



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

JORGE DA SILVA MARTINS

**ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE SENTIDOS E SIGNIFICADOS SOBRE A REAÇÃO  
DE OXIRREDUÇÃO PELOS ESTUDANTES A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA SOBRE BAFÔMETRO**

RECIFE

2019.

JORGE DA SILVA MARTINS

**ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE SENTIDOS E SIGNIFICADOS SOBRE A REAÇÃO  
DE OXIRREDUÇÃO PELOS ESTUDANTES A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA SOBRE BAFÔMETRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para obtenção do título de graduação.

Orientador (a): Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

RECIFE

2019.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- 386a Martins, Jorge  
ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE SENTIDOS E SIGNIFICADOS SOBRE A REAÇÃO DE OXIRREDUÇÃO PELOS ESTUDANTES A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE BAFÔMETRO / Jorge Martins. - 2019.  
58 f. : il.
- Orientadora: Edenia Maria Ribeiro do Amaral.  
Inclui referências e apêndice(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2020.
1. reação de oxirredução. 2. sentidos. 3. significados. 4. conceito. 5. ensino de química. I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orient. II. Título

JORGE DA SILVA MARTINS

**ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE SENTIDOS E SIGNIFICADOS SOBRE A REAÇÃO  
DE OXIRREDUÇÃO PELOS ESTUDANTES A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA SOBRE BAFÔMETRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para obtenção do título de graduação.

Orientador (a): Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do  
Amaral

Em: / /

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Orientadora)

DQ/ UFRPE

---

Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira

DED/ UFRPE

---

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

DQ/ UFRPE

*Dedico este trabalho ao Colégio e Curso Arco, na pessoa da Professora Lilásia Maria Guerra, que com as palavras de Paulo Freire me ensinaram que: “educar é impregnar de sentido o que fazemos a cada instante”.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, autor da minha vida, companheiro fiel de todos os momentos, que me permitiu estar aqui e que me dá forças para seguir sempre em frente em busca da realização dos meus sonhos.

Aos meus pais, Jorge Batista e Ginalva Marques, por todo o amor, força e confiança que depositaram em mim. Se cheguei até aqui, foi graças ao grande amor que sinto por vocês.

A minha magnífica orientadora, Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral, pela orientação, compreensão e ensinamentos compartilhados, pelo carinho e cuidado sempre externados e por ter aceitado enveredar neste sonho junto comigo.

Aos professores, Dra. Helaine Sivini Ferreira e Dr. José Euzébio Simões Neto, pela disponibilidade com que leram e interagiram com o trabalho e pelas valiosas colaborações para a construção desse.

A Dra. Manuella Vieira e a Dra. Ruth Firme, por todo o apoio que me deram nessa caminhada do IFPE até a universidade e por serem, para mim, referências enquanto professor.

A minha família, por sempre estarem de mãos dadas comigo nos diversos desafios mesmo quando estes não fazem sentido para eles, em especial a: meu irmão Jeferson, a minha avó Josefa, a meus avós paternos Ilza Martins e Jorge Bartista (*in memoriam*) e as minhas tias Gilvanete, Fernanda, Estela, Maria Aparecida, Gilvaneide, Gricélia e Graucinete.

Ao meu noivo e futuro esposo Professor Felipe Ângelo, pela cumplicidade, incentivo, apoio, paciência e compreensão nesses 4 anos de graduação e de namoro.

Aos amigos que fiz ao longo do curso e que levarei para a vida, em especial: Daniely, Mikelâne, Maria, Luciana, Suzi, Bianca e Humberto, por todos os momentos de dificuldades e alegrias que passamos juntos.

Aos meus amigos de caminhada na igreja Deise, Rodrigo, Brooke, Agnaldo, Madson e ao Monsenhor Sérgio Pereira por muitas vezes terem indo além do rezar para me ajudar.

As professoras Evani, Rosângela e Pérola, pelas vezes que se sobrecarregaram nas atividades como docente para me ajudarem.

Aos programas da universidade dos quais participei e as instituições onde trabalhei ao longo da graduação.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o cumprimento dessa etapa em minha vida, foi a partir dos sentidos atribuídos por vocês que construímos o significado deste momento.

## RESUMO

A presente monografia teve como principal objetivo analisar o processo de construção de significados e atribuição de sentidos sobre reação de oxirredução, vivenciado por estudantes quando estão engajados em atividades estruturadas em uma sequência de ensino e aprendizagem com a temática bafômetro. O caminho metodológico foi constituído por: planejamento e estruturação de uma sequência de ensino e aprendizagem (TLS), a partir da perspectiva de Méheut (2005) e da teoria do perfis conceituais proposta por Mortimer (1995) para investigar o processo de construção de significados; aplicação e análise das etapas vivenciadas ao longo da sequência. Em meio às etapas da sequência, foram aplicados dois questionários com uma turma de 3º ano do Ensino Médio, um para o levantamento de concepções prévias sobre as reações de oxirredução e o outro associado a uma atividade experimental de “simulação do bafômetro”. A partir das respostas obtidas observamos que, de forma geral, os estudantes não apresentaram significados bem construídos acerca da definição de uma reação de oxirredução e isso é justificado pelos sentidos que eles atribuem ao conceito não terem uma relação mais próxima com o significado cientificamente aceito. Assim, a partir do processo de conceituação, analisado pelos processos de aprendizagem traçados pelos estudantes, percebemos como cada indivíduo compreende os conceitos a partir dos sentidos e significados que eles atribuem em suas particularidades. E que, muitas vezes, no processo de apropriação de um conceito científico, é comum fazer uso dele sem realmente compreender sua significância, usando apenas sentidos fluidos que variam dependendo dos contextos.

Palavras-chaves: reação de oxirredução; sentidos; significados; conceito e ensino de química.



## ABSTRACT

The main objective of the present monograph was to analyze the process of meaning construction and attribution of senses about the oxireduction reaction, experienced by students when they are engaged in structured activities in a teaching and learning sequence with the breathalyzer thematic. The methodological path was constituted by: planning and structuring a teaching and learning sequence (TLS), from the perspective of Méheut (2005) and the conceptual profile theory proposed by Mortimer (1995) to investigate the process of meaning construction, application and analysis of the steps experienced throughout the sequence. Amidst the steps of the sequence, two questionnaires were applied to a 3rd grade high school class, one for the survey of previous conceptions of oxireduction reactions and the other associated with an experimental activity of “breathalyzer simulation”. From the answers obtained, we observed that, in general, the students did not present well-constructed meanings about the definition of an oxireduction reaction and this is justified by the meanings they attribute to the concept, not having a closer relationship with the scientifically accepted meaning. Thus, through the conceptualization process, analyzed through the learning paths traced by the students, we realize how each individual understands the concepts from the senses and meanings that they attribute in their particularities. And that often in the process of appropriation of a scientific concept, it is common to make use of it without really mastering its significance, using only fluid senses that vary depending on the context.

Keywords: redox reaction; senses; meanings; concept and chemistry teaching.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critérios estruturantes organizados a partir da perspectiva da TLS. Fonte: RODRIGUES; FERREIRA (2011, p.7). .....	22
Quadro 2: Resumo esquemático da Sequência de ensino e aprendizagem a partir dos elementos da TLS. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Quadro 3: Respostas obtidas na primeira questão do questionário	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Quadro 4: Respostas obtidas na segunda questão do questionário	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Quadro 5: Respostas obtidas na terceira questão do questionário	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Quadro 6: Respostas obtidas na quarta questão do questionário	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Quadro 7: Respostas obtidas na questão do questionário 2.....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema didático para descrever os elementos presentes em uma TLS (MÉHEUT, 2005, em RODRIGUES; FERREIRA, 2011, p.4).....	21
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Síntese dos principais sentidos atribuídos às reações de oxirredução pelos estudantes no questionário inicial.....	36
Tabela 2: Síntese dos principais sentidos atribuídos às reações de oxirredução pelos estudantes na questão associada à atividade experimental.....	39

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
1.1 VISÃO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM SOBRE REAÇÃO DE OXIRREDUÇÃO .....	15
1.2 O PERFIL CONCEITUAL E O PROCESSO DE CONCEITUAÇÃO .....	17
1.3 SEQUÊNCIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	20
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	24
2.2 SUJEITOS DA PESQUISA .....	24
2.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA .....	24
2.4 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO APRENDIZAGEM – TLS.....	25
2.4.1 <i>Etapas da TLS</i> .....	26
2.5 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS .....	27
2.6 ANÁLISE DOS DADOS .....	28
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
3.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PARA O LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS .....	29
3.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO ASSOCIADO À ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE “SIMULAÇÃO DO BAFÔMETRO” .....	37
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>42</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>45</b>
<b>APÊNDICE B</b> .....	<b>47</b>
<b>APÊNDICE C</b> .....	<b>49</b>
<b>APÊNDICE D</b> .....	<b>53</b>
<b>APÊNDICE E</b> .....	<b>57</b>

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a contribuição de uma sequência didática no processo de construção de sentidos e significados pelos estudantes para o conceito de reação de oxirredução a partir do tema bafômetro. A sequência didática foi desenhada com base nas ideias de Méheut (2005) e o processo de construção de significados teve sua investigação, baseando-se na teoria do perfil conceitual proposta por Mortimer (1995).

As atividades propostas na sequência didática tiveram o objetivo de promover a construção de significados. De acordo com Mortimer, Scott e El-Hani (2011) o processo de conceituação é produzido pelas interações sociais entre os indivíduos, levando em conta as experiências vivenciadas por eles. Alinhado a isso, os autores relatam que uma ideia que ajuda a entender esse processo de conceituação é a compreensão dos sentidos e dos significados atribuídos a um determinado conceito, na discussão em sala de aula. Em que, o sentido é dinâmico, fluido, complexo e modificável diante dos diferentes contextos, e o significado é um construto social relativamente mais estável, que emerge quando duas ou mais pessoas compartilham o significado de uma palavra, ainda que variem nos sentidos atribuídos a ela.

Nesse trabalho, escolhemos como foco investigar os sentidos e significados atribuídos ao conceito de reação de oxirredução. De acordo com a literatura, os principais obstáculos enfrentados no processo de ensino aprendizagem desse conceito se referem a um entendimento das reações de oxidação e de redução como complementares (KLEIN & BRAIBANTE, 2017). Tendo em vista que é difícil compreender que em uma reação, uma substância doa elétrons para outra e essa, por sua vez, transfere esses elétrons, gerando corrente elétrica (BARRETO, BATISTA e CRUZ, 2017).

Diante disso, surge a questão de pesquisa que orienta este trabalho:

Como os estudantes atribuem sentidos e constroem significados sobre reações de oxirredução, quando engajados em uma sequência didática que inclui atividades articuladas com a temática do bafômetro?

Para responder à questão de pesquisa, propomos uma sequência didática com propósito de analisar as ideias expressas pelos estudantes sobre processos que envolvem a reação de oxirredução. Na sequência didática, para orientar a elaboração das atividades,

utilizamos os critérios de Rodrigues e Ferreira (2011), que foram criados à luz da proposta de sequência didática de Mehéut (2005). Com isso, pretendemos analisar o processo de conceituação vivenciado pelos estudantes a partir dos sentidos e significados que eles atribuem ao conceito de reação de oxirredução.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar o processo de construção de significados e atribuição de sentidos sobre reação de oxirredução vivenciado por estudantes, quando estão engajados em atividades estruturadas em uma sequência didática com a temática bafômetro. Por fim, para auxiliar no cumprimento desse objetivo, traçamos como objetivos específicos:

- Identificar sentidos atribuídos pelos estudantes ao conceito de reações de oxirredução, quando engajados nas atividades da sequência didática proposta;
- Verificar como ocorre o processo de construção de significados para o conceito de reações de oxirredução, com ênfase na compreensão da visão científica.

Esta monografia foi organizada em 3 capítulos e Considerações Finais. No capítulo 1, fizemos uma fundamentação teórica, discutindo sobre uma visão geral do processo de ensino e aprendizagem da reação de oxirredução para, em seguida, tratarmos sobre o processo de conceituação fundamentado na Teoria dos Perfis Conceituais proposta por Mortimer (1995). E, por fim, articulamos uma discussão sobre a estruturação e validação de sequência didática sob a perspectiva de Mehéut (2005).

Alinhado à fundamentação teórica, no capítulo 2, traçamos uma metodologia com a qual vislumbramos alcançar os objetivos propostos por este trabalho e na qual descrevemos como os dados foram coletados e analisados. No capítulo 3, foram apresentados os resultados obtidos e suas respectivas discussões. E, por último, temos as Considerações Finais e Referências utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente trabalho tem como base a teoria dos perfis conceituais proposta por Mortimer (1995) para investigar o processo de construção de significados para reações de oxirredução vivenciado pelos estudantes em sala de aula. Para isso, foram propostas atividades, em uma sequência didática, fundamentada em Méheut (2005). Neste capítulo discutiremos sobre a visão do processo de ensino aprendizagem da reação de oxirredução, os aspectos teóricos sobre os perfis conceituais e sobre a sequência didática.

### 1.1 VISÃO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM SOBRE REAÇÃO DE OXIRREDUÇÃO

Segundo Brow et al (2005), as reações de oxirredução estão entre as reações químicas mais usuais e importantes, pois elas fazem parte de processos importantes como a ferrugem, a fabricação e ação de alvejantes e a respiração dos animais. Para o autor, uma reação de oxirredução ocorre quando os elétrons são transferidos do átomo oxidado para o átomo reduzido, em consequência disso, características visíveis de materiais podem ser modificadas.

Assim, Barreto, Batista e Cruz (2017), a partir de duas atividades experimentais, uma de deposição química de prata em um bastão de cobre e a outra de eletrodeposição de prata em um substrato de cobre no formato de anel, buscaram analisar as concepções de estudantes do 3º ano do Ensino Médio de um colégio estadual em Sergipe, sobre o conteúdo de eletroquímica, o qual é abordado geralmente no 2º ano do Ensino Médio, sendo que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades na aprendizagem dele, especificamente, em entender como ocorre a transferência de elétrons e sua circulação nas reações de oxirredução em células eletrolíticas, e isso ocorre porque se faz necessário que o discente tenha um raciocínio mais arquitetado no qual o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico é dificultado, além disso, alguns professores não abordam esse assunto em sala de aula.



Para os autores, realmente não é fácil compreender que em uma reação de oxidação e redução, uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica. Assim, a partir de um questionário investigativo, Barreto, Batista e Cruz (2017) observaram que os estudantes apresentam alguns conceitos prévios sobre o assunto, pois conseguiram compreender alguns exemplos cotidianos sobre a ação corrosiva da oxidação de metais. Entretanto, Santos, Batista e Cruz (2018) ao fazerem uso de uma atividade experimental investigativa para construção de pilhas bioquímicas, associada a um questionário para o levantamento de concepções prévias em uma turma de Curso Técnico em Química do estado de Sergipe, constataram que apesar dos estudantes identificarem o cátodo e o ânodo, poucos entendem a migração dos elétrons. E isso é corroborado nas experiências de professores que ao discutirem esse assunto em sala de aula, observam que os estudantes têm dificuldades em entender o fluxo de elétrons, pois a deposição de um metal sobre um eletrodo, geralmente conduz o estudante a conceber a ideia de que os opostos se atraem e não que uma reação de oxirredução possa acontecer (SILVA et. al, 2016).

Alinhado a isso Klein e Braibante (2017), objetivando apresentar variadas possibilidades de ensino para o conteúdo de oxirredução, elenca um panorama de artigos publicados na revista QNEsc entre 1995 e 2014 de como o conteúdo de oxirredução está sendo abordado em sala de aula. E como resultado desse levantamento, constataram que existe uma diversidade de assuntos que podem ser usados para contextualizar a abordagem das reações redox, porém foi observado uma carência nas discussões conceituais sobre o assunto. Assim, a partir das análises, os autores discutem que entre as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes, uma delas refere-se à compreensão da oxidação e redução como reações complementares.

Dessa forma, Caramel e Pacca (2011) constataram que, de uma forma geral, os estudantes apresentam concepções alternativas incoerentes e que são muito distantes da explicação cientificamente aceita. Por isso, Silva et. al (2016) defende que para o tema eletroquímica, os conhecimentos prévios podem não ser considerados como uma variante facilitadora, pois podem criar obstáculos para entender os conceitos de oxidação e redução, já que é comum os alunos associarem conceito de redução à diminuição ou perda.

No entanto, consideramos que, de uma forma geral, as concepções apresentadas pelos estudantes podem compor um repertório de sentidos, atribuídos aos fenômenos que envolvem reações de oxirredução que devem ser considerados no processo de construção de significados

para este conceito químico. Para isso, buscamos o apoio de discussões feitas no âmbito da teoria dos perfis conceituais.

## 1.2 O PERFIL CONCEITUAL E O PROCESSO DE CONCEITUAÇÃO

A noção de perfil conceitual foi proposta por Mortimer, entre os anos de 1994 e 1995 e foi desenvolvida e aprofundada ao longo dos anos, resultando na proposição da Teoria dos Perfis Conceituais. Essa teoria pode ser compreendida a partir de um modelo de ensino e aprendizagem que possibilita ver e representar o mundo de diferentes maneiras, levando em consideração que, nas aulas de ciências, existe uma heterogeneidade nos modos de pensar e de falar dos estudantes que precisa ser modelada para significar a experiência destes no processo de ensino e aprendizagem (MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2011). Para Mortimer e colaboradores (2011), a heterogeneidade de pensamento e a linguagem ocorre nas diversas culturas e em qualquer indivíduo, não existe uma homogeneidade de pensamento, mas diversos tipos de raciocínio verbal, que estão associados a significados construídos em sociedade e dispostos aos conceitos.

Os perfis conceituais foram estruturados inicialmente como uma alternativa ao modelo de mudança conceitual de Posner et al. (1982), visto que ele contesta a ideia que os estudantes devem ser conduzidos a romper com suas concepções prévias para que aprendam os conhecimentos cientificamente aceitos (MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2011). Sabino e Amaral (2018) argumentam que a sala de aula é um ambiente no qual diversos modos de pensar podem ser associados a sentidos e significados diversos que os estudantes atribuem a um conceito científico, quando são apresentados a conteúdos escolares. Assim, para as autoras, quando o professor trabalha com abordagens contextualizadas e promove interações discursivas, ele mobiliza um repertório de ideias que irão desempenhar um papel importante no processo de conceituação.

Mortimer e colaboradores (2011) também apontam que, nos processos de ensino, não é comum considerar os sentidos ou significados não-científicos relacionados a um determinado conceito e isso é corroborado por diversos autores (SABINO & AMARAL, 2018 e SIMÕES NETO, 2016). Em geral, os autores defendem que no ensino a partir de perfis conceituais, deve-se levar em consideração uma orientação de que os estudantes tomem consciência das relações que podem existir entre diferentes modos de pensar os conceitos –

incluindo concepções prévias - e o conhecimento científico, que dispõe de significados historicamente estabilizados para os conceitos.

Os conceitos podem ser vistos por duas perspectivas, de acordo com Mortimer, Scott e El-Hani (2011): na primeira, chamada de visão dominante, os conceitos são compreendidos como modelos ou esquemas mentais construídos pelos próprios sujeitos do processo de aprendizagem, sendo entidades presentes na mente desses sujeitos que apresentam relativa consistência. Com isso, espera-se que uma pretensa mudança conceitual ocorra quando essas estruturas individuais são alteradas. E essas mudanças, sob o olhar da ciência escolar, podem ser compreendidas como uma aprendizagem do estudante. A outra visão, denominada não-dominante, traz consigo uma ideia de conceituação como um processo dinâmico que ocorre na mente do indivíduo, o qual sempre é modificado a partir da interação social entre o indivíduo e alguma experiência externa. Dessa forma, os conceitos não existem como algo permanente nas mentes dos estudantes, mas são construídos em um processo dinâmico e contínuo a partir das interações e experiências dos indivíduos.

Na teoria dos perfis conceituais, é adotada a segunda perspectiva, uma visão não-dominante, na qual os conceitos são compreendidos como uma produção sócio-histórica, inacabada e em contínuo processo de mudanças. Assim, conceitos científicos não são uma entidade primordial que deve ser acessada quando necessitamos, mas um processo que é executado quando precisamos fazer uso de um determinado conceito em um contexto ou situação específica(MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2011).

Com isso, a ideia de que o sujeito se apodera do significado de determinado conceito, evidencia a influência que a socialização exerce sobre ele. Além disso, essa concepção é oriunda de uma tendência do pensamento conceitual que, quando se encontra plenamente desenvolvido, pode atuar de maneira semelhante diante de situações que reconhecemos como parecidas, o que permite aplicar conceitos estabilizados nelas (MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2011). Segundo os autores, a permanência do conceito também está associada com a tendência de criar sentidos e significados para uma palavra, quando esta é posta em uso.

Nessa direção, Mortimer e El-Hani (2013) discutem as ideias de Vigotski quando o autor diferencia sentido e significado. Para Vygotsky, o sentido de uma palavra é como um conjunto de todos os fatores psicológicos que resultam em nossa consciência ao lidarmos com ela, o que caracteriza o sentido como uma formação dinâmica, fluida, complexa, pessoal e

dependente do contexto. Já o significado de uma palavra, para o autor, é mais estável e repetível, podendo ser compartilhado por duas ou mais pessoas.

Com isso, se faz necessário diferenciar sentido de significado. O primeiro dispõe de uma formação dinâmica construída individualmente, levando em conta que ao se variar o contexto, o sentido da palavra muda. Já o significado é produto de uma construção sociocultural, podendo ser considerado mais estável. Nas palavras de Mortimer, Scott e El-Hani (2011):

Aprender um conceito é aprender seu significado, generalizar, passar de sentidos pessoais para significados socialmente aceitos. A produção de sentido, por sua vez, é um processo inteiramente pessoal: cada indivíduo produz sentidos diferentes para uma mesma palavra e o mesmo indivíduo pode também variar nos sentidos produzidos de contexto a contexto discursivo. Contudo, quando o pensamento conceitual está plenamente formado, a produção de sentido é restringida pelos significados socialmente aceitos. (MORTIMER;SCOTT; EL-HANI, 2011, p.114).

Diante disso, os três autores compreendem que aprender um conceito é aprender sobre seu significado, tendo ocasionalmente a habilidade de generalizar, ou melhor, de passar de sentidos pessoais a sentidos que são socialmente aceitos por diferentes grupos sociais. Assim, a produção de sentidos é pessoal, já a produção de significados, além de ser pessoal é social, pois restringe o indivíduo a produzir sentidos que estão conectados aos significados estabilizados socialmente. Alinhado a isso, os autores sinalizam para uma relação dialética entre sentido e significado na qual defendem que os significados que aprendemos no decorrer de nossa vida, ocorreram em decorrência dos sentidos que fazemos uso quando crianças, os quais paulatinamente foram delimitados pelos meios educacionais até que as palavras adquirissem um significado mais estável.

Entretanto, mesmo sendo mais consistentes, os significados podem ser modificados por meio da dinâmica social, através da produção de novos sentidos que são atribuídos pelos indivíduos, mas isso não o torna exclusivo de um indivíduo, porque antes disso o significado é uma produção social que confere estabilidade ao nosso pensamento conceitual o qual quando está plenamente formado, tem a produção de sentidos restrita aos significados socialmente aceitos (MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2011).

Nessa perspectiva, os autores defendem que, diferente do conceito que é um construto social e sistematizado por meio da linguagem, o pensamento conceitual ou a conceituação é

um processo mais dinâmico que mesmo limitado pelos sentidos e significados dos conceitos, surge por meio das interações do indivíduo com o meio externo. Assim, na conceituação, se tem a possibilidade de construir sentidos diferentes para uma mesma palavra e esses sentidos podem ser diversificados de acordo com diferentes contextos discursivos.

Mortimer e El-Hani (2013) argumentam que o conceito e o pensamento conceitual apresentam estabilidades diferentes, em que o conceito é estabilizado a partir de processos sociais que levam em consideração à construção, mudança e mesmo a superação, enquanto o pensamento conceitual tem sua estabilidade caracterizada por um processo recorrente no qual, quando nossos cérebros corporificados envolvem-se em relações com experiências situadas que categorizamos como o mesmo tipo de experiência, baseando-se em experiências passada, o mesmo tipo de pensamento conceitual costumeiramente emerge.

Em consequência disso, de acordo com a teoria dos perfis conceituais, o modo particular de pensar ou de atribuir significado a um conceito é chamado de “zona” (MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2011). As zonas são usadas em contextos apropriados e representam a diversidade dos modos de compreender o significado e o uso de um determinado conceito que podem conviver em um mesmo sujeito, como forma de traduzir uma pluralidade de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.

Neste trabalho, buscaremos identificar sentidos e significados que os estudantes atribuem ao conceito de reações de oxirredução como uma forma de caracterizar processos de conceituação que eles vivenciam na sala de aula, quando engajados em sequências de ensino aprendizagem.

### 1.3 SEQUÊNCIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

De acordo com Amaral e Ferreira (2018), o uso de sequências de ensino e aprendizagem está relacionado principalmente a duas ideais. A primeira, refere-se à instrumentalização docente na busca por consolidar propostas curriculares ou abordagens específicas para o ensino, geralmente buscando melhoria e inovação do ensino, sem que necessariamente sejam feitas reflexões sistemáticas e problematizações de tais propostas. Já a segunda está associada a desenhar e aplicar sequência de ensino, objetivando problematizar e

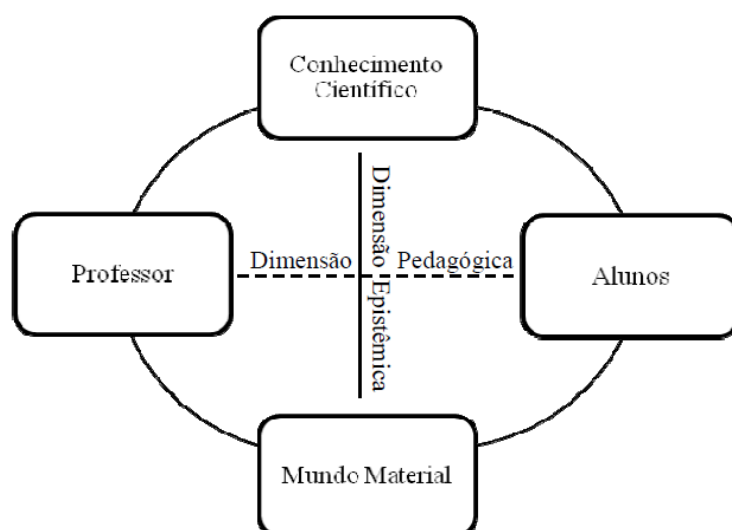
investigar o processo de ensino e aprendizagem, alinhado a questões discutidas no âmbito da pesquisa.

Essa segunda perspectiva tem sido uma maneira de associar aspectos da pesquisa e da prática nos estudos sobre a renovação do ensino de ciências (AMARAL e FERREIRA, 2018). Neste trabalho, pretendemos desenhar uma sequência na qual as atividades propostas envolvam etapas de formação do conceito de maneira sistematizada e contínua, objetivando contribuir no processo de aprendizagem dos discentes.

Diante disso, na construção da nossa sequência didática, faremos uso da perspectiva estabelecida por Méheut (2004, 2005) que define sequências de ensino e aprendizagem (Teaching Learning sequences - TLS) como um conjunto de atividades com um enfoque instrucional, inspirado na investigação educativa e que tem a finalidade de ajudar os estudantes na compreensão do conhecimento científico (MÉHEUT, 2005 apud AMARAL e FERREIRA, 2018; RODRIGUES, 2014; SOARES, 2010).

De acordo com Méheut (2005), como citado pelos autores, para a estruturação de uma sequência fundamentada nessas ideias, é necessário considerar 4 componentes básicos: o professor, o estudante, o conhecimento científico e o mundo material – conforme a figura 1:

Figura 1 Esquema didático para descrever os elementos presentes em uma TLS



Fonte: MÉHEUT, 2005, apud RODRIGUES; FERREIRA, 2011, p.4).

Segundo Méheut (2005), a partir dos aspectos apresentados na Figura 1, é possível estruturar diferentes abordagens quando se desenha uma TLS. No eixo horizontal é

representada a dimensão pedagógica, a qual está relacionada ao papel do professor e as interações entre professor-aluno e entre os alunos em pares. Já no eixo vertical, encontra-se uma relação entre “conhecimento científico” e “mundo material” que é estabelecida a partir da dimensão epistêmica que está relacionada aos conteúdos a serem aprendidos, contemplando os processos de elaboração e validação dos conhecimentos científicos, a gênese histórica do conhecimento e a relação entre conhecimento científico com o mundo real. Ainda sobre a Figura 1, observa-se que ao estabelecer uma relação entre os elementos “alunos” e “mundo real” é possível observar as concepções espontâneas dos estudantes perante os fenômenos científicos, como também, as concepções científicas dos estudantes, por meio da ligação entre os elementos “alunos” e “conhecimento científico” (RODRIGUES, 2014).

Essas dimensões devem ser consideradas conjuntamente em uma perspectiva denominada construtivista integrada, visto que tanto os conhecimentos a serem desenvolvidos, como os participantes das atividades são essenciais para o processo de ensino-aprendizagem (MEHEUT, 2005 apud RODRIGUES, 2014). Diante disso, e buscando a valorização dessa interdependência entre essas dimensões, Soares (2010), em sua dissertação de mestrado, propôs alguns critérios estruturantes para serem utilizados como guia para o desenho de sequência didática, fomentada na proposta de Méheut, conforme elencados no Quadro 01:

Quadro 1 :Critérios estruturantes organizados a partir da perspectiva da TLS

Dimensões	Critérios Estruturantes	
Dimensão Epistemológica	C1	Valorização das concepções prévias dos alunos e formas de elaboração conceitual.
	C2	Gênese histórica do conhecimento.
	C3	Aproximação entre conhecimento científico e mundo material.
	C4	Identificação de lacunas de aprendizagem.
	C5	Observação das trajetórias de aprendizagem.
Dimensão Pedagógica	C6	Exposição e discussão de idéias pelos alunos.
	C7	Estratégias para superar as lacunas de aprendizagem
	C8	Interação professor-aluno / aluno-aluno

Fonte: RODRIGUES; FERREIRA (2011, p.7).

Os critérios mostrados no quadro 1 foram utilizados para o desenho da sequência didática, os quais, contribuíram para a validação interna da sequência. Segundo Méheut (2005), a validação de uma sequência didática pode ser realizada de duas formas: a validação

externa ou comparativa e a interna. A validação externa compara os efeitos da sequência didática ao ensino tradicional, por meio da aplicação de pré e pós-testes e a validação interna, tem a finalidade de analisar os resultados obtidos a partir dos objetivos propostos, buscando observar as “trajetórias de aprendizagem” diante das situações propostas, confrontando as trajetórias de aprendizagem observadas com aquelas esperadas. Assim, acreditamos que ao analisar a atribuição de sentidos e construção de significados pelos estudantes, poderemos identificar o processo de aprendizagem percorrido pelos estudantes, caracterizando-o pela busca do estudante por significados para o conceito em questão.



## 2. METODOLOGIA

Com o intuito de alcançar os objetivos definidos anteriormente, o presente trabalho, neste capítulo, buscou apresentar detalhadamente o contexto de pesquisa, bem como os sujeitos envolvidos, os instrumentos para coleta de dados e as estratégias de análise desses dados .

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa buscou, por meio da elaboração de uma sequência didática, caracterizar o processo de conceituação vivenciado pelos estudantes sobre reação de oxirredução, identificando os processos de aprendizagem. Nosso estudo adota uma abordagem qualitativa, visto que consideramos que existe uma relação dinâmica e inseparável entre o mundo real e a subjetividade do sujeito, assim essa pesquisa tem um caráter descritivo, buscando interpretar os fenômenos e retratar a realidade estudada (PRODANOV, FREITAS, 2013).

### 2.2 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com dezenove (19) estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Dom Agostinho Ikas, localizado no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco. Assim, o desenho da sequência didática foi realizado pelo autor dessa monografia e a sua aplicação, por uma professora de química da instituição.

### 2.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Essa pesquisa foi desenvolvida em etapas que contemplam, desde a elaboração da sequência didática, até a coleta e análise dos dados obtidos através dela. A sequência foi desenhada a partir das ideias de Méheut (2005) com suas atividades fundamentadas no processo de conceituação discutido por Mortimer (1995), em sua teoria dos perfis conceituas.

Na coleta, fizemos uso de questionários discursivos. Após essa etapa, na análise desses dados, buscamos mapear o processo de conceituação vivenciado pelos estudantes a partir dos sentidos e significados que eles atribuíram ao conceito de reação de oxirredução.

#### 2.4 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO APRENDIZAGEM – TLS

No processo de design da sequência didática, tivemos a acurácia de propor atividades que promovessem o processo de conceituação e que pudesse ser observado por meio dos sentidos e significados emergidos para conceito em questão. O engajamento dos estudantes no decorrer das aulas foi primordial, de mesmo modo, pôde-se observar nas intervenções em sala de aula, o envolvimento da professora, justificando assim o uso das ideias de Méheut (2005), no delineamento da sequência.

Para a estruturação da sequência didática, utilizou-se critérios estruturantes propostos por Rodrigues e Ferreira (2011) com base na perspectiva de Méheut (2005), resultando na sequência didática apresentada no quadro 2:

Quadro 2: Resumo esquemático da Sequência didática

Etapas	Sujeitos	Atividades	Objetivos de aprendizagem	Metodologia	Critérios Considerados	Tempo
01	Estudantes	Aplicação de questionário	Identificar concepções prévias dos alunos	Questões discursivas sobre o tema investigado.	C1, C3 e C4.	40min
02	Estudantes e Professora	Discussão sobre reações de oxirredução no cotidiano	Contextualizar a temática	Leitura e Discussão de texto	C1, C3, C4, C6 e C8.	80min
03	Estudantes e Professora	Aula Expositiva e dialogada (Química do Bafômetro)	Apresentar a problemática a ser investigada, contextualizando o tema.	Aula Expositiva e dialogada	C1, C2, C3, C4 e C5	40min

04	Estudantes	Seminários sobre a Lei Seca	Possibilitar que as ideias sobre o tema sejam expressas; Promover o compartilhamento de ideias.	Apresentação oral	C3, C6, C7 e C8.	80min
05	Estudantes e Professora	Atividade Experimental (Teor alcoólico da cachaça, vinho e uísque)	Promover a construção de uma dimensão fenomenológica para os conceitos.	Realização de experimento	C1, C3, C4, C5, C6, C7 e C8.	80min

Fonte: elaborado pelo autor

### 2.4.1 Etapas da TLS

A sequência didática foi dividida em 5 encontros, nos quais 2 tiveram a duração de 40 minutos e os demais de 80 minutos, para trabalhar o processo de construção de significados e atribuição de sentidos para o conceito de reação de oxirredução e, para tal, escolhemos o bafômetro como temática. Assim, sinteticamente, iremos apresentar o desenvolvimento de cada aula realizada.

#### 1ª Aula

Nessa aula, a professora apresentou a temática a ser trabalhada na sequência didática e, em seguida, aplicou um questionário (Apêndice B) com o objetivo de investigar as concepções prévias dos estudantes acerca do conceito de reação de oxirredução.

#### 2ª Aula

A segunda aula iniciou-se com a formação de um grande círculo na sala de aula no qual a professora conversou com os estudantes sobre a presença das reações de oxirredução no cotidiano, a partir da leitura coletiva do texto “Nossa vida e as reações de oxirredução” (Apêndice C). No decorrer da leitura foram levantadas algumas questões para os estudantes,

buscando promover a discussão sobre o tema e estimular a interação aluno-aluno e professor-aluno.

### 3ª Aula

Ao iniciar essa aula, a professora relembrou a discussão realizada na aula anterior, o que ocasionou uma discussão muito produtiva, no sentido da colocação das ideias dos estudantes e, em seguida, de forma expositiva e dialogada, a professora expos sobre o princípio químico do bafômetro, a partir do texto “Apenas uma Dose: O princípio químico do bafômetro” (Apêndice D). Ao final da aula, a professora organizou os estudantes em grupos e os, para que na aula seguinte, apresentassem seminários sobre a “Lei Seca”.

### 4ª Aula

Nessa aula, os estudantes apresentaram seminários em grupos de no máximo 4 componentes, o que possibilitou que eles expressassem suas ideias no plano da linguagem externa.

### 5ª Aula

Na quinta e última aula, os estudantes participaram ativamente de uma atividade experimental investigativa aplicada pela professora na qual simularam o funcionamento de um bafômetro. Ao término do experimento, os alunos responderam um questionário (Apêndice E) para verificar os significados e sentidos que eles atribuem a reação de oxirredução a partir da atividade experimental.

## 2.5 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS

No decorrer da aplicação da sequência didática, os dados foram coletados a partir de registro de atividades realizadas pelos estudantes e anotações de campo do pesquisador. As respostas dos questionários foram transcritas com o intuito de identificar como ocorreu o processo de conceituação da reação de oxirredução. Os nomes apresentados no desenvolvimento deste trabalho foram inventados para preservar a imagem dos estudantes e da professora.

Sobre os questionários, o primeiro (Apêndice B) teve como objetivo identificar as concepções prévias dos estudantes, enquanto que o segundo (Apêndice E) estava associado a

uma atividade experimental. Assim, por meio de ambos os questionários foi possível identificar sentidos e significados atribuídos ao conceito da reação de oxirredução a partir das produções escritas dos estudantes.

## 2.6 ANÁLISE DOS DADOS

Alinhado com os objetivos propostos neste trabalho, na análise de dados, procuramos compreender como o processo de conceituação é produzido pelos estudantes no decorrer das aulas. Para isso, analisamos o registro das atividades realizadas pelos estudantes, procurando verificar os sentidos e significados atribuídos por eles ao conceito de reação de oxirredução diante das atividades propostas à luz do processo de conceituação discutido por Mortimer (2011,2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo, apresentaremos os resultados obtidos ao longo da pesquisa: respostas do questionário para o levantamento de concepções prévias sobre as reações de oxirredução e respostas do questionário associado à atividade experimental de “simulação do bafômetro”, com os quais pretendemos analisar sentidos e significados que os estudantes atribuíram ao conceito e fazer sugestões sobre o processo de conceituação vivenciado por eles.

#### 3.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PARA O LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

O questionário (Apêndice B) foi aplicado na primeira etapa da sequência didática, com o objetivo de investigar as concepções prévias dos estudantes, buscando identificar os sentidos e significados atribuídos por eles para o conceito de reação de oxirredução.

O questionário foi estruturado com 8 questões discursivas, entretanto para análise e discussão, consideramos 5 questões, por promoverem uma interação e discussão mais significativa sobre o conteúdo abordado. Desse modo, as respostas dos alunos foram analisadas, individualmente, com o propósito de verificar os sentidos e significados emergidos nas falas deles. Assim, seguem as análises das respostas obtidas para cada questão:

Questão 1: O que você entende por reação de oxirredução. Você poderia dar exemplos?

Quadro 3: Respostas obtidas na primeira questão do questionário

A1	Nunca ouvi falar.
A2	Que acontece uma <b>redução química. Ferrugem no ferro.</b>
A3	Algo que <b>oxida e reduz</b> , como se <b>oxidasse rápido</b> que nem o ferro perto da praia, a maresia <b>estraga</b> ele.
A4	A reação da <b>oxirredução</b> é quando ocorre um processo em uma determinada reação

	quando <b>um dos compostos sofre uma redução</b> , quando ele <b>ganha elétrons</b> e uma <b>oxidação ao perder elétrons</b> . Como por exemplo o sódio e o cloro onde o sódio e o cloro reduz.
A5	Reações de <b>oxirredução</b> são as reações que com um tempo em <b>contato</b> com outro composto há a <b>transferência de elétrons</b> , assim <b>fazendo o composto mais positivo oxidar, ou seja, reduzir e se transformar em outro composto</b> com as propriedades do original.
A6	É uma reação onde um <b>material ou composto vai se degradar (oxidar)</b> enquanto <b>reage com alguma substância ou meio</b> . Ex: A <b>oxidação do ferro</b> , das <b>frutas, todos reagindo com o ar</b> .
A7	Não respondeu
A8	<b>Redução e oxidação</b> ou <b>aumento de oxidação</b> . Ex: Material facilmente se oxida ( <b>ferro</b> ), Ex; Materiais difíceis de oxidar ( <b>carbono</b> ).
A9	Uma <b>reação de oxidação</b> , a qual <b>reduz o número de elétrons de alguma espécie química composta</b> .
A10	Não respondeu
A11	<b>Maçã, ferro enferrujado</b>
A12	É quando <b>algo oxida</b> , quando se <b>degrada</b> . Um exemplo é <b>quando o ferro enferruja</b> , ali acontecem <b>reações de oxidação</b> para que o <b>objeto não dure para sempre</b> . O Nox é o número de oxidação, quanto mais positivo menos oxida, quanto mais negativo mais oxida.
A13	A professora não ensinou ainda esse assunto. Com a revisão de Jobson entendi que uma reação de oxirredução pode agir em compostos como $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .
A14	Não respondeu
A15	Ela <b>reduz com o tempo a conservação de algum material</b> .
A16	Não entendi muita coisa sobre isso, na verdade quase nada, tem um lance lá de que o hidrogênio tem + 1, o oxigênio + 2 é mais, tem o negócio de <b>Nox</b> que eu não lembro bem.
A17	oxirredução: <b>Transferência de elétrons</b> Exemplo: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
A18	São materiais que se <b>reduz no processo de ferrugem</b> , perdendo ou ganhando moléculas.
A19	Eu entendo que naquela reação algum <b>elemento está perdendo elétrons ou está ganhando elétrons</b> .

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme o quadro 3, é possível constatar que: A1 desconhece esse tipo de reação; A2 e A18 associam apenas a reação de oxirredução ao fenômeno da redução; A3 faz referência a

um material que sofre a oxidação e redução, além disso, ele associa a oxidação a um processo em que se tem deterioração do material; A4 reconhece que uma espécie sofre redução e, conseqüentemente, ganha elétrons, enquanto a outra sofre oxidação, resultando na perda de elétrons; A5, A17 e A19 caracterizam esse tipo de reação pela transferência de elétrons, porém A5 trata os fenômenos da oxidação e redução como sinônimos; A6 e A12 compreendem como uma reação na qual se tem oxidação do material, resultando na decomposição deste; A7, A10 e A14, não responderam; A8 relaciona os fenômenos de redução e oxidação como semelhantes ao aumento de oxidação; A9 interpreta essa reação apenas como uma reação de oxidação na qual uma espécie tem seu número de elétrons reduzido; A11 cita exemplos desse tipo de reação, entretanto não apresenta seu ponto de vista sobre a mesma; A13 e A16, apesar de fazerem uso de alguns termos pertencentes ao universo das reações de oxirredução na fala de ambos, não identificaram nenhum significado ou sentido construído; A15 tem uma visão que relaciona a reação à durabilidade de um material.

Diante da análise das respostas, foi possível observar que os estudantes, em sua maioria, não apresentaram significados bem construídos acerca da definição de uma reação de oxirredução e isso é justificado pelos sentidos que eles atribuem ao conceito não terem uma relação mais próxima com o significado cientificamente aceito.

Questão 2: Para você, o que está acontecendo quando uma maçã começa a apodrecer?

Quadro 4: Respostas obtidas na segunda questão do questionário

A1	Acontece uma das <b>reações químicas</b> que é a <b>oxidação</b> .
A2	<b>Oxidação, ela está reduzindo</b> . Basta deixar a parte da carne (sic) da maçã exposta que já começa esse processo.
A3	<b>Oxirredução</b>
A4	Está acontecendo um <b>processo de oxidação</b> onde ela acaba perdendo a sua coloração normal devido a sua <b>perda de elétrons</b> .
A5	A maçã começa o processo de apodrecimento quando devido aos organismos presentes depois de certo tempo ocorre que a <b>maçã começa desgastasse (sic), a reagir com os compostos presentes ocasionando a transferência de elétrons e um certo tipo de oxidação</b> .
A6	<b>Está oxidando, perdendo elétrons para o ar</b> e apodrecendo também por ação de



	microrganismos.
A7	<b>Oxidação, perde elétron.</b>
A8	<b>Oxidação pelo contato com o meio (oxigênio) e outros influenciadores do meio.</b>
A9	Uma <b>reação química</b> com o ar, <b>uma oxidação</b> , a maçã está <b>ganhando elétrons</b> .
A10	<b>Oxidação perde elétrons.</b>
A11	<b>Ela está oxidando</b>
A12	Está acontecendo o <b>processo de oxidação por meio de trocas de elétrons</b> , acontece uma <b>troca de elétrons da maçã com o meio</b> .
A13	<b>Ela não está apropriada para consumo.</b> Ela pode ser jogada em lixos apropriados para alimentos. Quando não está totalmente apodrecida pode-se retirar a parte mais escura e ingerir a parte que ainda está boa.
A14	É uma <b>reação química</b> que ocorre com ela <b>quando ela entra em contato com o oxigênio</b> .
A15	Por causa do tempo, com a <b>oxirredução</b>
A16	Ela tá com fungos, mas acho que antes disso ela passa por um <b>processo de oxidação</b> .
A17	Ela está não só <b>oxidando</b> , como também está sendo consumida por decompositores naturais.
A18	Ela está em um <b>processo de oxidação</b> , logo não está apodrecendo e sim tendo transformação em sua estrutura molecular.
A19	<b>Ela oxida</b> , ou seja, <b>ocorre uma reação de oxidação</b> .

Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com as respostas apresentadas pelos estudantes para a questão 2, constatou-se que: A1, A8, A14 e A19 atribuem o apodrecimento da maçã a uma reação química de oxidação, porém A9, além de apresentar essa ideia, fala que a maçã ganhou elétrons; A2 discute que esse fenômeno ocorre com a maçã em virtude do processo de oxidação e tem como consequência a redução; A3 e A15 caracterizam o fato apresentado pela questão apenas como uma oxirredução sem discutir como ocorre; A11, A16, A17 e A18 identificam a putrefação da maçã como um processo oxidativo, o que também emergiu nas falas de A4, A6, A7 e A10, além de caracterizar a perda de elétrons durante o processo; A5 e A12 relacionam o processo de decomposição da maçã à transferência de elétrons e, como consequência, a um processo de oxidação e A13, não associou a pergunta com a reação de oxirredução.

Após analisar as falas dos estudantes de modo geral, é possível observar que os sentidos que eles atribuem à reação que ocorre com a maçã se limita, na maioria das falas, ao processo de oxidação ignorando que ocorre a redução de outra espécie química simultaneamente. Além disso, não parece haver uma compreensão aprofundada sobre como esse tipo de reação química está associada ao fenômeno observado, uma vez que é relativamente comum nos, meios escolares, usar a expressão “a maçã oxidou”, mas pouco é discutido sobre como esse processo ocorre, por exemplo, que substância(s) na composição da maçã é (são) responsável(is) pela mudança de coloração e degradação dessa fruta.

Questão 3: O que acontece quando deixamos um portão de ferro exposto à ação do ar e da água?

Quadro 5: Respostas obtidas na terceira questão do questionário

A1	Com um tempo <b>ele vai enferrujar</b> , ou seja, <b>se decompor, voltar para sua origem</b> , pois o ferro vem dos minerais do solo.
A2	<b>Ele enferruja</b> , e se não for trocado ou concertado, vai perder sua funcionalidade.
A3	<b>Oxidação</b>
A4	Ele acaba <b>envelhecendo e enferrujando</b> passando por esse mesmo <b>processo de oxidação</b> .
A5	Com o contato com o ar e a água, o portão começa a <b>reagir com os meios havendo assim a oxidação</b> também devido à <b>reação</b> . A <b>perda ou ganho de elétrons é característica das reações que envolvem oxidação</b> de materiais.
A6	<b>Oxida</b> , igual às frutas <b>em contato com o ar, perde elétrons para o ar, a água, e aos poucos vai se deteriorando</b> .
A7	<b>Oxida e se degrada</b> .
A8	<b>Ele oxida enferruja após certo período de tempo</b> .
A9	<b>Acontece uma reação de oxidação</b> , o metal é <b>desgastado pela reação</b> a qual muda o número de elétrons.
A10	<b>Enferruja oxida</b> e aos poucos ele volta para seu estado natural, pois ferro é extraído da natureza.
A11	O portão vai <b>enferrujar</b> .
A12	<b>Este irá enferrujar é mais um tipo de oxidação</b> , o ferro começa a <b>trocar elétrons com o meio e assim com o tempo o ferro irá enferrujar</b> .

A13	<b>Ele começa a enferrujar</b> , muda a cor, e se alguém se cortar pode desenvolver alguma doença, como o tétano.
A14	<b>Ele enferruja, uma reação de oxidação.</b>
A15	<b>Ele com o tempo enferruja.</b>
A16	<b>Ele fica enferrujado pela ação da água e do ar oxida o ferro.</b>
A17	<b>Ele irá oxidar.</b>
A18	A ferrugem chega corroendo todo o portão, dando a oxidação.
A19	<b>Ele enferruja</b> e começa a se <b>deteriorar</b> .

Fonte: elaborado pelo autor

A partir das falas dos estudantes sobre deixarmos um portão de ferro sujeito à ação do ar e da água, pode-se verificar que: A1, A2, A11, A13, A15 e A19 caracterizaram o fenômeno apenas associando ao enferrujamento, sem relacionar a nenhuma reação, entretanto, A3, A7 e A17 relacionam o fato ao processo de oxidação, ao passo que para A4, A8, A10 relacionam o processo de oxidação ao enferrujamento, sem estabelecer uma relação de causa e consequência, o que é possível também constatar na fala de A14 e A16, que compreende o enferrujamento como resultado da oxidação do ferro, causada pela ação da água e do ar. Essa ideia foi apresentada por A18 de forma inversa, ou seja, ele caracterizou a oxidação como produto da ferrugem; A5, A6 e A9 falam que a ocorrência desse fato é devido a uma reação de oxidação na qual se tem variação no número de elétrons em consequência da ação da água e do ar.

De acordo com a análise dos resultados, foi possível constatar que apenas A14, A16, A5, A6 e A9 apresentaram falas nas quais os sentidos atribuídos por eles foram mais próximos do significado cientificamente aceito.

Questão 4: Qual o papel da adição do suco de laranja ou de limão em salada de frutas? Você acha que isso tem alguma relação com transformações químicas? Se positivo, como elas ocorrem?

Quadro 6: Respostas obtidas na quarta questão do questionário

A1	<b>Sim.</b> Pois geralmente <b>as frutas não oxidam</b> , adiciona o suco de laranja ou limão que por sinal <b>a laranja e o limão são frutas ácidas, adicionam justamente para não oxidá-las,</b>
----	--

	<b>as demais frutas.</b> A maçã é uma delas (em) que ocorre essa reação.
A2	Pra evitar a <b>rápida oxidação. Talvez, não sei.</b> Mas <b>sim existe reações químicas nisso, quando o suco entra em contato com o ar e com as frutas.</b>
A3	<b>Não, sim, pode ser que as frutas fiquem estragadas mais rápido.</b>
A4	<b>Conservar a salada por mais tempo, sim,</b> eles <b>atuam como anti-oxidante</b> para que a salada de frutas não apodreça.
A5	<b>Sim.</b> Com a adição de outros compostos há a transformação química, no caso do suco como meio de finalidade uma certa mudança no sabor devida a reação química que foi ocorrida no processo.
A6	Para elas <b>não oxidarem</b> muito rápido adicionando o <b>suco diminui a velocidade de reação com o ar</b> e as frutas assim diminuindo a reação e conseqüentemente a transformação química.
A7	Não tenho ideia.
A8	Para evitar que azedem rapidamente <b>o limão e a laranja possuem propriedades antioxidantes.</b>
A9	Acredito que <b>impeça a oxidação das frutas</b> e também acaba dando sabor.
A10	Não respondeu
A11	Não respondeu
A12	Cortar o ranço de algumas frutas, quando adicionado reage com as frutas.
A13	Pode não ter relação com transformações químicas, mas o limão pode ajudar a emagrecer, se adicionado a uma salada de frutas, é uma alimentação mais saudável.
A14	<b>Não sei.</b> Talvez tenha. Pode ser que seja para conservar por mais tempo, ou para melhorar o sabor e ocorre quando o suco entra em contato com a salada de frutas.
A15	<b>Ajuda na conservação da salada,</b> ajuda para dar sabor e para reduzir no pouco do apodrecimento.
A16	Não respondeu
A17	Não sei
A18	<b>Não deixar que as frutas se oxidem mais rápido.</b> Sim. Ocorre uma mudança em sua cadeia deixando ela mais forte e difícil de quebrar.
A19	Creio que a <b>função da adição dos tais sucos é fazer com que algumas frutas não venham a oxidar.</b>

Após analisar os dados obtidos a partir da questão 4, constatou-se que: A1 e A19 assumem que a adição de suco de limão ou laranja faz com que as frutas da salada não oxidem, e atribui isso a uma reação química, entretanto não a explica; A2 e A6 defendem que a adição dos sucos inibe a oxidação, em consequência da reação do suco com o ar atmosférico e com as frutas; A3 acredita que colocar suco nas frutas da salada, faz com que elas apodreçam mais rápido; para A4, dispor esses líquidos sobre as frutas auxilia na conservação delas, pois eles atuam como antioxidantes, todavia ele não informou qual e como a reação química ocorre; A5 tem a visão de que ocorrem reações químicas quando um desses sucos é adicionado à salada, entretanto, ele atribui o resultado da reação à mudança de sabor, o que também é defendido por A9, além do fato dessa adição impedir a oxidação das frutas; A8, A14 e A15 abordam que a interação entre o suco e as frutas contribuem para a conservação do alimento, entretanto, eles defendem alguns pontos específicos, em que para A8 o suco têm propriedades antioxidantes, enquanto que para A14 e A15, eles alteram o sabor, ideia esta que também é comungada por A12; A13 não faz nenhuma relação química em sua fala, caracterizando o fato a propriedades nutricionais; A7 e A17 desconhecem a ação desses sucos sobre as frutas; e A10, A11 e A16 não responderam.

A partir de tal discussão, verificou-se que, em sua maioria, os sentidos construídos pelos alunos para tal questão estão associados à conservação das frutas devido à oxidação delas que é inibida pela adição de um dos sucos, entretanto, eles não apresentam um sentido para o processo de redução o qual em uma reação de oxirredução ocorre em simultaneidade.

Diante das discussões apresentadas acima para as quatro questões acerca dos sentidos que os estudantes atribuem às reações de oxirredução, foi possível verificar os principais sentidos que eles atribuem a reação na Tabela 1:.

Tabela 1: Síntese dos principais sentidos atribuídos às reações de oxirredução pelos estudantes no questionário inicial

SENTIDOS	EXEMPLOS
Associam ao fenômeno da redução	Questão 1: A2 e A18
Associam ao fenômeno da oxidação	Questão 1: A9 Questão 2: A1, A8, A14 e A19. Questão 3: A3, A7 e A17. Questão 4: A1, A19, A2 e

	A6.
Atribuem à transferência de elétrons	Questão 1: A17 e A19 Questão 2: A15 e A12
Compreende oxidação e redução como sinônimos	Questão 1: A5
Entendem como um processo que envolve perda e ganho de elétrons (cientificamente aceito)	Questão 1: A4 Questão 3: A5

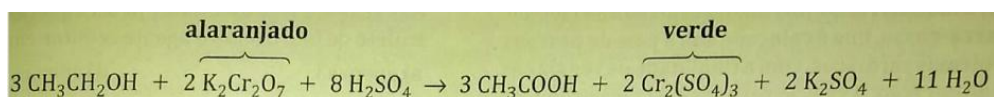
Fonte: elaborado pelo autor

### 3.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO ASSOCIADO À ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE “SIMULAÇÃO DO BAFÔMETRO”

Esse questionário (Apêndice E) foi aplicado após a realização de um experimento que objetivou identificar os sentidos e significados construídos pelos estudantes para o conceito da reação de oxirredução a partir de uma atividade experimental.

O questionário que foi constituído por uma questão discursiva e pela análise das respostas obtidas está disposto abaixo:

Questão 1: Baseando-se no experimento desenvolvido “simulando um bafômetro” o qual tem como equação química a apresentada abaixo:



Explique o que ocorreu na realização do experimento.

Quadro 7: Respostas obtidas na questão do questionário 2

A1	No experimento que vimos, foi notório que, o cromo mudou a sua coloração, de alaranjado ficou esverdeado, o cromo oxidou e os outros elementos que foi o álcool reduziu, ou seja, o cromo ganhou elétrons e o álcool perdeu elétrons.
A2	Com a passagem do ar, do recipiente que continha álcool, para o recipiente que continha cromo, notou-se a mudança de cor, gradativamente, não foi instantaneamente. O cromo oxida e muda de cor quando entra em contato com o álcool, que por sua vez é reduzido em ácido carboxílico
A3	A mudança ocorreu quando o ar do álcool foi transportado para o recipiente onde estava o cromo, assim, ocorrendo a mudança de coloração.
A4	A reação ocorreu à medida que o cromo foi recebendo o teor alcóolico e o mesmo foi

	<p> mudando sua coloração, onde ele ganha elétrons oxidando e o álcool perde reduzindo.</p>
A5	<p> A mudança da coloração ocorre com a presença da oxidação no sistema do bafômetro, onde o álcool por meio do ar entra em contato com o segundo componente que é o sulfato, fazendo com que aconteça a oxirredução, onde o sulfato é oxidado e o álcool é reduzido.</p>
A6	<p> Quando o vapor do álcool entrou em contato com a solução de cromo, mudou de cor, adotou um tom esverdeado. O cromo oxidou perdendo elétrons para o álcool que reduziu.</p>
A7	<p> A solução laranja ficou verde, pois ganhou elétrons (a solução mudou de cor pela presença do álcool nas bebidas) o álcool perdeu elétrons.</p>
A8	<p> O etanol oxidou quando entrou em contato com o cromo, e o cromo reduziu, pois ele perdeu elétrons.</p>
A9	<p> O cromo se desprende do potássio e se combina ao <math>SO_4</math>, formando uma nova substância e alvejando a coloração da solução.</p>
A10	<p> A solução mudou de cor pela presença do álcool, e do vapor e também álcool perde elétrons.</p>
A11	<p> Quando observada a reação o dicromato reagiu com o etanol o qual oxidou</p>
A12	<p> Na reação que vimos o dicromato reagiu com o álcool, e foi observado a mudança de coloração do dicromato por causa do álcool, o etanol oxidou e o dicromato reduziu, é daí que se dá a coloração verde, pois o etanol virou ácido carboxílico ganhando oxigênio e assim sendo oxigenado.</p>
A13	<p> A mudança ocorreu pelo fato das assistentes terem assoprado no canudo, dentro do vidro com os tipos de bebidas que tinham álcool, para que o vapor subisse, e mudasse de cor o dicromato de potássio. Da mesma maneira, ocorreu a mudança de coloração nos dois tipos de bebidas com álcool, e o próprio álcool puro, só que com os tempos diferentes.</p>
A14	<p> É perceptível que no processo de mudança de alaranjado para verde o etanol sofre oxidação, e o <math>2K_2Cr_7O_7</math> sofre redução.</p>
A15	<p> No experimento o álcool oxida e o cromo reduz, formando um intenso e um teor maior do cheiro do álcool tendo uma cor esverdeada.</p>
A16	<p> O reagente dicromato de potássio perdeu a cor amarela-alaranjado ocorreu que uma reação de oxirredução em que a oxidação do etanol (álcool) à etanal (aldeído) e a redução do dicromato a cromo 3 ou mesmo a cromo 2 confirma a equação química de representa o dicromato de potássio mudar de cor de amarelo-alaranjado para verde.</p>
A17	<p> Deu-se a partir da oxidação do álcool.</p>
A18	<p> No experimento que vimos, o álcool oxidou e cromo houve uma redução, sabemos</p>

	disso pela mudança de cor na mistura, correndo uma oxirredução.
A19	Vimos que nos 3 experimentos que fizemos a coloração e o vapor do álcool. Cada um reagiu em tempo diferente. Quem oxidou foi o cromo e quem reduziu foram os demais álcoois.

Fonte: elaborado pelo autor

Ao analisar as respostas dadas pelos estudantes, frente à questão 1, verificou-se que: A3, A9 e A13 caracterizam o experimento a partir da mudança de coloração; A7, A8, A10, A11, A12, A14, A15, A16, A17 e A18 justificam as observações experimentais com elementos que são muito próximos ao significado científico acerca da reação de oxirredução, quando dizem que observaram mudança de coloração, e que o cromo reduziu ganhando elétrons, enquanto o álcool oxidou, perdendo elétrons.

Entretanto, A1, A2, A4, A6, A19 atribuem sentidos a reação de oxirredução que são opostos aos significados cientificamente aceitos, ao dizerem que na reação de simulação do bafômetro quem sofre a oxidação é o cromo, quando na verdade é o álcool e, exceto A6, atribuem ao processo de oxidação, o ganho de elétrons e ao de redução, a perda de elétrons. Assim, diante dos sentidos expressos por essa parte do grupo, é possível verificar que eles atribuem a perda de elétrons ao processo de redução, pois a palavra “redução” faz com que eles desenvolvam sentidos relacionados à diminuição que, neste caso, é de elétrons. Ou seja, mesmo após a sequência didática, algumas dificuldades persistem.

A partir da análise relatada, foi possível verificar os principais sentidos construídos pelos estudantes para o conceito da reação de oxirredução após o envolvimento deles em uma atividade experimental, tabela 2.

Tabela 2: Síntese dos principais sentidos atribuídos às reações de oxirredução pelos estudantes na questão associada à atividade experimental

SENTIDOS	EXEMPLOS
Caracterizam através da mudança de coloração de uma solução.	A3, A9 e A13
Compreendem a partir de uma mudança de coloração associada à oxidação de uma espécie química (perda de elétrons) e a redução de uma espécie química (ganho de elétrons). (cientificamente aceito)	A8, A12 e A18
Compreende a partir da oxidação de uma espécie química (ganho de elétrons) e a redução de uma espécie química (perda	A1, A2 e A4



de elétrons). (cientificamente não aceito)	
--	--

Fonte: elaborada pelo autor

Em meio aos sentidos que os alunos atribuíram tanto no questionário inicial como no questionário associado à atividade experimental, foi possível constatar que cerca da metade da turma, mesmo diante das dificuldades, avançaram na construção de sentidos que fossem mais próximos ao significado cientificamente aceito para o conceito de reação de oxirredução, entretanto, com a outra parte da turma observou-se certa estabilidade nos sentidos atribuídos ao conceito em questão mesmo esses não apresentando uma ligação adjacente ao contexto científico.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No presente trabalho, buscamos analisar o processo de construção de significados e atribuição de sentidos sobre reação de oxirredução vivenciado pelos estudantes quando envolvidos em atividades estruturadas em uma sequência didática que prezava pelo engajamento dos discentes, a fim de atingir o objetivo.

Sobre a participação dos estudantes no decorrer da sequência didática, observou-se que, em sua maioria, empenharam-se na realização das atividades, o que repercutiu em uma significativa interação entre professor-aluno e entre aluno-aluno, o que possibilitou a realização de uma análise de como ocorreu a construção de significados e a atribuição de sentidos para o conceito trabalhado pela turma, diante das diferentes atividades.

Assim, analisando o processo de aprendizagem traçado pelos estudantes, foi possível constatar que, mesmo diante das dificuldades, cerca de metade da turma avançou na construção de sentidos que fossem mais próximos ao significado cientificamente aceito para o conceito de reação de oxirredução, entretanto, a outra parte da turma atribuiu sentidos que não apresentam uma ligação tão próxima ao contexto científico.

Com isso, percebemos como cada indivíduo compreende os conceitos a partir dos sentidos e significados que eles atribuem em suas particularidades. Além disso, muitas vezes, no processo de apropriação de um conceito científico, é comum fazer uso do mesmo sem realmente dominar sua significância, usando apenas sentidos fluidos que variam dependendo dos contextos.

Diante disso, esperamos que este trabalho colabore para o desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos químicos em sala de aula, evidenciando como o processo de conceituação pode ser vivenciado de maneira a cooperar com a construção de significados para os conceitos científicos e envolvimento dos estudantes por meio de atividades bem planejadas.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; FERREIRA, H. S. Análise e validação de sequências de ensino aprendizagem a partir de atividade e ações propostas. In: NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (ORGS). Galperin e teoria da formação planejada por etapas das ações mentais e dos conceitos: pesquisas e experiências para um ensino inovador. São Paulo: Mercado de letras, 2018, p.333-368.
- BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M.C. Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n.1, 52-58, 2017. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_1/QNESC\\_39-1\\_revista.pdf#page=52](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/QNESC_39-1_revista.pdf#page=52). Acesso em: 23 out. 2019.
- BRAATHEN, P. C. Hálito culpado, o princípio químico do bafômetro. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 3-5, 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/quimsoc.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- BROWN, T. L.; LEMAY JR., H. E.; BURSTEN B. E.; BURDGE J. R. **Química Ciência Central**. 9.ed. p. 721-751. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 1ed. São Paulo. Editora: Saraiva, p. 336-337, 2015.
- CAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, n. 1, v. 28, p. 7-26, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p7>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- FERREIRA, G. A. L.; MÓL, G. S.; SILVA, R.R. Bafômetro um modelo demonstrativo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 32-33, 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/exper2.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxi-redução e suas diferente abordagens. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n.1, p. 35-45, 2017. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_1/QNESC\\_39-1\\_revista.pdf#page=35](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/QNESC_39-1_revista.pdf#page=35). Acesso em: 15 out. 2019.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Uma visão sócio-interacionista e situada dos conceitos e a internalização em Vygotsky. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. IX, 2013. Águas de Lindóia, **Atas**, UFRJ, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, n. 30, p. 111-125, 2011. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1102>. Acesso em: 15 out. 2019.

PRADANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ed. Novo Hamburgo, Feevale, 2013.

RODRIGUES, G. M. **Desenho e validação de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre os estados físicos da matéria com base na teoria da atividade e na teoria da formação das ações mentais por etapas**. 2014. 351 f. Tese (Dourado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RODRIGUES, G. M.; FERREIRA, H.S. Elaboração e análise de sequência de ensino-aprendizagem sobre estado da matéria. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII, 2011, Campinas, **Atas**, UNICAMP, 2011. Online. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/resumos/R0234-1.html](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0234-1.html). Acesso em: 18 out. 2019.

SABINO, J. D.; AMARAL, E. M. R. Utilização do perfil conceitual de substância no planejamento do ensino e na análise do processo de aprendizagem. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 1 p. 245-265, 2018. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/923>. Acesso em: 03 nov. 2019.

SABINO, J. D. **A utilização do perfil conceitual de substâncias em sala de aula: do planejamento do ensino à análise do processo de aprendizagem dos estudantes**. 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C.; CRUZ, M. C. P. Aprendizagem ativo-colaborativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018. Disponível em:

[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40\\_4/QNESC\\_40-4\\_revista.pdf#page=258](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_4/QNESC_40-4_revista.pdf#page=258). Acesso em: 15 out. 2019.

SIMÕES NETO, J. E. **Uma proposta para perfil conceitual de energia em contexto do ensino da física e química**. 2016. 251 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; ALMEIDA, M. G. O.; AQUINO, K. A. S. Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 38, n. 3, p. 237-243, 2016. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Katia\\_Aquino/publication/308045807\\_Conexoes\\_entre\\_Cinetica\\_Quimica\\_e\\_Eletroquimica\\_A\\_Experimentacao\\_na\\_Perspectiva\\_de\\_Uma\\_Aprendizagem\\_Significativa/links/5893530b92851c545748c4c7/Conexoes-entre-Cinetica-Quimica-e-Eletroquimica-A-Experimentacao-na-Perspectiva-de-Uma-Aprendizagem-Significativa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Katia_Aquino/publication/308045807_Conexoes_entre_Cinetica_Quimica_e_Eletroquimica_A_Experimentacao_na_Perspectiva_de_Uma_Aprendizagem_Significativa/links/5893530b92851c545748c4c7/Conexoes-entre-Cinetica-Quimica-e-Eletroquimica-A-Experimentacao-na-Perspectiva-de-Uma-Aprendizagem-Significativa.pdf). Acesso em: 24 out. 2019.

SOARES, R. F. **Construção conceitual e desenho de seqüências de ensino aprendizagem sobre fungos, uma proposta para professores das séries iniciais**. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

## APÊNDICE A

### UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO -TCLE

Eu, Jorge da Silva Martins, graduando do curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no momento estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada: **Processo de conceituação da reação de oxirredução a partir de uma sequência didática sobre bafômetro** sob a orientação da Professora Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral.

Por esse motivo venho, pelo presente, solicitar a sua participação, juntamente com todos os demais alunos do 3º ano do Ensino Médio – Turma B, na pesquisa cujos dados serão obtidos por meio da aplicação de um questionário de 8 questões a fim de conhecer vossas concepções prévias sobre o Bafômetro, assim como discussões de textos, realização de experimento e debates.

Sua participação nessa pesquisa é voluntária e não implicará qualquer risco ou desconforto. Informo que as gravações e filmagens ficarão à disposição dos participantes ou responsáveis. A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento e sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, à disciplina ou a escola.

Não existirá despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase de estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Solicito devolução deste documento assinado considerando que o primeiro momento da intervenção para gravações e filmagens acontecerá no mês de outubro de 2019, em data a ser agendada com o Professor de Química e a coordenação da escola de acordo com a sua disponibilidade.

Dados dos Pesquisadores:

**JORGE DA SILVA MARTINS**

Licenciando do curso Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE),  
Campus Dois Irmão, Recife – PE.

Contato: [jorgesmartins00@hotmail.com](mailto:jorgesmartins00@hotmail.com)

**EDENIA MARIA RIBEIRO DO AMARAL**

Docente do Curso de Licenciatura em Química e do Programa de Pós-Graduação em Ensino  
das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Dois Irmão,  
Recife – PE.

Contato: [edeniamramaral@gmail.com](mailto:edeniamramaral@gmail.com)

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na  
pesquisa e concordo em participar. Entendo que meus dados pessoais serão mantidos em  
sigilo e que os resultados obtidos através da pesquisa serão utilizados para alcançar os  
objetivos do trabalho expostos acima, incluindo sua publicação na literatura científica  
especializada.

Recife, 25 de outubro de 2019.

---

Nome completo do Participante (Assinatura)

---

Telefone

---

Assinatura do Pesquisador

## APÊNDICE B



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

## Questionário – Reações de Oxirredução

1. O que você entende por transformações químicas ou reações químicas? Dê exemplos.

---

---

---

---

---

2. Que tipos de reações químicas você conhece? Exemplifique.

---

---

---

---

---

3. O que você entende por reação de oxirredução. Você poderia dar exemplos?

---

---

---

---

---

4. Para você o que está acontecendo quando uma maçã começa a apodrecer?

---

---

---

---

---

5. O que acontece quando deixamos um portão de ferro exposto à ação do ar e da água?



---

---

---

---

---

**6.** Qual o papel da adição do suco de laranja ou de limão em salada de frutas? Você acha que isso tem alguma relação com transformações químicas? Se positivo, como elas ocorrem?

---

---

---

---

---

**7.** No tratamento de feridas na pele, como as que aparecem em consequência da catapora, é recomendando banhos com soluções bem diluídas de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). Assim, em sua opinião qual a ação que esse agente bactericida desempenha?

---

---

---

---

---

**8.** É comum comermos feijoada, a qual é rica em ferro, acompanhada de laranja porque biologicamente ela auxilia na digestão, impedindo a absorção por completo dos nutrientes consumidos. Porém, essa combinação tem alguma importância química para o nosso corpo? Se positivo, explique?

---

---

---

---

---

## APÊNDICE C

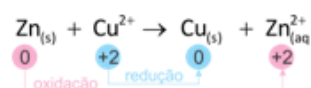


UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

### NOSSA VIDA E AS REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

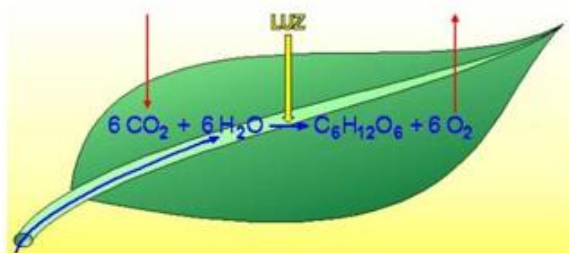
Em nosso cotidiano há inúmeras situações que podem ser compreendidas pelo movimento dos elétrons, pois nelas encontramos reações químicas acompanhadas de variações do Nox, as quais são denominadas de reações de oxirredução. Estas ocorrem quando existe a transferência de elétrons entre as espécies químicas participantes da reação, na qual a espécie que sofre oxidação perde elétrons, o que é evidenciado pelo aumento do Nox, enquanto a outra espécie ganha elétrons, e diminui seu Nox, caracterizando o processo de redução. Entre as diversas aplicações que temos das reações de oxirredução em nosso cotidiano, podemos citar:

*Exemplo de reação de Oxi-redução:*



#### 1. *Fotossíntese*

Como sabemos a fotossíntese é um processo de conversão de energia luminosa em energia química, onde a água e o gás carbônico reagem na presença de luz produzindo moléculas orgânicas. Observe:



De acordo com a equação acima, é possível observar que a fotossíntese é um exemplo de reação de oxirredução, pois o carbono sofre redução, variando seu Nox de +4 para zero, enquanto o oxigênio sofre oxidação com mudança no Nox de -2 para zero.

## 2. Escurecimento das frutas

O escurecimento das frutas quando expostas ao ar, é uma evidência de que na constituição delas há substâncias que reagem com o



oxigênio do ar, oxidando-as e conseqüentemente decompondo-as, gerando gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Isso se dá porque as frutas apresentam compostos fenólicos naturais que se oxidam na presença da enzima Polifenol oxidase (PFO) e do oxigênio presente no ar, gerando a **quinona**, por sua vez pode sofrer polimerização e formar pigmentos escuros e insolúveis, chamados de melaninas.

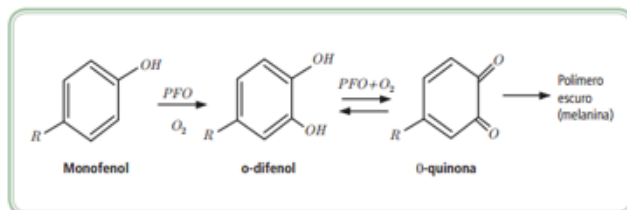


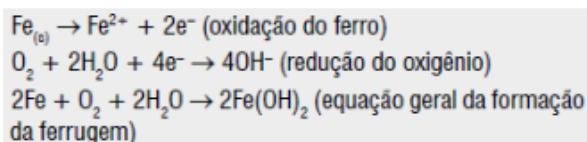
Figura 1: Reação de Oxidação de compostos fenólicos catalisada pela polifenol oxidase.

Assim, visando evitar essa oxidação é comum colocar sobre as frutas uma pequena quantidade de suco de laranja ou de limão, porque essas frutas apresentam em sua constituição vitamina C (ácido ascórbico), que se oxida facilmente, impedindo que as outras espécies químicas presentes nas frutas sejam oxidadas, em razão do seu próprio sacrifício. Por isso esse antioxidante é muito utilizado na indústria alimentícia, pois ele reage rapidamente com vários agentes oxidantes, como o gás oxigênio do ar, evitando que o alimento sofra alterações.



### 3. Formação de ferrugem

A ferrugem é um processo comum em nosso cotidiano, que é resultante da oxidação do ferro. Onde, esse metal em contato com o oxigênio presente na água e no ar, se oxida, alterando seu Nox de zero para +2, enquanto o oxigênio reduz seu Nox de zero para -2. Assim, se tem a formação do hidróxido de ferro hidratado, a ferrugem, que deteriora o material original pouco a pouco. De acordo com a soma da reação de oxidação do ferro e de redução do oxigênio é possível obter a equação geral da formação da ferrugem, conforme apresentado abaixo:



Dessa forma, para evitar que as máquinas, ferramentas e demais objetos feitos de ferro se decomponham devido à oxidação, é necessário evitar que entrem em contato com o oxigênio, o que pode ser obtido através da pintura, ou com a cobertura da superfície de ferro com óleo ou outras substâncias lubrificantes.

#### ADENDO:

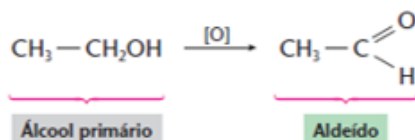
*A maresia é uma névoa fina e úmida que paira sobre as cidades litorâneas, flutuando ao longo da costa, resultado das ondas que se arrebatam na praia, levando gotículas de água do mar, para o ar. Só que essas gotículas apresentam vários compostos, principalmente sais, que junto com a água causam enferrujamento em carros e objetos de ferro; e emperrando portões.*

*Assim como, a ferrugem convencional, a maresia também faz com que a água crie um caminho no qual os átomos de ferro se liguem aos de oxigênio. Só que no caso da maresia, isso ocorre de forma mais rápida devido à presença de sais na água os quais ajudam a transportar os elétrons com mais facilidade.*



### 4. Ressaca

Após o consumo excessivo de bebidas alcoólicas, é comum que as pessoas tenham ressaca, a qual gera sintomas como: dor de cabeça, tontura, enjoo, entre outros. A ressaca é ocasionada por alguns agentes, como: a desidratação causada pelo álcool que atua como um diurético, assim quem exagera nas bebidas alcoólicas urina mais que o normal; e um outro agente seria a oxidação do álcool a etanal, que por sua vez também é responsável pela dor de cabeça. Observe:

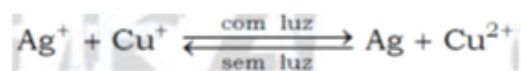


### 5. Lentes de óculos fotossensíveis

Em nosso cotidiano, é comum que nos deparemos com alguém usando óculos cujas lentes são praticamente incolores em ambiente fechado, mas que ficam escuras quando expostas à luz solar. Isso se deve porque as lentes são confeccionadas com cristais de cloreto de prata e cristais de cloreto de cobre(I), que quando submetidas à luz solar, ocorre



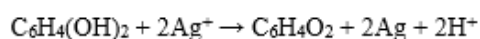
uma reação de oxidação e redução entre os íons cobre e os de prata, fazendo com que a lente fique escurecida, conforme a equação abaixo:



Essa reação pode ser revertida quando as lentes são retiradas da exposição direta a luz, o que faz com que a prata se torne um cátion monovalente novamente.

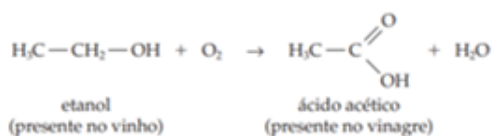
### 6. Revelação fotográfica

Nas antigas revelações fotográficas em preto e branco, costumava-se fazer uso de um filme que era constituído de uma lâmina plástica recoberta por cloreto de prata ou brometo de prata. Os íons de prata ao serem expostos à luz reagiam com uma substância como a hidroquinona, que se oxidava para a prata reduzir a prata metálica. Conforme a equação abaixo:

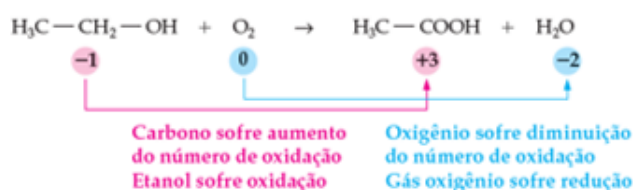


### 7. Obtenção de vinagre a partir do vinho

A palavra vinagre vem do latim *vinum*, “vinho”, e *cre*, “azedo”. Desde a Antiguidade, a humanidade sabe fabricar vinagre; basta deixar o vinho azedar. O vinho contém etanol, dessa forma, se armazenado de forma incorreta por muito tempo, a rolha que é microscopicamente porosa, permite a entrada de ar. Assim, o ar do interior da garrafa é trocado com o ar exterior, oxidando o álcool etílico a ácido acético, que é o principal composto do vinagre. Observe:



Se determinarmos os números de oxidação dos átomos presentes nas substâncias envolvidas na reação acima, veremos que um dos carbonos e o oxigênio sofreram alterações. Note:



### Referência:/

CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 1ed. São Paulo. Editora: Saraiva, p. 336-337, 2015.

## APÊNDICE D



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

### *Apenas uma Dose: O Princípio Químico do Bafômetro*

Quando uma pessoa ingere bebidas alcoólicas, o álcool rapidamente passa para a corrente sanguínea, pela qual é levado para todas as partes do corpo. Esse processo de passagem do álcool para o estômago/intestino para o sangue leva aproximadamente de 20 a 30 minutos, e depende de uma série de fatores, tais como:

- 1) Peso Corporal



- 2) Capacidade de absorção do sistema digestivo
- 3) E gradação alcoólica de bebida

A consequência é a intoxicação, que varia de uma leve euforia até mais adiantados de estupor alcóolico. No sangue temos alguns mecanismos que encarregam-se de eliminar do organismo as substâncias tóxicas, objetivando purificar o sangue. Dentre esses temos:

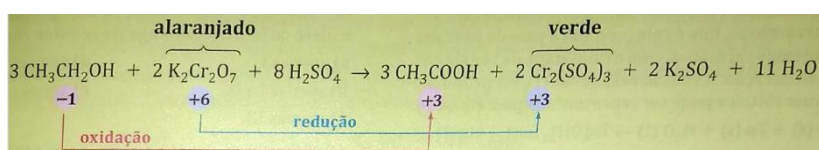
- 1) A eliminação, nos pulmões pelo ar alveolar;
- 2) A eliminação pelo sistema urinário;
- 3) A metabolização de etanol, principalmente no fígado.

Os dois primeiros processos, respondem por aproximadamente 10% do descarte do álcool do corpo humano, enquanto o último por aproximadamente 90%. Devido a esses processos, estudos têm mostrado que uma pessoa de porte médio pode ingerir, num período de aproximadamente 2 horas, 750mL de cerveja ou de uma dose de uísque para chegar a um teor de 0,5g/L de álcool no sangue.

Um dos resultados dessa intoxicação aléoolica, é que a capacidade da pessoa para conduzir veículos é comprometida, tendo em vista que a intoxicação afeta a coordenação motora e a rapidez dos reflexos.

Assim, visando evitar acidentes nas estradas causados por motoristas alcoolizados, o poder público passou a usar um instrumento popularmente conhecido como bafômetro, onde o motorista suspeito de dirigir sob o efeito de álcool, ao ser parado, é solicitado a soprar em um tubo ligado ao aparelho, que através de uma reação de oxi-redução a presença de álcool no sangue é determinada através do ar exalado pela pessoa.

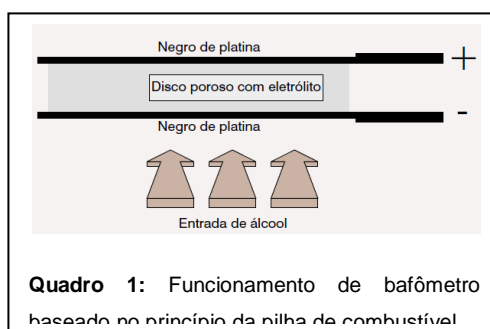
Os bafômetros mais simples são descartáveis e consistem em pequenos tubos contendo uma mistura sólida de solução aquosa de dicromato de potássio e sílica, umedecida com ácido sulfúrico. A detecção da embriaguez por esse instrumento é visual, pois o álcool ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) é oxidado a ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), e o crômio, inicialmente presente no ânion dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), alaranjado, é reduzido ao íon crômio(III), verde. Conforme a equação química abaixo:



Os instrumentos normalmente usados pelas polícias rodoviárias do Brasil e de outros países, são instrumentos bem mais sofisticados, pois eles detectam e medem. Nesses instrumentos é necessário que o “suspeito” sopre para dentro do aparelho através de um tubo

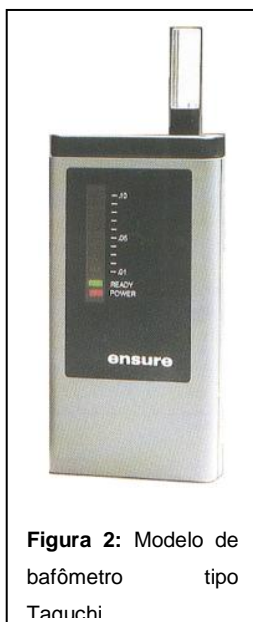
descartável onde ocorre oxidação do etanol a etanal( $C_2H_4O$ ). Basicamente são usados dois modelos, onde:

O primeiro modelo contém um sistema eletroquímico, o qual é baseado no princípio da pilha de combustível, onde o etanol é oxidado em meio ácido sobre um disco de plástico poroso coberto com pó de platina (catalisador) e umedecido com ácido sulfúrico sendo um eletrodo conectado a cada lado desse disco poroso. Assim, a corrente elétrica produzida é proporcional à concentração de álcool no ar expirado dos pulmões da pessoa testada, sendo lida numa escala que é proporcional ao teor de álcool no sangue.



O outro modelo é o Taguchi desenvolvido no Japão e consiste em um sensor semicondutor, seletivo para etanol, constituído basicamente de óxido de estanho com várias impurezas. O sensor é aquecido a aproximadamente  $400^{\circ}C$ , para que se torne ativo e quando o etanol entra em contato com esse sensor, seja imediatamente oxidado, ocorrendo uma mudança na resistência/condução do sensor. Esta é medida com voltagem, novamente proporcional à concentração de álcool no sangue( Figura 2).





**Figura 2:** Modelo de bafômetro tipo Tanuchi

É interessante resaltar que alguns veículos especialmente, ônibus e caminhões apresentam bafômetros acoplados ao seu sistema de ignição. Dessa forma, o motorista ao soprar para dentro do instrumento, caso exceda o limite legal, o veículo simplesmente não funciona. Esse instrumento foi desenvolvido por uma companhia Alemã chamada Dräger International, a qual chamou o instrumento de Interlock.

### ***Referências:***

BRAATHEN, P. C. Hálito culpado, o princípio químico do bafômetro. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 3-5, 1997. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/quimsoc.pdf>.

Acesso em: 18 out. 2019.

CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 1ed. São Paulo. Editora: Saraiva, p. 336-337, 2015.

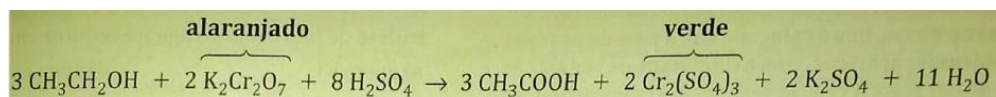
## APÊNDICE E



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

## Questionário – Reações de Oxirredução

Baseando-se no experimento desenvolvido “simulando um bafômetro” o qual tem como equação química a apresentada abaixo:



Explique o que ocorreu na realização do experimento.