diferentes concentrações (padrões).

Soluções	Concentração (mg/L)	Abs
Branco	0	
1	40	
2	8	

OBS: O ideal é calibrar utilizando várias concentrações diferentes para melhorar a exatidão.

PARTE 4: Análise da amostra desconhecida:

- 1- Posicionar a cubeta da amostra para o feixe de luz, realizar a leitura da absorbância e anotar na tabela abaixo.
- 2- Descartar o conteúdo das cubetas, lavar as cubetas com água destilada e desligar o espectrofotômetro.

Amostra	Abs
Desconhecida	

OBS: O ideal é efetuar a análise em triplicata para melhorar a exatidão dos resultados.

PARTE 5: Obtenção do resultado da análise:

1- Obter a equação da reta pelo Excel (seguir os passos abaixo):

- a) Faça uma tabela de concentração vs absorbância em uma planilha em branco.
- b) Marque os valores, clique na aba inserir e escolha o gráfico de dispersão.
- c) Clique em um dos pontos com o botão direito e clique em “adicionar linha de tendência”.
- d) Marque a caixa “exibir equação no gráfico” e feche.
- e) Anote a equação da reta.

2-Determinar a fórmula para calcular a concentração das amostras: substitua y por abs e x por concentração.

Exemplo:

Eq. da reta:  $y = 0,125x + 0,0533$

Fórmula:  $Abs = 0,125 \cdot Conc + 0,0533$  ou  $Conc = (Abs - 0,0533) / 0,125$

3-Determinar a concentração de alaranjado de metila na amostra (usar a fórmula).

**Questões:**

1. Por que há a necessidade de enxugar as gotas das paredes externas da cubeta?
2. Por que não necessitamos medir com precisão a quantidade de amostra inserida na cubeta? Qual a quantidade mínima a ser adicionada?
3. Por que há necessidade de zerar o aparelho?
4. Qual a finalidade de achar um pico de absorbância?
5. Explique como podemos obter a concentração de uma substância por espectrofotometria.
6. Qual a razão da necessidade de tocarmos a cubeta na parte fosca e do uso de luvas?

## **ANEXO D: Artigos científicos selecionados para pesquisa sobre Ferro e sua relação com a Anemia.**

- 
1. Fatores determinantes da anemia em crianças  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0021-75572002000400005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572002000400005)

---

  - Efeito da fortificação de alimentos com ferro sobre anemia em crianças: um estudo de revisão  
[https://www.researchgate.net/publication/237358462\\_Efeito\\_da\\_fortificacao\\_de\\_alimentos\\_com\\_ferro\\_sobre\\_anemia\\_em\\_crianças\\_um\\_estudo\\_de\\_revisao](https://www.researchgate.net/publication/237358462_Efeito_da_fortificacao_de_alimentos_com_ferro_sobre_anemia_em_crianças_um_estudo_de_revisao)

---

  2. Efeito da fortificação de farinhas com ferro sobre anemia em pré-escolares  
[https://www.researchgate.net/publication/237358462\\_Efeito\\_da\\_fortificacao\\_de\\_alimentos\\_com\\_ferro\\_sobre\\_anemia\\_em\\_crianças\\_um\\_estudo\\_de\\_revisao](https://www.researchgate.net/publication/237358462_Efeito_da_fortificacao_de_alimentos_com_ferro_sobre_anemia_em_crianças_um_estudo_de_revisao)

---

  3. Anemia em gestantes brasileiras antes e a pós a fortificação das farinhas com ferro  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102011000600004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102011000600004)

---

  4. Anemia como problema de saúde pública: uma realidade atual  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232008000600027](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000600027)

---

  5. Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102000000400019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102000000400019)

---

  6. Fatores associados a anemia por deficiência de ferro em crianças pré-escolares brasileiros  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0021-75572004000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572004000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

---

  7. Efeito da fortificação de farinhas com anemia  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102007000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

---

  8. Transfusão de sangue em pacientes adultos anêmicos  
MB Pereira- Revista UNIPLAC, 2018  
<https://revista.uniplac.net/ojs/index.php/uniplac/article/view/3533>

---

  9. Prevalência de anemia em pacientes com câncer e fatores relacionado em um hospital do Sul  
LS. Valério, GG. Ricardo – Farmácia- Tubarão -2018  
<https://riuni.unisul.br/handle/12345/6235>
-

**ANEXO E: Slides da aula expositiva da Professora convidada.**

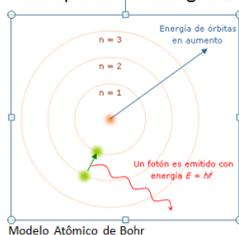
# Espectrofotometria

## Definições

- Espectroscopia: Estudo da interação entre a radiação e a m
- Espectrometria : Medidas das intensidades das radi usando dispositivos eletrônicos.

## O que é radiação eletromagnética?

- Junção de campo magnético com campo elétrico que se propaga transportando energia. Exemplo: Luz visível, raios X.



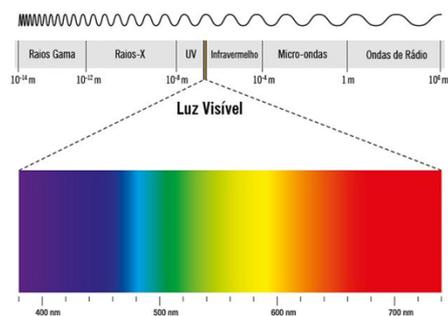
$$E = h \cdot f$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \rightarrow \text{Constante de Planck}$$

$$v = \lambda f \quad \text{Substituindo } v \text{ por } c \text{ (velocidade da luz no vácuo)}$$

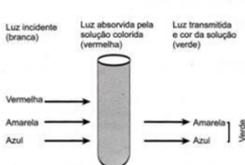
$$E = hc/\lambda$$

## O espectro eletromagnético



Radiação U  
UVA :400  
UVB :320

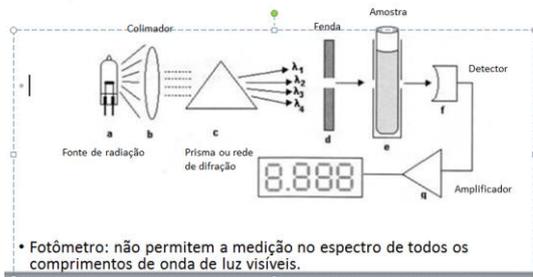
## Por que os materiais são coloridos?



Comprimento de onda	Cor absorvida	Cor complementar
400 a 435	Violeta	Amarelo
435 a 480	Azul	Amarelo
480 a 490	Azul-esverdeado	Alaranjado
490 a 500	Violeta-esverdeado	Vermelho
500 a 580	Verde	Púrpura
580 a 590	Vermelho-esverdeado	Violeta
590 a 600	Amarelo	Azul
600 a 650	Alaranjado	Azul-esverdeado
650 a 760	Vermelho	Violeta-esverdeado
Além de 760	Infravermelho	

Se não absorve nenhum comprimento de onda visível: Material branco (transmite todas as cores).  
Se absorve todos os comprimentos de onda visíveis: Material preto (não transmite nenhuma cor).

## O espectrofotômetro



- Fotômetro: não permitem a medição no espectro de todos os comprimentos de onda de luz visíveis.

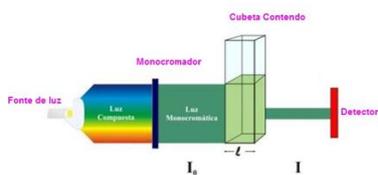
## Funcionamento Espectrofotômetro

<https://www.youtube.com/watch?v=EYRmnC7RdNQ>

## Como analisar os resultados?

- Determinar o comprimento de onda;  
- Fazer o gráfico: A x Comprimento de onda
- Lei Beer Lambert;  
- No comprimento de onda selecionado
- Curva de calibração;  
- No comprimento de onda selecionado, em concentrações próximas a da amostra

## Lei de Beer-Lambert



Ou:  
 $\log(I/I_0) = -\epsilon cl$   
 $A = \epsilon cl$

Onde:  
 A é a absorbância,  
 $\epsilon$  é o coeficiente de extinção molar e  
 l é o comprimento da cubeta.

A absorvidade molar: É uma propriedade intrínseca das substâncias. Depende da substância, do comprimento da cubeta utilizado, da temperatura e do solvente no qual estão dissolvidas.

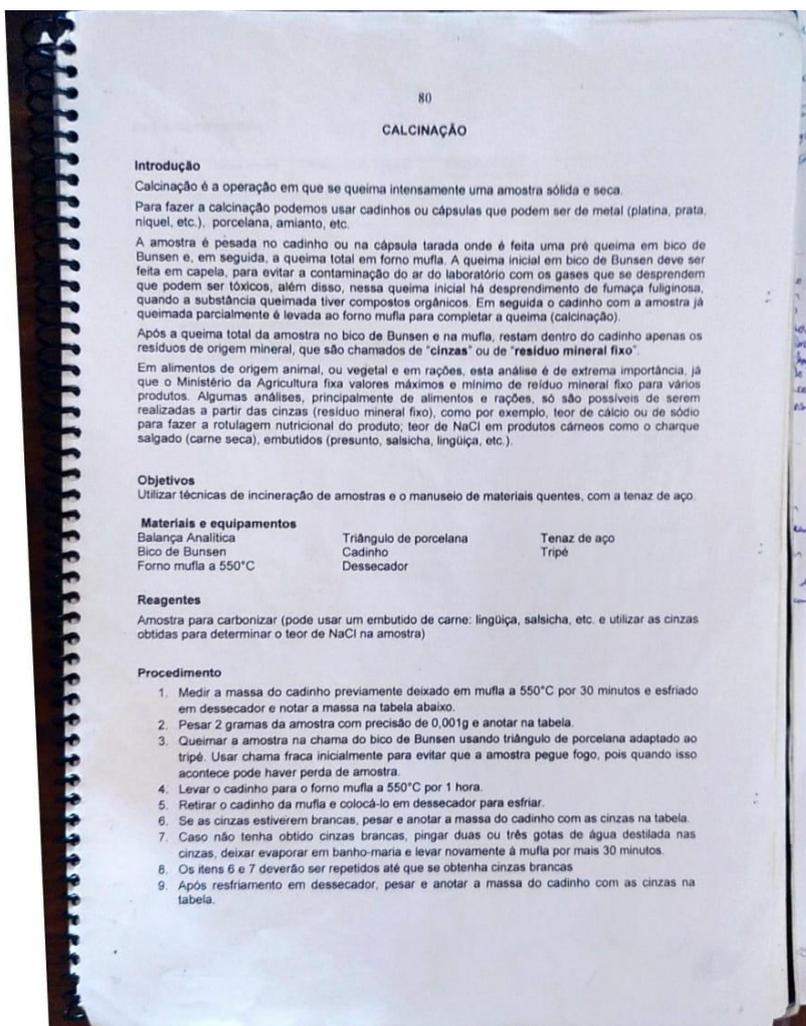
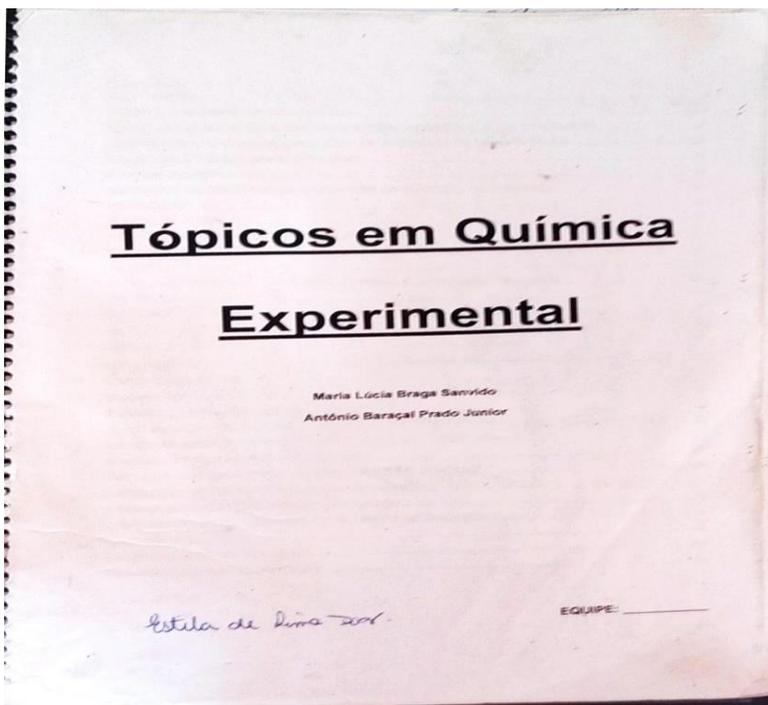
## Como fazer a análise?

- A maioria das amostras precisam de preparo;
- Principais razões para o pré-tratamento:
  - Homogeneização
  - Dissolução de amostras sólidas
  - Separação de substâncias interferentes
  - Pré-concentração dos analitos

## Uso do espectrofotômetro

- Ligar o espectrofotômetro e esperar 30 min para aquecimento e estabilização dos circuitos.
- Ajustar o comprimento de onda (nm).
- Colocar a estrutura escura (cubeta). Feche a tampa e aperte 0%T (zerar selecionando o T). Escolher o T entre os indicadores A e T. Com isso você calibrou o 0% da Transmittância.
- Preencha uma das cubetas com água destilada ou o solvente usado puro.
- Colocar a cubeta com o branco no compartimento de amostras.
- Ajustar o branco apertando 0A/100%T. Ou dependendo do modelo, apenas zerar selecionando o A.
- A amostra deve ser preparada com a quebra da mesma por métodos mecânicos, químicos ou físicos.
- A amostra é solubilizada no solvente escolhido em um balão volumétrico limpo e seco. **IMPORTANTE: o solvente na maioria das vezes é água destilada, porém, quando tratar-se de amostras apolares que precisam ser diluídas em solventes orgânicos NUNCA utilize alcenos, alcinos, cetonas ou qualquer outro que tenha ligações C=C ou C=O ou ligações triplas!!!**
- A amostra deve ser filtrada em uma membrana de 0,2  $\mu\text{m}$ , por que a solução deve estar totalmente límpida a fim de diminuir ao máximo o erro causado por partículas em suspensão. A cubeta contendo o branco é retirada do equipamento e sua absorção anotada. Após esse processo a solução de interesse é lida, e dessa absorbância é subtraído a leitura do branco.

## ANEXO F: Roteiro aula prática de calcinação.



## Dados Experimentais

Nº cadinho	Massa amostra (g)	Massa cadinho + cinzas (g)	Massa das cinzas (resíduo mineral fixo) (g)	Massa cinzas Cinzas (%) = $\frac{\text{massa cinzas}}{\text{massa amostra}} \times 100$

## Perguntas de Verificação

1. O que é calcinação?
2. O que é resíduo mineral fixo?
3. Que materiais de laboratório são utilizados para fazer a calcinação?
4. Qual a porcentagem de resíduo mineral fixo na amostra analisada?

## ANEXO G: Aprovação da Plataforma Brasil





**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** QUÍMICA EXPERIMENTAL: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA DO TEOR DE FERRO EM ALIMENTOS POR ESPECTROFOTOMETRIA

**Pesquisador:** ESTELA DE LIMA DIAS

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 0215751.8.8.0000.5504

**Instituição ou Proponente:** Departamento de Química

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.315.571

**Apresentação do Projeto:**

Geralmente as atividades práticas em laboratório são orientadas por roteiros com procedimentos tradicionais, sendo que para a realização das experiências é necessário seguir uma sequência linear, na qual o docente ou o texto determinam o que e como fazer. Este projeto tem como objetivo colocar o aluno em situação de realizar pesquisas, com a finalidade na construção de conceitos, desenvolvendo suas competências, atitudes e valores. O aluno assumirá um papel de pesquisador, refletindo criticamente sobre a sua maneira de pensar e de agir. O papel do professor nessa construção será de problematizar os fenômenos, questionar os estudantes e os dados, fazer relações, contextualizar os conteúdos aprendidos, e estimular a criatividade e o envolvimento dos alunos. Será adotada a experimentação por abordagem investigativa, que é uma das formas de promover a Alfabetização Científica, que almeja, de forma resumida, preparar os alunos para a vida em sociedade, levando em conta sua atuação cidadã, crítica e responsável. O que se espera no término do projeto é que a atividade investigativa de análise de ferro em alimentos por espectrofotometria ultravioleta possa propiciar aos alunos o desenvolvimento da investigação, manipulação e comunicação científica com a articulação de conhecimentos já adquiridos e formação novos conhecimentos, além de prepará-los para as atividades profissionais de um técnico em química.

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM236      **CEP:** 13.505-905

**Bairro:** JARDIM GUARABUBA

**UF:** SP      **Município:** SÃO CARLOS

**Telefone:** (11) 63351-9833      **E-mail:** cep@ufscar.br

Página 1 de 11





**Contribuição do Parecer: 3.315.571**

**Objetivo da Pesquisa:**

Promover e avaliar a Alfabetização Científica por meio de uma atividade investigativa, segundo os referenciais de Chassot (2000), Carvalho e Sasseron (2011). O professor deverá mediar o aluno na realização da pesquisa para desenvolver suas competências, atitudes e valores.

**Objetivo Secundário:** - Determinar o teor de ferro em amostras de alimentos, usando espectrofotometria, em um método desenvolvido parcialmente pelos alunos do 3º Ciclo do Ensino Técnico em Química da ETEC "Professor José Rodolpho Del Guerra", em São José do Rio Preto/SP; Aplicar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas Análise Química Instrumental e Química dos Alimentos; Citar hábito de pesquisa, leitura e escrita científica; Incentivar a tomada de decisões pelos alunos; Simular o trabalho em equipe a que serão submetidos como técnicos em química.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

No presente projeto são apresentados os riscos que os participantes estarão expostos e também a forma de os superar, ou minimizá-los, conforme requerido pela Resolução 466/2012.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é relevante para a área de pesquisa e todas as ressalvas salientadas anteriormente foram contempladas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE e TALE possuem os elementos necessários para entendimentos dos pais ou responsáveis e dos participantes para autorização para realização da pesquisa em dos participantes.

**Recomendações:**

Acrescentar no título do Termo de Assentimento as palavras Livre e Esclarecido, de forma que fique Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadaptações:**

A submissão atual contemplou as alterações necessárias e está de acordo com o esperado para realização em pesquisa envolvendo seres humanos.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INF-CORRUAÇÕES_BASICAS_DO_P	04/04/2019		Aceito

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM236      **CEP:** 13.505-905

**Bairro:** JARDIM GUARABUBA

**UF:** SP      **Município:** SÃO CARLOS

**Telefone:** (11) 63351-9833      **E-mail:** cep@ufscar.br

Página de 11



Continuação de Parecer: 3315571

Básicas do Projeto	ETO_1234111.pdf	15:36:32		Acerto
Projeto Detalhado / Bochura Investigador	projeto.docx	04/04/2019 15:35:33	ESTELA DE LIMA DIAS	Acerto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao.pdf	04/04/2019 15:35:05	ESTELA DE LIMA DIAS	Acerto
T.C.L.E. / Termo de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo.docx	04/04/2019 15:30:04	ESTELA DE LIMA DIAS	Acerto
Folha de Rosto	folha.docx	11/10/2018 11:07:45	ESTELA DE LIMA DIAS	Acerto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 09 de Maio de 2019

Assinado por:  
Priscilla Hortense  
(Coordenadora)

Endereço: WASHINGTON LUIZ RM235  
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905  
UF: SP Município: SAO CARLOS  
Telefone: (16)3351-9683 E-mail: cep@ufscar.br

Página 6 de 63