

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação

CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

**RADICAIS LIVRES NO PROCESSO DE
ENVELHECIMENTO: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA
PROPOSTA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA.**

Adair José Ribeiro dos Santos

Belo Horizonte

Agosto de 2016

ADAIR JOSÉ RIBEIRO DOS SANTOS

**RADICAIS LIVRES NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO:
RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA PROPOSTA
INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA.**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização por Investigação, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por investigação.

Orientadora: Jucélia Marize Pio.

BELO HORIZONTE

2016

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, ao qual trago sempre como um amigo íntimo em minha vida.

À minha mãe pelo seu carinho, atenção e dedicação e a possibilidade de ter me tornado um verdadeiro homem.

À minha irmã Maria das Dores, carinhosamente conhecida como Dorinha, que sempre esteve ao meu lado me apoiando, incentivando e aconselhando e cuidando de mim.

Ao meu amigo Gilberto Batista Costa que esteve sempre ao meu lado me incentivando, ajudando, apoiando na busca pelos meus estudos.

À minha tutora Professora e Mestre Luiza Gabriela de Oliveira, pela atenção, orientação, compreensão, amizade e incentivo, pois houve momentos que pensei em desistir, essa sempre se fazia presente no intuito de incentivar.

A todos os profissionais de educação em especial professores e coordenadores do ENCI que me proporcionou a ser melhor profissional.

À minha orientadora Professora e Mestre em educação Jucélia Marize Pio que aceitou o desafio de me orientar em tão pouco tempo.

Aos meus alunos do segundo ano do ensino médio da escola onde realizei este trabalho.

À supervisão pedagógica que me apoiou durante a realização deste trabalho e a escola onde realizei este trabalho investigativo.

RESUMO

O ensino de ciências por investigação é uma estratégia de ensino que busca trabalhar habilidades e competências que auxiliem os estudantes no processo de ensino e de aprendizagem de ciências. A presente monografia relata uma experiência de desenvolvimento de uma sequência de ensino com caráter investigativo. A proposta realizada teve como tema central o estudo dos radicais livres. Outros subtemas também foram explorados, como: o processo de formação da ferrugem, a presença do ferro em nosso cotidiano e a sua corrosão, a ação da água e de outras espécies químicas sobre o ferro, levantando hipóteses sobre o fenômeno da reação de óxido-redução, os radicais livres, radicais livres e sua ação no organismo e gordura trans e a ação dos antioxidantes no organismo e sua fonte foram abordados. O trabalho foi realizado em uma turma de 2º ano do ensino médio de uma escola da rede pública da cidade de Belo Horizonte. Foram trabalhadas estratégias de ensino como aulas expositivas, aulas de laboratório e construção de pequenos relatórios. Para a construção de tal proposta, dialogamos com referenciais teóricos do campo do Ensino de Ciências por Investigação. Após o término do desenvolvimento da proposta observamos uma melhora na compreensão dos alunos em relação aos conceitos de reações de óxido-redução, destacando que eles conseguiram relacionar fatos de seu cotidiano com o conteúdo estudado em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Oxirredução, ferrugem, alimentos, radicais, antioxidantes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
1.2	Problema de pesquisa.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	As Reações de Oxirredução e os Radicais Livres.....	12
3	METODOLOGIA.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
	REFERÊNCIAS.....	33
	ANEXO 1.....	34
	ANEXO 2.....	35
	ANEXO 3.....	38
	ANEXO 4.....	39

APRESENTAÇÃO

Um pouco sobre o pesquisador e o perfil da escola

Eu sou Adair José Ribeiro dos Santos, professor de química do ensino médio, vindo de uma modesta cidade do interior de nome Santa Maria do Suaçuí, estado de Minas Gerais, no final do ano de 2009.

Comecei a lecionar antes de cursar o ensino superior. Diplomado em magistério, fui convidado a lecionar em uma pequenina escola de zona rural.

Essa escola, encontra-se localizada em um pequenino povoado cujo nome é Brejo de Minas distante a 16 km da sede do município de Santa Maria do Suaçuí. Trata-se de uma escola nucleada, que recebe alunos de outros lugarejos, onde funciona o primeiro ciclo e o ensino fundamental.

Na época, por carência de profissionais com titulação em educação física e língua estrangeira moderna (inglês), fui contratado para lecionar nestas duas disciplinas no ensino fundamental, 5^a a 8^a séries, hoje conhecido como 6^o ao 9^o ano.

Atuando como regente nessa instituição, notei que eu tinha grande dificuldade para ser professor, pois a todo momento notava que faltavam ferramentas educacionais para me posicionar como um profissional da educação. Na verdade, não me sentia confortável quando alguém se referia a mim como professor, uma vez que naquela instituição havia profissionais já qualificados, dignos deste título.

Nesta escola atuei como professor de língua portuguesa e inglês, até 2005 pois, ainda neste ano, prestei vestibular e me ingressei no curso de Licenciatura Plena em Química em 2006, pela Universidade de Uberaba, (UNIUBE).

No início do ano de 2007, comecei a lecionar química e física, já no início do meu curso, em uma instituição estadual. Essa escola é situada em um povoado chamado Poaia, também distrito de Santa Maria do Suaçuí, MG. Nesta instituição, pude ver minhas habilidades surgirem de acordo com os desafios que iam aparecendo. Contei com a presença iminente da ilustre diretora, que com muita competência estava sempre auxiliando e orientando ao que melhor fazer.

É fato que, nesse ambiente educacional comecei minha história como educador no ensino de química o que me proporcionou um pouco experiência no ensino de ciências. Descobrir e desenvolvi várias habilidades e uma delas a perceptividade da grande dificuldade que o aluno possui de se ingressar ao mundo científico por meio da linguagem e das atitudes em questões de conceitos e contextos.

Graduei-me em Licenciatura Plena em Química no final de 2009, e neste mesmo ano me mudei para Belo Horizonte no intuito de fazer uma pós-graduação, não na área de licenciatura, mas sim na área tecnológica, por isso me ingressei no curso de Química Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG.

Do ano de 2010 até 2014, atuei como professor de química em escolas estaduais na região nordeste de Belo Horizonte. Em 2015, estava atuando como professor de química em outra região de Belo Horizonte onde neste mesmo ano me ingressei no curso de pós-graduação na especialização de Ensino de Ciências por investigação, oferecido pelo CECIMIG.

Leciona atualmente em duas escolas estaduais em Belo Horizonte. São escolas de perfis bem próximos, ou seja, ambas atendem a alunos de comunidades carentes com traços de problemas sociais.

Uma das escolas, onde desenvolvi este trabalho, além das salas de aula, dispõe também de uma horta bem ampla, cantina, secretarias, banheiros e salas específicas, de uma biblioteca com um considerável acervo literário, quadra poliesportiva, sala de vídeo e um laboratório de ciências. Essa instituição atende o ensino fundamental e o ensino médio e os alunos são assistidos pela direção, pelo supervisor e pelo orientador pedagógico.

1. INTRODUÇÃO

É imprescindível que o saber venha vinculado a uma reflexão, o que fomentará a busca por uma resposta por meio de uma possível investigação como cita Martins e Silva (2013), quando estes dizem que a atividade investigativa é uma estratégia, entre outras que o educador pode utilizar para diversificar sua prática pedagógica. Tratando-se de um tipo de atividade centrada, basicamente, nos alunos e visando, sobretudo conduzi-los a construir

sua própria autonomia, capacitando-os a tomar decisões e a pensar baseados em critérios definidos.

Na prática como professor de química, notei como é árduo o trabalho em sala de aula. Um dos pontos mais culminantes deste labor é conduzir o jovem ao mundo da ciência. Fazê-lo pensar de forma científica é uma tarefa que exige um grande artifício, ainda mais articular o empirismo com a linguagem da pesquisa e da descoberta.

É possível que a sala de aula venha a tornar contrária e estranha à vida diária do aluno caso este não encontrar aplicabilidades ou se este não puder trazer fatos de seu cotidiano na tentativa de buscar uma interpretação científica neste ambiente.

Como exemplo pode se citar a que se destina este trabalho, o estudo de reações de oxidação através da investigação e qual sua relação com processos biológicos. Isso poderá trazer ao aluno novos conceitos, assim como os processos que se dão durante uma reação de óxido-redução e novas reformulações, como o saldo desta reação e o que se vincula contrário ao ato dos alimentos com propriedades antioxidantes.

Para os PCNs (BRASIL 2008), a compreensão em todas as áreas de Ciência evidencia a utilização dos conhecimentos científicos, para se entender e explicar o mundo e seu funcionamento, assim como o planejar, executar e propor constantemente intervenção sobre a realidade.

Segundo Martins e Silva (2013 p. 2), a atividade investigativa é uma estratégia, entre outras que o educador pode utilizar para diversificar sua prática pedagógica. Neste caso, o professor poderá então trabalhar à luz de suposições e hipóteses que poderão surgir através dos próprios alunos.

Trabalhar de forma hipotética no sentido da descoberta, poderá levar o aluno a buscar em seu cotidiano, mesmo que em linguagem ainda não fundamentada ao conceito científico, fatos que ganharão espaço e um novo significado dentro de conceitos aceitos na ciência.

Neste contexto, para entender as ciências da natureza, os PCNs (BRASIL 2008), sugerem uma abordagem que diz respeito à realidade e que venha a se fazer concreto na vida do aprendiz. E um dos métodos viáveis seria o processo investigativo, em que o aluno possivelmente já traz consigo fatores de seu cotidiano e possa ligá-los ao mundo científico dentro da sala de aula.

O conhecimento das reações de oxidação e alimentos antioxidantes em uma abordagem investigativa possivelmente contribuirá ao aluno uma identificação, classificação de fatos de seu cotidiano. E esse então, virá a ter um outro conceito sobre radicais livres e alimentos que proporcionem uma melhor qualidade de vida.

1.2 Problema de pesquisa

Algo que me instiga são os diferentes tipos de lanches que alunos levam para a sala de aula. Dentre eles, estão os diferentes tipos de biscoitos, balas, pirulitos, chicletes, salgados, salgadinhos, sucos, vitaminas, bebidas lácteas, achocolatados, biscoitos wafes, bombons, refrigerantes, batata frita, bolachas recheadas, sanduíches, sorvetes, picolés etc. A grande maioria é de origem industrializada.

As questões que sempre levantei a respeito foram: Será que sabem o que realmente estão consumindo? Qual conceito que todos possuem sobre o que é realmente alimento? Quais substâncias estão presentes em cada lanche? E o que dizer da grande quantidade de gorduras, principalmente a gordura trans, que está ali presente e o que estas podem fazer ao organismo? Será que possuem conhecimentos claros sobre a alimentação saudável? São notáveis os casos de obesidade nas escolas onde lecionei.

Diante dessa realidade, escolhi como tema de pesquisa desta monografia os hábitos alimentares dos alunos, principalmente dentro da escola. Esta monografia tem como objetivo relatar a experiência de ensino que foi desenvolvida com alunos do ensino médio em que a temática central foi trabalhar os radicais livres no conceito de reações de óxido-redução por meio de aulas expositivas e por realizações de pequenas experiências com a finalidade de tentar entender o processo de envelhecimento como um dos resultados da ação de radicais livres. E também pontuar alguns alimentos que são ricos em antioxidantes e controladores da ação dos radicais livres.

A proposta desenvolvida teve por objetivo levar ao aluno a uma reflexão sobre o significado e os resultados de uma boa alimentação. O foco maior foi apontar alimentos que combatem a formação dos radicais livres por meio de

dietas alimentares que contenham substância antioxidantes, tendo como princípio o estudo das reações de óxido-redução.

Ao realizar pequenas atividades investigativas, os alunos buscaram por meio de uma linguagem multidisciplinar apontar fatos que estão ligados a sua vida cotidiana.

A expectativa inicial com esse trabalho era que o aluno associasse reações de óxido-redução com a formação de radicais livres, com a ação de alimentos que contenham substâncias antioxidantes e finalmente, com o envelhecimento celular. Sendo essa a hipótese.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Driver et al., (1994) apud Mortimer (1999 p. 34, revista QNESC), comentam que os jovens possuem vários esquemas de conhecimento utilizados para interpretar os fenômenos com que se deparam no seu dia-a-dia. Esses esquemas são fortemente apoiados pela experiência pessoal e pela socialização em uma visão de senso comum. Do senso comum à linguagem científica já é uma base por onde começar. Logo mais tarde conhecimentos ainda sem fundamentação científica se tornaram mera forma de uma linguagem universal no mundo da ciência.

Sobre a construção de uma nova linguagem Vygotsky (2005) apud Vieira (2007 p. 8), relata que a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte.

No entanto, ainda segundo Vygotsky (2005) apud Vieira (2007 p. 8), o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução dos problemas que enfrentamos.

Segundo Martins e Silva (2013 p. 2), a atividade investigativa é uma estratégia, entre outras que o educador pode utilizar para diversificar sua prática pedagógica. Tratando-se de um tipo de atividade centrada, basicamente, nos alunos e visa, sobretudo conduzi-los a construir sua própria autonomia, capacitando-os a tomar decisões e pensar baseados em critérios

definidos. Uma das possíveis interpretações na visão das autoras, é a flexibilidade que o plano de aula do professor precisa ter. É necessário que haja lacunas que possivelmente serão preenchidas com possíveis interferências que surgirão.

De acordo com os PCNs (BRASIL 2008), a compreensão em todas as áreas de Ciência evidencia a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para se entender e explicar o mundo e seu funcionamento, assim como o planejar, executar e propor constantemente intervenção sobre a realidade.

Segundo Moreira (1999) apud Diniz, Okada e Possobom (2007 p. 114), os autores afirmam que é um fato a implicação imediata da teoria de Piaget para o ensino de que o mesmo deve ser acompanhado de ações e demonstrações.

No entanto, estas ações e demonstrações devem estar sempre integradas à argumentação, ao discurso do professor. Seria uma ilusão acreditar que ações e demonstrações, mesmo realizadas pelos alunos, têm em si mesmas o poder de produzir conhecimento: elas podem gerá-lo somente na medida em que estiverem integradas à argumentação do professor (OKADA E POSSOBOM, 2007 p. 114)

Pontua-se como um fator importante assim como aproximar a ciência escolar à ciência acadêmica, pois não é uma tarefa simples como sugere Martins e Silva (2013 p. 6). Segundo as autoras, o principal objetivo da escola é promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto, por outro lado, o objetivo principal da ciência acadêmica é a formulação de novos conceitos científicos, ou seja partir sobre algum pressuposto e elaborar novas reflexões.

Ainda falando em fatores, as autoras Martins e Silva (2013 p.6) comparam as condições dos cientistas com as da escola e salas de aula. Essas, mencionam uma grande dificuldade que poderá tornar o ensino de ciências por investigação um pouco mais complicado pois, os cientistas dispõem de recursos materiais avançados e equipamentos sofisticados, instalações apropriadas, bibliotecas com acervo especializado. Nas escolas e salas de aula, encontra-se muitas limitações para a prática da investigação e não há uma equipe com muita experiência para esse tipo de tarefa.

Mortimer (1999) e colaboradores apud Martins e Silva (2013 p. 8), explicam que a visão do conhecimento científico como socialmente construído e validado tem implicações importantes para a educação em ciências significando que a aprendizagem das ciências deve ser iniciada nas formas científicas de se conhecer.

Driver (1999) apud Martins e Silva (2013 p. 9), acrescenta que a aprendizagem de ciências não se justifica apenas em acrescentar conhecimentos dos jovens a respeito dos fenômenos organizando o senso comum, mas sim desafiar ideias anteriores mediante novos eventos. Aprender ciências, é inserir a criança e também o adolescente ao mundo natural através de novos pensamentos esses, mais próximo das práticas da comunidade científica.

A característica das atividades experimentais investigativas é aumentar o estado de conhecimento sobre fenômenos e aspectos da realidade, sobre as implicações de uma teoria ou um conjunto de teorias ou, ainda, sobre a consistência interna dela. Na linguagem científica, as fases e processos envolvidos em uma atividade investigativa para uma busca de um novo conceito deste tema, vale lembrar que o principal fator detonador neste caso será a problematização que conduziria ao aluno a reconhecer tal situação problemática e identificar seus desafios, resgatar seus conhecimentos prévios, assim como e onde essa se faz presente em sua vida, formular questões ou identificar processos que precisam ou merecem ser mais explicados ou assim descritos, definindo ou identificando os objetivos desta investigação. MARTINS E SILVA (2013 p. 10)

2.1 As reações de oxirredução e os radicais livres

Segundo Aragão (2000) apud Júnior e Silva (2014 p.61), afirmam que a fim de que haja explicações compreensíveis, previsões a fenômenos do cotidiano, é preciso que o ensino venha ter uma responsabilidade a construção do pensamento científico promovendo assim a elaboração de interpretações, explicações de forma compreensível.

No ensino do conceito de mecanismos de reações de oxidação-redução, frequentemente não se tem a preocupação em associar os conteúdos das disciplinas do ensino em geral com fenômenos que podemos observar no cotidiano, muitas vezes esclarecedores, como o escurecimento de tecidos

vegetais e a sua preservação na presença de algumas substâncias antioxidantes e/ ou condições experimentais que permitem maior conservação dos mesmos. As reações de oxirredução envolvem perda e ganho de elétrons, onde as espécies que ganham elétrons sofrem redução e as que perdem, sofrem oxidação. LUPETTI (2014 p. 48)

Como um dos resultados de reações de oxidação, o que interessa este estudo, os radicais livres, segundo Fiel, Cabral e Rodrigues (2013 P. 23) classifica-os como uma molécula com estruturação química que se forma dentro de nossas células, na mitocôndria celular. Estes por vez, provocam danos sobre órgãos e tecidos levando a doenças afetando o sistema imunológico, é nas mitocôndrias que todo processo químico acontece. E é nesse processo que o oxigênio corrói a célula lentamente. Como as mitocôndrias são centrais energéticas, elas combinam com o oxigênio e nutrientes para produzir energia para a funcionalidade de nosso organismo, resultando assim poluentes que denominam de radicais e são estes que agredem a própria parede das mitocôndrias comprometendo a produção de energia e como consequência, não há uma renovação celular e os defeitos não são corrigidos o que comprometem a funcionalidade dos órgãos levando a estes a falhar concebendo assim o envelhecimento.

Youngson (1995) apud Chorilli, Leonardi e Salgado (2007 p. 114), dizem que a maioria dos radicais livres age muito rapidamente, podendo ser produzidos com a mesma velocidade com que desaparecem, sendo que quando atacam podem transformar a molécula atacada em um outro radical livre, gerando reações em cadeia bastante danosas. Os radicais livres mais perigosos, ou seja, que geram danos ao nosso organismo, provém do oxigênio, e são o radical hidroxila (-OH) e o radical superóxido, que consistem em dois átomos de oxigênio associados (-O₂) com um único elétron não-pareado.

Verifica-se segundo Chorilli, Leonard e Salgado (2007 p. 114), que inicialmente o oxigênio forma o superóxido (-O₂), o qual pode ser espontaneamente dismutado, formando o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) ou então dismutado cataliticamente, através de uma enzima chamada superóxido dismutase (SOD). Há duas SODs principais no organismo: a CuZn SOD citoplasmática (contendo cobre e zinco na mesma molécula) e a Mn SOD (contendo manganês) que é mitocondrial. O H₂O₂ formado, por sua vez, ser-

metabolizado por duas enzimas: a catalase (CAT) e a glutathione peroxidase (GSHPx), enzima selênio-dependente. O H_2O_2 , em presença de metais de transição (Fe ou Cu), vai propiciar a formação do mais deletério dos radicais livres, ou oxirradicais, ou ainda espécie reativa de oxigênio, o radical hidroxila (-OH).

Segundo Pompella (1997) apud Lino (2013 p.19), tais características fazem dos radicais livres, moléculas altamente instáveis, com meia-vida curta e extremamente reativas. Devido à sua alta reatividade podem reagir com biomoléculas (proteínas, lipídeos, carboidratos e ADN), inativando-as.

Pompella (1997) apud Lino (2013 p.19) afirma que a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) *in vivo* é devido à catálise enzimática associada à transferência de elétrons no metabolismo celular ou exposição a fatores exógenos. Dentre as principais ERO podemos citar o radical hidroxila (-OH), o radical superóxido ($-O_2$), e o óxido nítrico (NO).

Sobre a defesa dos radicais livres, Mahan e Scott-Stump (1998 p.7) apud Santos (2013), diz que as vitaminas são substâncias orgânicas essenciais para a manutenção das funções metabólicas dos seres humanos, elas atuam como cofatores de reações enzimáticas.

Penteado (2003) apud Santos (2013 p. 8), cita fontes de vitaminas contendo antioxidantes que combatem o envelhecimento celular: vitamina A: é encontrada em óleo de fígado de bacalhau, fígado de frango, fígado de vaca, fígado de vitela, vegetais de folhas amarelas e verdes, frutas amarelas e vermelhas, cenoura, ovos e produtos de leite integral; vitamina C: é encontrada em frutas cítricas, acerola, laranja, caju, goiaba, kiwi, limão, morango, brócolis, couve-flor, repolho; vitamina E: é encontrada em óleos vegetais, óleo de gérmen de trigo, ovos, leite, fígado.

Acima desses conceitos teórico-científico, Lima (2000) apud Júnior e Silva (2014 p. 61), mencionam a realidade do ensino de química que muitas vezes este resume-se à memorização de fórmulas matemáticas, definições e nomenclatura de compostos, não havendo uma discussão de aspectos conceituais. Dessa forma, o aluno não consegue perceber a aplicabilidade dos conceitos em seu dia a dia. Muitas vezes, apenas usa as definições memorizadas em algum momento de avaliação, mas sendo incapaz de explicar

fenômenos do cotidiano com os conceitos químicos estudados. Complementa ainda dizendo que as mudanças no atual modelo de ensino são necessárias para que os alunos consigam relacionar o conhecimento químico com questões científicas, sociais, ambientais e tecnológicas. Dessa forma, Nunes et al (2009) apud Júnior e Silva (2014 p. 61), enfatizam que vem sendo defendida por diversos educadores e pesquisadores essa ideia, como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania e, ao mesmo tempo, proporcionar uma aprendizagem significativa de conteúdo.

Em síntese, Silva e Schnetzler (2010) apud Júnior e Silva (2014 p. 61) apontam que, na sociedade contemporânea, para o cidadão participar ativamente do seu meio, é preciso que este disponha de informações científicas que estejam vinculadas intrinsecamente com questões sociais e tecnológicas que afetem diretamente sua vida.

3. METODOLOGIA

Nessa atividade investigativa houve a participação de uma turma de ensino médio composta de 30 alunos em uma escola pública estadual de Belo Horizonte.

A atividade foi desenvolvida em um total de sete aulas durante o final do mês de abril a maio de 2016. A turma escolhida para esta atividade traz um perfil de alunos mais amadurecidos embora, apresentasse também alunos com problemas de aprendizagem e disciplina. Essa turma, apresentou maior participação, colaboração e organização, quesitos essenciais para a realização de atividades laboratoriais e atividades em grupo, uma vez que a escola não dispõe de professor de apoio.

Para desenvolver a atividade, as aulas foram realizadas de forma sequenciadas compreendendo os seguintes momentos:

- a) Sondagem inicial para conhecer as concepções dos alunos sobre o tema. Para isso utilizei um questionário (anexo 1) com perguntas objetivas.

- b) Uma atividade experimental que envolvia o enferrujamento de pregos e palha de aço (anexo 1). Atividade adaptada do livro didático Construindo Consciência, página 127 – livro 6^a ano;
- c) Discussão sobre as hipóteses levantadas;
- d) A sistematização no quadro dos conteúdos sobre oxirredução,
- e) A leitura e interpretação do texto 1 Radicais Livres, adaptado a partir dos trabalhos de Lino (2013), Antunes e Bianchil (1999), descrição e conceitos científicos sobre os radicais livres e Zanin (2016) em alimentos ricos em gordura saturada (anexo 2). Essa atividade consistiu na formação de grupos, leitura silenciosa do texto, discussão em grupo, transcrição dos radicais livres presentes no texto. Também foi pedido para que cada grupo fizesse uma lista dos alimentos que apareciam na tabela como corresponsáveis na formação de radicais livres. Por fim, foi pedido que todos os grupos apontassem doenças relacionadas aos radicais livres presente no texto.
- f) Segunda atividade experimental que envolvia bife de fígado bovino, água e extrato de cenoura, vidros com tampas (anexo 3). Essa atividade consistiu em extrair o extrato de cenoura e usá-lo ainda fresco. No segundo passo colocou-se um bife de fígado em um frasco de vidro contendo apenas água e outro bife em um outro frasco de vidro contendo apenas extrato de cenoura de forma que ambos os bifos ficassem completamente imersos. Estes dois frascos foram tapados e reservados no laboratório. Aos alunos, foi pedido para que levantassem hipóteses do que iria ocorrer a cada um dos bifos. Os vidros foram abertos após uma semana, e então os alunos puderam fazer comparações, levantamento de mais hipóteses e novas conclusões.
- g) E finalmente, a leitura e interpretação do texto 2 Vitaminas Antioxidantes (anexo 4). Esse texto foi uma adaptação dos trabalhos de Antunes e Bianchi (1999) e Santos (2013). Esse texto envolve o conceito científico de vitaminas e suas funções no organismo, seu principal papel como e na formação dos antioxidantes. O texto também traz as principais fontes de vitaminas que são ou formam antioxidantes protetores do organismo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

1ª aula: Sondagem dos conhecimentos prévios

Para dar início o conteúdo de reações de óxido-redução, iniciei a primeira aula lançando o tema como uma situação problema questionando a todos sobre seus conhecimentos e conceitos de ferrugem. Em seguida, passou-se um questionário já preestabelecido para que os alunos pudessem se expressar de forma individual. Essa atividade foi escrita no quadro da sala de aula.

Este questionário foi elaborado com a finalidade de sondar conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema a ser trabalhado. As questões eram do tipo: “O que seria a ferrugem”; “Se seu processo era físico ou químico”; “Onde ela estava presente em nosso cotidiano”; “Se ela só traz ao homem prejuízos”; “Se há um meio de combate-la”; “Se há, quais são estes meios”; “Qual o termo para se referir a ferrugem em uma linguagem científica”.

Todos os alunos responderam e em seguida todas as folhas foram recolhidas. Nesta primeira aula deixei apenas que os alunos participassem com suas ideias e suposições interferindo-me para auxiliá-los em alguns termos não relevantes à conclusão que esperava para este tipo de aula.

Diferentes respostas foram obtidas, muitas em linguagem empíricas e as demais sem muito nexos ao tema abordado. A esta proposição, Driver et., al (1994) apud Mortimer (1999 p. 34, revista QNESC), defende que os jovens já possuem vários esquemas de conhecimento utilizados para interpretar os fenômenos com que se deparam no seu dia-a-dia. Esses esquemas são fortemente apoiados pela experiência pessoal e pela socialização em uma visão de senso comum.

Após a conversa inicial, foi entregue um questionário pré-estabelecido para que pudessem responder de forma individual. O questionário foi elaborado com perguntas simples e o aluno deveria responder segundo os seus conceitos e conhecimentos.

Na busca de um conceito para a ferrugem, surgiram diferentes respostas, como por exemplo: “*ser resultado da exposição de um objeto contendo à umidade e ao tempo*”, “*a ferrugem é um tipo de fungo que dá no metal*”, “*é um tipo de*

oxidação que ocorre em alguns metais” e “também uma doença que dá nas plantas”, “seria o resultado da oxidação do ferro” e “seria a decomposição do ferro”.

Em resposta sobre a ferrugem ser um processo físico ou químico, boa parte dos alunos respondeu que se tratava de um processo químico e os outros propuseram ser um processo físico.

Sobre onde a ferrugem aparece em nosso cotidiano, foram obtidas diferentes respostas como: *“que ela estava presente em objetos contendo ferro encontrado em casa, praças assim em pregos, parafusos, porcas, correntes, portas e portões, fechaduras, chaves, moedas, molas, arame, etc”.*

Em relação à prejuízos ao homem, um bom número de alunos disse que esta trazia sim prejuízos e a mesma causa até a morte em se tratando de acidentes ocorridos com objetos enferrujados, no caso o tétano, caso este não seja tratado, e também que muitas construções podem ser corroídas pela ferrugem em seu interior.

Sobre meios de combatê-la, muitos propuseram vários meios como não deixando objetos que contenham ferro expostos a lugares úmidos, ou entrar em contato direto com o oxigênio e o que se pode fazer que estes objetos venham a ser recoberto com tintas ou outra substâncias que não os exponham às intempéries. Sobre o seu termo na linguagem científica, quase todos foram unânimes respondendo que era oxidação.

Nesta perspectiva de respostas, elas se articulam com o que Vygotsky (2005) apud Vieira (2007 p. 8), afirma ao dizer que a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte.

O indivíduo busca utilizar de conceitos já concebidos para construir um outro novo conceito partindo de pressupostos que acredita estar articulado com a situação problema em questão. Porém, deve-se apurar que o processo venha oferecer à abertura de um número considerável de fatores intencionados que conduzem à resolução de problemas de maneira clara e eficaz no processo educacional levando em consideração o surgimento de novas perguntas e novas hipóteses.

Para a segunda aula, foi pedido aos alunos que trouxessem fotos de objetos enferrujados, pequenos objetos enferrujados e escurecidos tipo pregos,

parafusos, pequenas latas, chaves, moedas, objetos de alumínio escurecidos, tipo latas de refrigerantes e canecas, porcas, correntes, fechaduras, pedaços de arame, molas, rolimã, esferas, pratos e copos esmaltados, martelo, alicate, serrote, pregos novos e palha de aço sem traços de ferrugem. E foi pedido a cada um para trazerem um pote de vidro com tampa, palha de aço e pregos não enferrujados para a próxima aula.

2ª aula: Atividade experimental 1 – Enferrujamento de pregos

Como metodologia para a segunda aula, foram usados os potes trazidos pelos alunos, béquer do laboratório da escola. Como não trouxeram o material que eu havia pedido que trouxessem, disponibilizei-o uma vez que já havia previsto que isso aconteceria. Depois de pregos e palha de aço não enferrujados que eu mesmo trouxe de casa, palha de aço não enferrujada e óleo de cozinha da própria escola e água da torneira. Os objetos citados foram utilizados para uma pequena experiência baseada no livro *Construindo Consciências - Ciências - 6º Ano*, (APEC, *Construindo Consciências*, 9º ano, Scipione, página 127). Consistiu em colocar pregos e palha de aço imersos tampados e destampados com óleo, sendo que nos dois potes foram colocados óleo e palha de aço e pregos foram imersos em ambos porém, um com tampa e outro sem tampa, nos outros a seguir, o óleo foi substituído por água da torneira, sendo feito a mesma ação. Toda a ação foi feita com a coparticipação de alunos, sendo estes direcionados a todo momento.

Nessa aula, não houve muita participação dos alunos não. Trouxeram os vidros com tampa porém, trouxeram dois ou três pregos e parafusos.

Como previa isto, já havia providenciado objetos necessários para a experiência desta aula. Martins e Silva (2013 p. 2) conceitua que a atividade investigativa é mais uma entre outras estratégias que o professor dispõe para diversificar sua prática pedagógica transformando aulas corriqueiras e muitas as vezes enfadonhas em aulas em que o aluno pode ser o próprio autor de sua aprendizagem. Neste patamar, há uma probabilidade de proporcionar ao aluno a busca pela autonomia, capacitando-o a tomar decisões e a pensar baseados em critérios definidos. Esta é um tipo de atividade centrada, basicamente, nos

alunos e visa, sobretudo conduzi-los a construir sua própria autonomia, capacitando-os a tomar decisões e pensar baseados em critérios definidos.

Nesta experiência, houve a coparticipação de alguns alunos, deixando que estes assumissem o papel de agentes na disposição dos objetos em que foram orientados. Tiveram a iniciativa de enumerar e dispor os vidros e béquer em ordem.

Para cada aluno foi passado uma folha em branco para que previssem o que ocorreria em cada frasco, a linguagem informal e conhecimentos não fundamentados predominaram, sendo que alguns procuravam titubeantes por termos próximos à linguagem científica para serem mais claros e demonstrar domínio sobre o assunto em questão. Isso proporcionou largo espaço para um debate na sala de aula.

Todos os educandos dispunham de suas ideias de forma a querer convencer a um e a outro e ao professor. Nesta perspectiva sobre a construção de uma nova linguagem Vygotsky (2005) apud Vieira (2007 p. 8), relata que a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte.

Após uma semana os frascos foram trazidos do laboratório para a sala de aula e expostos novamente para a apreciação de todos os alunos. Antes da discussão, o modelo atômico de Bohr, cada aluno foi lembrado na perspectiva da teoria da transferência e ganho de elétrons e a formação de uma espécie química. Agora lembrados pela teoria da transferência de elétrons e o modelo atômico de Bohr, cada aluno recebeu uma folha para que eles fizessem anotações sobre cada vidro.

Como o tempo da aula havia excedido, foi pedido para que os alunos fizessem a atividade em casa para ser discutida na próxima aula. Na aula seguinte, ninguém compareceu com a atividade feita como havia sido pedido. O objetivo das pretendidas hipóteses, em que não houve participação, seria de fato iniciar a parte teórica de reações de óxido-redução. Sendo assim, a atividade foi feita de forma oral, onde os alunos puderam se expressar em sua própria linguagem. A aula prosseguiu com o levantamento de situações problemas em que os alunos foram novamente questionados sobre o que eles achavam o que realmente havia acontecido com a palha de aço imersa em água. Houve variadas respostas, uns defendiam a ideia de que “a palha de aço

estava entrando em decomposição e quem estava causando o fenômeno seria a água”, alguns apoiavam a ideia de que “havia ali o resultado de oxidação, em que a água estaria oxidando o ferro presente na palha de aço”, houve alunos que disseram que “era o oxigênio presente na água que estava ‘roubando’ elétrons do ferro presente na palha de aço e por isso ela estava enferrujando”.

Alguns alunos permaneceram calados mas atentos ao que os demais pronunciavam. No que tange a linguagem e o mundo científico, as autoras Martins e Silva (2013 p.6), diz que o modo como o conhecimento disponível é utilizado representa outro aspecto do distanciamento existente entre a ciência aprendida na escola e a ciência praticada pelos cientistas.

Martins e Silva (2013 p. 6) complementam que na escola, os conceitos são apresentados de forma abstrata e distanciados do contexto que lhes deu origem. Observa-se de fato, que a aprendizagem que se parte do mundo teórico torna-se provavelmente bastante superficial a cada aluno expectante, cada um procura entender dentro da sua própria linguagem surgindo assim um pluralismo que muitas as vezes os distancia do mundo científico.

É mencionado nos PCNs (BRASIL 2008), sobre a compreensão que o aluno precisa ter em todas as áreas de Ciência e evidencia a compreensão e utilização dos conhecimentos científicos, para se entender e explicar o mundo e seu funcionamento, assim como o planejar, executar e propor constantemente intervenção sobre a realidade.

Ao que sugere os autores Martins e Silva (2013 p.6), dentro de uma concepção teórico-científica, nota-se às vezes o quão é neutralizado o esforço da linguagem quando esta não consegue atingir correspondência ao mundo daquele que está por ouvir. Cada um, pode estar em mundo particular muitas vezes ouvindo os seus próprios pensamentos e em muitos casos julgando e questionando em silêncio aquele que se pronuncia. Aquele que ouve, provavelmente é aquele que possui um maior senso de criticidade e aquele que mais exclui tantas oratórias que muitas vezes é obrigado a receber. É fato, que o educador muitas vezes, encontra-se em situações de linguagem bem distanciada ao que ouvidos atentos estão por escutar.

3ª aula: Discussão sobre a atividade experimental 1 e sistematização do conteúdo

Nessa aula, quando eu pedi aos alunos para que pegassem suas folhas com suas hipóteses sugeridas na aula anterior, poucos foram aqueles que haviam feito a atividade pedida. O objetivo destas hipóteses e seus comentários seriam um passo para a aula teórica de reações de óxido-redução. Os alunos foram novamente questionados sobre a experiência feita em outra aula envolvendo a ação da água sobre a palha de aço. Aos alunos foi lançado o desafio de levantar novas hipóteses de forma oral sobre o que realmente aconteceu com a palha de aço imersa na água.

Dois ou três alunos defenderam a ideia de que *“na palha de aço havia a presença de ferro e que a água havia oxidado a mesma, e, quem estava envolvido no fenômeno seria o oxigênio presente na molécula de água”*.

4ª aula: Leitura e Interpretação do texto 1: Radicais Livres

Para dar início ao tema Radicais Livres, a turma foi dividida em cinco grupos. Para cada grupo foi entregue um texto com o tema em questão. O texto intitulado de Radicais Livres era composto por duas páginas e se encontra no anexo 2 dessa monografia. O texto foi estruturado a partir dos trabalhos acadêmicos de Lino (2013) em “SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E CITOTÓXICA DE ANÁLOGOS DA CURCUMINA E HETEROCICLOS TIAZÓLICOS”, Antunes e Bianchil (1999) em “RADICAIS LIVRES E OS PRINCIPAIS ANTIOXIDANTES DA DIETA” e Zanin (2016) “ALIMENTOS RICOS EM GORDURA SATURADA”, encontrados na internet. Houve bastante impasses na interpretação do texto devido a uma linguagem bastante estranha a dos alunos.

A princípio, foi pedido aos alunos que apontassem as espécies químicas que já tinham conhecimento e o elemento químico mais comum em todas as estruturas. A todos os grupos foi pedido que fizessem leitura silenciosa e logo após que houvesse uma discussão sobre o texto. Foi pedido que apontassem os exemplos de radicais livres que apareciam no texto e que eles fizessem um apanhado sobre suas possíveis causas e seus malefícios para o organismo.

Em uma folha à parte os alunos anotaram os exemplos de radicais que apareciam no texto. Eles listaram alimentos e outros fatores que intensificavam

sua origem e os seus malefícios ao organismo. Também foi pedido a todos que apontassem uma espécie química que mais se fazia presente nas fórmulas moleculares nos diferentes exemplos de radicais livres contidos no texto ao que todos apontaram para o elemento químico oxigênio.

Para teorizar e conceituar reações de óxido-redução, Carvalho, Filho e Lupetti (2004 p. 48), afirmam que as reações de oxirredução envolvem perda e ganho de elétrons, onde as espécies que ganham elétrons sofrem redução e as que perdem, sofrem oxidação. E os mesmos autores enfatizam a ideia teórica quando dizem que no ensino do conceito de mecanismos de reações de oxidação-redução, frequentemente não se tem a preocupação em associar os conteúdos das disciplinas do ensino em geral com fenômenos que podemos observar no cotidiano, muitas vezes esclarecedores, como o escurecimento de tecidos vegetais e a sua preservação na presença de algumas substâncias antioxidantes e/ ou condições experimentais que permitem maior conservação dos mesmos. Em uma linguagem mais clara, há uma grande probabilidade do estudante não conectar o assunto estudado em questão a fenômenos do seu cotidiano.

Neste conceito científico, Mortimer (1999) e colaboradores citado por Martins e Silva (2013 p. 8), justifica que as ideias científicas construídas e validadas e sendo essas comunicadas através das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica; aprender ciências, portanto, envolve ser iniciado nas ideias e práticas da comunidade científica e tornar essas ideias e práticas significativas no nível individual. Isso prova a grande dificuldade que o aprendiz possui de tecer e receber de forma compreensível uma nova teoria científica.

Neste contexto, a aula então preparada, me rendeu um saldo de enorme frustração pois esperava que algum daqueles ouvintes e falantes pudessem justificar tanto esforço a minha comunicação.

Ainda sobre aula teórica, a dinâmica do fazer ouvir e participar de uma forma mais ou menos ativa, ao que parece ser, essas atitudes ainda continuam enfadonhas quase não despertando o interesse dos alunos. Nessa aula tive dificuldade na formação de grupos, um dos principais fatores foi que os alunos se recusavam a se sentar com alguns colegas, outros alegavam que alguns colegas predispunham de habilidades superiores aos demais de seus grupos.

Quanto ao texto, a sua leitura silenciosa foi bastante perturbadora devido ao perfil de alguns alunos com traços indisciplinados. Alguns, tiveram bastante dificuldade quanto à linguagem científica encontrada no texto. Reforço aqui, o que diz Vygotsky (2015) apud Vieira (2007 p. 8), sobre a construção de uma nova linguagem, em que a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. Nesse patamar, observa-se o quanto é imprescindível a participação mais direta do aluno na formação de sua aprendizagem, digo no sentido de formação e obtenção de um novo repertório ao que se refere à linguagem científica.

Sendo assim, como defende Martins e Silva (2013 p. 10), sobre as características das atividades experimentais investigativas sobre sua objetivação, estas elucidam que esse tipo de prática se faz necessário para aumentar o estado de conhecimento sobre fenômenos e aspectos da realidade, sobre as implicações de uma teoria ou um conjunto de teorias ou, ainda, sobre a consistência interna dela.

Sobre a construção de uma nova linguagem, que se vai fazendo ao passo que o estudante se insere ao mundo da ciência, Mortimer (2015), reforça a ideia de que essa linguagem venha ter uma correspondência ao mundo científico de forma que aos poucos a linguagem da ciência venha fazer parte de forma definitiva da vida do educando.

No decorrer da aula, quando eu pedi para que os alunos apontassem os radicais livres, mesmo já tendo uma prévia discussão sobre eles, alguns alunos ainda hesitaram em responder, mas conseguiram pôr fim apontar alguns. O que mais surpreendeu, foi o grande número de alunos que apontaram o elemento químico oxigênio constituinte de quase todas as fórmulas moleculares dos radicais livres.

No conceito de radicais livres, Anderson (1997) apud Lino (2013 p. 19), explica que os radicais livres são gerados nas próprias células, no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, ele aponta o elemento químico oxigênio participando de espécies químicas presentes em suas moléculas como fala no conceito a seguir.

A formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) *in vivo* é devido à catálise enzimática associada à transferência de elétrons no metabolismo celular ou exposição a fatores exógenos. Dentre as principais ERO podemos citar o radical hidroxila (OH), o radical superóxido (O₂·), e o óxido nítrico (NO.) ANDERSON (1997) apud LINO (2013 p. 19).

Neste contexto, mostra que o aluno já começa a se aproximar da linguagem científica, mesmo que essa ainda não tenha se tornado compreensível ao seu cotidiano.

Mais interessante ainda, foi alguns alunos associarem a ação dos radicais livres como um agente ou resultado de uma reação de óxido-redução confrontando com a ideia da primeira experiência feita com água e palha de aço, agora com a linguagem de oxidação.

Usando o termo reação de óxido-redução, aproxima-se do contexto científico exposto por Carvalho, Filho e Lupetti (2004 p. 48), em que esses enunciam que as reações de oxirredução envolvem perda e ganho de elétrons, onde as espécies que ganham elétrons sofrem redução e as que perdem, sofrem oxidação. Nesse instante, os questionei como seria possível e como se faria essa ação dos radicais livres no organismo e “por que” e “o quê” estes oxidariam no organismo. Os alunos não conseguiram elaborar uma resposta para esses questionamentos.

5^a aula: Atividade Experimental 2 – Entendendo a ação dos Antioxidantes

Na quinta aula, os alunos participaram de uma experiência envolvendo cenoura, bife de fígado bovino, água, frascos de vidro com tampas (ver roteiro 3). Esse experimento é uma adaptação da experiência que envolve peróxido de hidrogênio (água oxigenada) e bife de fígado disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/catalase-em-acao-ou-nao/685>. Nessa mesma aula adaptada, foi retirado o extrato de cenoura com o auxílio de um liquidificador e peneira. O bife de fígado bovino foi laminado com o auxílio de uma faca. Em seguida, os bifos de fígado foram inseridos nos potes, sendo colocados um a um em potes diferentes. Em seguida um dos

potes foi adicionado água e ao outro adicionado com extrato de cenoura, sendo que um bife ficou imerso em água pura e o outro em extrato de cenoura. Ambos foram tampados e levados ao laboratório.

Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo recebeu uma folha para preverem o que iria acontecer com os bifos imersos nos potes. Foi dado um tempo para que cada grupo cumprisse sua tarefa e logo em seguida todos puderam comentar e expor suas opiniões.

Pôde-se comprovar que na atividade experimental, é notável o dinamismo de algumas habilidades que surgem ou são reforçadas, mas destaca-se ainda a intervenção do professor como aquele que conduz e assegura a linguagem dentro do mundo científico.

Um fato que mais se destacou nas discussões entre os grupos sobre o que aconteceria ao bife bovino imerso na água e no extrato de cenoura, foi quando uma aluna levantou uma hipótese de que a água oxidaria o bife de fígado bovino e o extrato de cenoura o protegeria.

Segundo esta mesma aluna sua hipótese era que o oxigênio presente na água agiria sobre o fígado assim como esta agiu sobre a palha de aço causando sua oxidação referente à primeira experiência e que embora existisse água no extrato de cenoura havia algo presente nele que protegeria mais o bife não permitindo sua total oxidação.

Alguém questionou a aluna sobre qual parte do bife a água iria atuar para a possível oxidação e que substância havia no extrato de cenoura que impediria que a água atuasse menos, ao que ela respondeu ainda com muita insegurança que deveria ter alguma “coisa” na célula que reagiria com os radicais livres exercendo “oxidação” e havia algo no extrato de cenoura que ligava diretamente aos radicais livres impedindo estes de “retirarem elétrons das células”.

A mesma aluna falou sobre alimentos que proporcionaria maiores quantidades de radicais no organismo e esses causaria danos às células causando o seu envelhecimento.

A linguagem da aluna configura o que Cabral, Fiel e Rodrigues (2013) defendem, afirmando que os radicais livres provocam danos sobre órgãos e tecidos levando a doenças afetando o sistema imunológico, e é nas mitocôndrias que todo processo químico acontece. E é nesse processo é que o

oxigênio corrói a célula lentamente. Como as mitocôndrias são centrais energéticas, elas combinam com o oxigênio e nutrientes para produzir energia para a funcionalidade de nosso organismo, resultando assim poluentes que são denominados de radicais e são estes que agredem a própria parede das mitocôndrias, não há uma renovação celular, concebendo assim o envelhecimento.

Para que esta aluna chegasse a este conceito, foi preciso intervenções da minha parte, digo em questão de termos científicos corretos. Isto implica na teoria de Piaget sobre a questão do desenvolvimento do pensamento científico que o professor deve intermediar quando for preciso para que o aluno chegue às vezes a um conceito científico.

6ª aula: montagem do estande

Na sexta aula, foi trabalhado um texto falando sobre antioxidantes e diversos alimentos que os contém. A turma foi dividida em grupos e cada um recebeu o texto para que pudessem debater entre si. Foi dado um momento para que cada grupo discutisse e foi passado uma folha para que todos listassem os antioxidantes presentes no texto e diferentes tipos de alimentos e vitaminas onde estes eram encontrados.

7ª aula: Leitura e Interpretação do texto 2: Vitaminas e Antioxidantes

Na sétima aula, os frascos contendo bife de fígado imerso em água e extrato de cenoura foram trazidos do laboratório e colocados em uma mesa para que todos os grupos pudessem julgar sobre o que eles achassem que teria acontecido com o bife de fígado. Os frascos contendo palha de aço com água também foram expostos ao lado para que estes pudessem fazer uma analogia da ação da água sobre o bife imerso apenas em água. Cada grupo fez anotações hipotéticas e em seguida os bifos foram retirados dos potes e em seguida colocados em vidros de relógio para a apreciação de todos.

Com o estande já montado, eles anotaram na folha o que supunham ter acontecido agora com o bife de fígado bovino imerso em água pura e no extrato de cenoura. Alguns diziam que a água teria atacado diretamente o

fígado através da espécie química hidroxila por ela formado, agindo como radical livre causando o apodrecimento do fígado.

Outros diziam que no fígado havia íons de ferro e por isso ela o atacava retirando elétrons como foi o caso da palha de aço. Dois ou três diziam que a água havia retirado elétrons do fígado. Essa afirmação, aproxima-se ao que Lupetti (2014 p. 48) fala sobre as reações de óxido-reduções, que nessas há transferência de elétrons entre substâncias fazendo com que o número de oxidação de uma substância aumente enquanto o da outra substância diminui.

Reiterando as hipóteses, alguns citavam a ação de possíveis radicais livres que a água formava que levaria ao ataque nas células do fígado causando seu aspecto apodrecido e mau cheiro, fenômeno este que julgaram ser a retirada de elétrons presentes no bife.

Ampliando um pouco mais esta interpretação, haveria uma possibilidade interpretativa ainda que enfraquecida no contexto em que Lino (2013) explica na linguagem de Anderson (1996), que a ocorrência de um desequilíbrio entre a geração de radicais livres e a capacidade do organismo em neutralizá-los e quando este não consegue controlar a grande produção de radicais livres, podem ocorrer danos e até a morte celular o que possivelmente, na linguagem dos alunos, foi a causa do mal aspecto e apodrecimento do bife imerso apenas em água.

Quando foi aberto o frasco contendo o bife de fígado bovino imerso no extrato de cenoura, os alunos apontaram que não havia nenhum cheiro acentuado que incomodasse assim como o caso do primeiro frasco aberto contendo o bife imerso em água. Nessa interpretação várias hipóteses foram levantadas pelos alunos. Como puderam analisar o aspecto entre os dois bifos, estes apontaram que o bife imerso no extrato de cenoura estava com aspecto bem melhor do que o bife imerso apenas em água.

Alguns diziam que o extrato de cenoura havia protegido o bife, outros comentavam que havia algo no extrato que protegia os íons de ferro presentes no bife. Foi quando alguns disseram que possivelmente deveria haver alguma espécie química no extrato de cenoura que protegia o bife do ataque da hidroxila da água não permitindo a retirada de elétrons do fígado, não ocorrendo reação de óxido-redução entre a água e possivelmente íons de ferro presentes no fígado. Que possivelmente seria o beta caroteno, citado como um

antioxidante como cita Penteado (2003) apud Santos (2013 p. 8) quando este cita fontes de vitaminas contendo antioxidantes que combatem o envelhecimento celular na vitamina C presente em muitos alimentos assim como a cenoura.

Os alunos citaram a vitamina C como um possível agente antioxidante impedindo que o fígado ganhasse proporções danosas maiores, funcionando como uma proteção da ação da hidroxila, um radical livre, as suas células.

Neste contexto, há uma probabilidade, na linguagem e interpretação dos alunos na citação de Santos (2013) apud Dolinsky (2009), Bianchi e Antunes (1999), quando este defende que os antioxidantes são substâncias que, quando presente em pequenas concentrações comparadas com o substrato oxidável, possivelmente as espécies químicas hidroxilas formadas pela água presente no extrato de cenoura, retardam ou inibem de forma significativa a oxidação desse substrato, são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células.

É memorável uma das hipóteses citada por alguns alunos quando estes comparam este fato com o caso da proteção de objetos contendo ferro, estes fizeram uma analogia entre a tinta que cobre superfícies contendo ferro, deveria funcionar como um antioxidante aos objetos não expondo estes ao seu enferrujamento ou seja, a perda de elétrons dos objetos contendo ferro para o oxigênio periférico e as moléculas de água suspensas no ar.

Segundo os alunos, haveria a possibilidade da formação de espécie química hidroxila através da água periférica o que possibilitaria a retirada de elétrons dos objetos caso não houvesse a proteção da tinta. Porém nestas proporções de conhecimentos, observação e anotações a maioria já utilizavam o termo científico para este fenômeno o conceito de oxidação.

Os alunos foram avaliados através de suas suposições e hipóteses anotadas em folhas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável o rendimento e o entusiasmo do aluno na escola quando este se torna agente e construtor de sua aprendizagem e quando este é chamado a

ser agente participante de seu aprendizado, embora a princípio isto aconteça de forma ainda com certa dificuldade. Esta é uma das principais conclusões que se encerra este trabalho.

Pude perceber também, quão defasados eles estão em termos e conceitos sobre coisas tão presentes em seu cotidiano e também notar que se encontram extremamente habituados a esperar sempre do professor. Nota-se certo desconforto em cada um quando estes são chamados a participar. Pude perceber a dificuldade que possuem em formar grupos e a resistência de se aproximarem um dos outros.

Ao trabalhar com eles reações de óxido-redução, vi que muitos identificavam este processo apenas em fenômenos que identificavam como ferrugem, em nenhum momento apontou esse processo como algo que acontece em vários outros aspectos na natureza.

As concepções apresentadas para as de reações de oxirredução pautava apenas em objetos que continham ferro. Limitavam-se apenas em conceitos usando uma linguagem empírica que se reduzia em poucas palavras.

Por meio deste trabalho, pude notar o quão distante e, às vezes, quase sem conexão alguns assuntos abordados em sala de aula se contradizem ao cotidiano do aluno. O trabalho meramente teórico nesse momento, torna-se um falatório e uma repetição dolorosa de termos tão enfadonhos que torna a sala em um ambiente angustiável, uma atmosfera tensa e nada atrativa do que chamamos de educação.

É preciso aprender a planejar. Urge uma necessidade de trazer o aluno mais a ativa, participante de seu aprendizado, autor de sua vida de estudante. É preciso que o professor se avalie a cada instante, adequando seus métodos de ensino às dificuldades e necessidades do jovem atual. Necessita-se refletir a eficácia dos planos de aula e torna-los mais flexíveis.

Em se tratando de métodos tradicionais de transmissão de conhecimentos e tecnologias atuais, é possível que muitos educadores não venham a atingir seus objetivos driblando a grande influência que trazem os meios tecnológicos do mundo atual, embora nem todos se declinam a ignorá-los, trazendo esses a seu favor como mais um recurso pedagógico. Digo isto ao grande problema que tive devido ao uso do celular nas minhas aulas na

turma onde desenvolvi este trabalho, o de pedir constantemente que deixassem de lado o aparelho, o que foi quase um pedido em vão.

Por esses e outros motivos, é que se torna um grande desafio das aulas se tornarem mais atrativas às informações paralelas à educação que a tecnologia bombardeia cada aluno. Em contrapartida uma melhor opção a se fazer é inseri-la ao aprendizado como mais um recurso pedagógico para se alcançar determinados objetivos no processo educacional.

Os alunos não tinham nem uma noção do que era uma reação de oxirredução, transferência eletrônica, radicais livres, alimentos à base de gorduras saturadas, antioxidantes, vitaminas encontradas em alimentos que funcionam como protetores celulares exercendo papel de antioxidante. Muitos não sabiam o que era em si uma boa alimentação. Segundo alguns, alimentos era simplesmente algo que matasse a fome. Em termos de nutrição, muitos não sabiam responder que as células precisam de fontes seguras para sua manutenção.

A partir de tanta defasagem, percebi que posso sim usar o livro didático como instrumento, mas esse não é nada mais do que um recurso didático a ser utilizado para transformar seu conteúdo, quando possível, em buscas de novos conceitos e novas hipóteses.

Noto que as aulas cotidianas, em especial por ser química, precisa se tornar em aulas práticas com bastante tendência à investigação.

A participação do aluno nesta atividade foi de extrema importância no contexto da construção de novos conceitos, anotações e novas hipóteses. Foi marcante quando vi a maioria de meus alunos tentando o máximo, mesmo que errantes, buscando, criando novas expectativas, novos conceitos e novas hipóteses.

Sobre minha forma de avaliar, notei que é preciso que eu mude meu jeito de avaliar também. Que é preciso dar mais crédito ao que o aluno pronuncia mesmo que seja algo de puro empirismo e muitas vezes titubeante.

Trata-se de uma arte transformar sua linguagem antes cheia de vícios e erros, em algo com mais refino à luz da ciência. É louvável ver quando o aluno sai do plano de expectador para o plano de agente construindo ou reformulando sua linguagem no mundo científico. É gratificante ouvir o aluno

dizendo que “aula hoje foi muito boa”, ou este mesmo questionando: “a aula hoje será igual a daquele dia professor? Pois ela foi maravilhosa.”

Creio que todos anseiam e carecem de novas expectativas. E é bem provável que na verdade, este quer ser participante de seu aprendizado, quer deixar a sua marca em sua busca pela sua educação. O aluno muitas às vezes, quer ser aquele que faz, que possui mesmo que seja uma ação errante porém quer estar ali, este quer e precisa ser notado o tempo todo.

O objetivo deste trabalho era levar ao aluno a entender reações de óxido-redução ligados a fatos do seu cotidiano. Deixar que esse interpretasse o processo de oxidação dos objetos e que pudesse inferir esse fenômeno à formação dos radicais livres, criando seu conceito sobre os mesmos, onde estão, como são formados, se estes trazem alguma consequência, se há fatores que os acentuam no organismo, se há meios de combatê-los neste caso, os antioxidantes. Esse objetivo foi alcançado.

Um dos objetivos foi auxiliar o aluno a criar um senso crítico sobre alimentos que não traduzem uma boa qualidade de vida e ainda apontar aqueles que fazem parte de uma dieta ideal ao organismo, isso foi também concretizado.

Portanto, voltar apenas para o plano inerte, o livro tão taciturno sobre a mesa é dar-lhes mais importância do que na verdade que se encontra em cada cabeça ali presente, é duvidar que o aluno possa ser autor de seu aprendizado.

Ao contrário, transformar a sala de aula em um laboratório cheio de novas ideias, novos conceitos, cheio de dúvidas e buscas, abre um espaço de criatividade, de novas descobertas e novas hipóteses e quem sabe novas buscas neste vasto mundo científico.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, L. C., FILHO, O. F., LUPETTI, K. O. **Um estudo sobre a Oxidação Enzimática e a Prevenção do Escurecimento de Frutas no Ensino Médio.** São Paulo – SP. 2004.
- CHORILLI, M., LEONARDI, G. R., SALGADO, H. R. N. **Radicais Livres e Antioxidantes: conceitos fundamentais para aplicação em formulações farmacêuticas e cosméticas.** Piracicaba – SP. 2007
- DINIZ, R. E. S., OKADA, F. K., POSSOBOM, C. C. F. **Atividades Práticas de Laboratório no Ensino de Biologia e de Ciências. Relato de uma Experiência.** Botucatu. SP. 2007.
- FIEL, L. M. S. R., CABRAL, B. N., RODRIGUES, E. B. **Radicais Livres: O envelhecimento celular que ocorre durante a respiração.** Belém – Pará. 2013.
- JÚNIOR, A. I. D., SILVA, J. R. R. T. **Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio segundo a Abordagem CTS.** São Paulo – SP. 2014
- LINO, C. I. L. **Síntese e Avaliação das Atividades Antioxidantes e Citotóxica de Análogos da Curcumina e Heterociclos Tiazólicos.** Belo Horizonte – MG. 2015
- MARTINS, C. M. C., SILVA, N. S. **Ensino de Ciências com Caráter Investigativo.** CECIMIG. Belo Horizonte - MG. 2013
- MORTIMER, E. F. **Construindo conhecimento científico na sala de aula. Revista Química Nova na Escola.** Belo Horizonte – MG. 1999
- PCN. Brasil 2008
- SANTOS, M. P. **O Papel das Vitaminas Antioxidantes na Prevenção do Envelhecimento Cutâneo.** Santa Rosa - RS.2013
- VIEIRA, A. F. A. **A Formação de Conceito na Perspectiva de Vygotsky.** Brasília. 2007.

ANEXO 1:

EXPERIÊNCIA COM PALHA DE AÇO, PREGOS, ÁGUA E ÓLEO DE SOJA

Fonte: Atividade adaptada da coleção Construindo Consciência, página 127 – livro 6ª ano.

OBJETIVOS: Observar, pontuar, prever hipóteses e fazer anotações sobre o que irá acontecer com os pregos e a palha de aço imersos em água e em óleo.

MATERIAIS UTILIZADOS: Potes de conserva de vidro limpos e com tampa, água da torneira em temperatura ambiente, óleo de soja, palha de aço e pregos novos (sem traços de oxidação).

PROCEDIMENTO

- Colocar os pregos e a palha de aço juntos em cada um dos potes;
- Preencher os potes um com apenas água e outro com óleo de soja;
- Tampar os potes e reserva-los no laboratório.

Obs.: os potes deverão ser tampados e reservados por um período de dias.

QUESTIONÁRIO

Responda de acordo com os seus conhecimentos:

- a) O que é a ferrugem?
- b) Seu processo é físico ou químico?
- c) Onde ela se faz presente em nosso cotidiano?
- d) Ela traz ao homem apenas prejuízos?
- e) Há meios de combater-la? Se há, cite-os.
- f) Como ela é vista e qual o termo mais correto para se referir sobre ela no mundo científico?

ANEXO 2

RADICAIS LIVRES

Radicais livres são moléculas orgânicas e inorgânicas ou átomos que contêm um ou mais elétrons desemparelhados e existem independentes (LINO 2013).

As moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres (Halliwell, 1994). Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas. A presença dos radicais é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais (Pompella, 1997).

Exemplos:

$^1\text{O}_2$ oxigênio singlete

- radical superóxido

$\text{OH}\cdot$ radical hidroxila

$\text{NO}\cdot$ óxido nítrico

$\text{ONOO}\cdot$ peroxinitrito

$\text{Q}\cdot$ radical semiquinona

Os radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (Anderson, 1996; Yu & Anderson, 1997). Entre as principais formas reativas de oxigênio o O_2^- apresenta uma baixa capacidade de oxidação, o $\text{OH}\cdot$. Mostra uma pequena capacidade de difusão e é o mais reativo na indução de lesões nas moléculas celulares. O H_2O_2 não é considerado um radical livre verdadeiro, mas é capaz de atravessar a membrana nuclear e induzir danos na molécula de DNA por meio de reações enzimáticas (Anderson, 1996).

A formação de radicais livres ocorre via ação catalítica de enzimas, durante os processos de transferência de elétrons que ocorrem no metabolismo celular e pela exposição à fatores exógenos (Quadro 1). O desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que resulta na indução de danos celulares pelos radicais livres tem sido chamado de estresse oxidativo (Sies, 1993).

Endógenas

Respiração aeróbica
Inflamações
Peroxisomos
Enzimas do citocromo P450

Exógenas

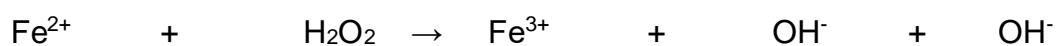
Ozônio
Radiações gama e ultravioleta
Medicamentos
Dieta
Cigarro

A produção de uma grande quantidade de radicais livres pode causar danos e morte celular (Anderson, 1996).

Algumas doenças relacionadas com a geração de radicais livres:

Artrite	Disfunção cerebral
Aterosclerose	Cardiopatias
Diabetes	Enfisema
Catarata	Envelhecimento
Esclerose múltipla	Câncer
Inflamações crônicas	Doenças do sistema imune

Exemplo de formação do radical hidroxila por meio da reação do H₂O₂ com metais de transição.



Onde classifica-se como radical livre a espécie química OH^- .

O radical superóxido (O^-_2), além de causar danos celulares, tem seus efeitos ampliados, uma vez que ele pode produzir outros tipos de radicais livres e agentes oxidantes (LINO 2013).

Entre as causas externas mais prováveis de formação de radicais livres no nosso corpo encontram-se:

- Poluição ambiental e gases de escapamentos de veículos;
- Raios X e radiação ultravioleta do sol;
- Fumo e fumaça de cigarro e o álcool;
- Resíduos de pesticidas;
- Substâncias tóxicas presentes em alimentos e bebidas (aditivos químicos, hormônios, aflatoxinas, etc);
- Stress e alto consumo de gorduras saturadas (frituras, embutidos, etc)

A tabela a seguir contém uma lista de alimentos com a quantidade de gordura saturada presente em 100g do alimento.

Alimentos	Gordura Saturada por 100 g de alimento	Calorias (kcal)
Banha de porco	26,3 g	900
Bacon grelhado	10,8 g	445
Bife de vaca com gordura	3,5 g	312
Bife de vaca sem gordura	2,7 g	239
Frango com pele assado	1,3 g	215
Leite	0,9 g	63
Salgadinho de pacote	12,4 g	512

Bolacha recheada	6 g	480
Lasanha à bolonhesa congelada	3,38 g	140
Salsicha	8,4 g	192
Manteiga	48 g	770

ANEXO 3

EXPERIÊNCIA COM EXTRATO DE CENOURA, BIFE DE FÍGADO E ÁGUA

OBJETIVOS

- Observar, pontuar, prever hipóteses e fazer anotações sobre o que irá acontecer com um dos bifos de fígado bovino imerso no extrato de cenoura e o outro imerso em água pura;
- Supor, se possível, espécies químicas, se existem, que se interagiram ou não, se haverá diferença entre os bifos por estarem imersos em líquidos diferentes.
- Prever se haverá alguma espécie química que irá interagir com os bifos tanto na água quanto no extrato de cenoura.
- Prever se há alguma espécie química na água que irá interagir com o bife e o mesmo com o extrato de cenoura supondo quais são.

MATERIAIS UTILIZADOS: vidros de conservas limpos e com tampa, liquidificador, peneira, béquer, água da torneira, extrato fresco de cenoura, bifos de fígado bovino.

PROCEDIMENTO

- Lavar bem as cenouras e tritura-las no liquidificador;
- Coar o suco de cenoura e conserva-lo em um pote de vidro com tampa;
- Colocar água da torneira em outro vidro também com tampa;

- Separar dois bifes de fígado com mesmo aspecto mergulhando um no pote contendo extrato de cenoura e outro contendo água;
- Tapar os vidros e reserva-los no laboratório.

ANEXO 4

VITAMINAS ANTIOXIDANTES

As vitaminas são substâncias orgânicas essenciais para a manutenção das funções metabólicas dos seres humanos. (MAHAN; SCOTT-STUMP, 1998).

Testes clínicos e laboratoriais demonstraram fortes evidências que as vitaminas assumem importantes funções na proteção, correção e renovação da pele, além de assumir essas funções também nos cabelos e unhas.

Antioxidantes são substâncias que, quando presente em pequenas concentrações comparadas com o substrato oxidável, retardam ou inibem de forma significativa a oxidação desse substrato, são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células (DOLINSKY, 2009; BIANCHI, ANTUNES, 1999).

O organismo possui uma série de mecanismos naturais de proteção no organismo para controlar a peroxidação e inativar, ou eliminar os radicais livres, ou ainda podem impedir a transformação desses radicais em produtos mais tóxicos para as células. Os antioxidantes naturais ou não-enzimáticos obtidos da dieta, são as vitaminas A, C e E. O sistema antioxidante, evita danos celulares, alterações proteicas e o desenvolvimento de patologias, essa defesa também protege a pele da formação dos radicais, estimulada pelos raios ultravioletas. Contudo, ao longo dos anos esse potencial antioxidante natural vai reduzindo sua função (DOLINSKY, 2009; SCOTTI; VELASCO, 2003; PENTEADO, 2003; BIANCHI, ANTUNES, 1999).

Para que as enzimas endógenas realizem seu trabalho de forma satisfatória é necessária a presença de alguns minerais como zinco, cobre e selênio, e também quantidades de proteínas de boa qualidade e vitaminas. O cobre e o zinco são importantes para a produção da superóxido dismutase dentro da

mitocôndria, onde a maior parte dos radicais livres é produzida, já o selênio é essencial para formação da glutathiona peroxidase. A vitamina C e outras do complexo B são necessárias para produção de catalase extra (DOLINSKY, 2009).

Os antioxidantes obtidos da dieta são indispensáveis para a defesa apropriada contra oxidação, e, portanto, tem importante papel na manutenção da saúde. Acredita-se que pelo menos parte do efeito benéfico de uma dieta rica em frutas e vegetais está na variedade de antioxidantes vegetais que podem funcionar como suplementos benéficos para o ser humano. Eles previnem os danos provocados pelos radicais livres oferecendo a estes o elétron que lhes faltam, assim o radical livre estabiliza-se, não rompendo os elétrons de outras células (SHILS, et al., 2009; CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007; NEDEL, 2005).

As vitaminas C, E e o beta caroteno (também encontrado na cenoura) são consideradas excelentes antioxidantes, capazes de sequestrar os radicais livres com grande eficiência. Entretanto, há ainda outras substâncias que atuam como antioxidantes como os bioflavonóides, coenzima Q10, licopeno, as isoflavonas, as catequinas, entre outras. (NEDEL, 2005; BIANCHI, ATUNES, 1999).

VITAMINA A

FONTES: Óleo de fígado de bacalhau, fígado de frango, fígado de vaca, fígado de vitela, vegetais de folhas amarelas e verdes, frutas amarelas e vermelhas, cenoura, ovos e produtos de leite integral.

VITAMINA C

FONTE: Frutas cítricas, acerola, laranja, caju, goiaba, kiwi, limão, morango, brócolis, couve-flor, repolho.

VITAMINA E

FONTES: Óleos vegetais, óleo de gérmen de trigo, ovos, leite, fígado.

