



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**MACÁRIO VITÓRIO MOTA RODRIGUES**

**UMA PROPOSTA MULTIDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E QUÍMICA PARA A  
ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA**

**FORTALEZA**

**2020**

MACÁRIO VITÓRIO MOTA RODRIGUES

UMA PROPOSTA MULTIDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E QUÍMICA PARA A  
ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA

Monografia submetida à  
Coordenação do curso de licenciatura em  
Química do Departamento de Química  
Orgânica e Inorgânica da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial  
à obtenção do grau de licenciado em  
Química.

Orientador: Me. Fabrício Siqueira  
Queiroz

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

R614p Rodrigues, Macário Vitório Mota.  
Uma proposta multidisciplinar entre Física e Química para a abordagem do conteúdo de eletroquímica /  
Macário Vitório Mota Rodrigues. – 2020.  
54 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Física, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Me. Fabrício Siqueira Queiroz.

1. Eletroquímica. 2. Química - Estudo e ensino. 3. Física - Estudo e ensino. 4. Livros didáticos -  
Avaliação. I. Título.

CDD 530

---

MACÁRIO VITÓRIO MOTA RODRIGUES

UMA PROPOSTA MULTIDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E QUÍMICA PARA A  
ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA

Monografia submetida à  
Coordenação do curso de licenciatura em  
Química do Departamento de Química  
Orgânica e Inorgânica da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial  
à obtenção do grau de licenciado em  
Química.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Me. Fabrício Siqueira Queiroz (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Lic. Renato Veríssimo de Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Odair Pastor Ferreira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, minha família e amigos.  
Em memória de minha falecida avó Maria  
Cleuta Mota, grande pessoa, cujo sempre me  
incentivou nos estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, que sempre me estimulou nos estudos, principalmente a minha mãe, Marlúcia Vitória Mota e minha falecida avó Maria Cleuta Mota.

Agradeço imensamente aos professores da UFC: Odair Pastor Ferreira e Paulo Naftali da Silva Casciano pelas excepcionais aulas de Física e Físico-Química, aos professores Renivaldo Sodré de Sena e Júlio César Silva Araujo, pelas maravilhosas aulas de Cálculo, matéria essa essencial para minha formação acadêmica e que sempre será importante para mim.

Agradeço também aos professores da UFF Jorge Simões de Sá Martins e Kaled Dechoum pelas aulas fantásticas de física moderna, termodinâmica e eletromagnetismo, disciplinas estas quais que me dediquei arduamente e ainda me dedico atualmente e estão no rol das minhas áreas favoritas da Física. Agradeço também ao professor de Física da USP Gil da Costa Marques, cujo ministrou excelentes aulas de eletromagnetismo. Todos esses docentes mesmo sendo de outras universidades e mesmo sem eu ter tido contato pessoal, somente através de vídeo aula, foram muito importantes para minha formação acadêmica e para a evolução do meu conhecimento.

Agradeço a meus amigos pelas críticas e sugestões para esse trabalho, pois foram de grande ajuda para o desenvolvimento dessa monografia, ao meu orientador Fabrício Siqueira Queiroz, pelas orientações e a outros professores da UFC que contribuíram diretamente ou indiretamente na minha vida acadêmica.

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos  
é um oceano.”

Isaac Newton

## RESUMO

No contexto do ensino fundamental e médio, muitos estudantes relatam ter bastante dificuldade em Física e em Química, por serem disciplinas que envolvem muitos conceitos, informações e muitas vezes fundamentações e fenomenologias abstratas. Como consequência disso, os alunos não conseguem interligar essas áreas, mesmo elas tendo uma imensa interconexão. Dessa maneira, esse trabalho tem como propósito de facilitar essa interligação por meio de um tema que está relacionado a ambas as áreas que é a eletroquímica, mais especificamente falando o tópico de pilhas. A ideia central desse trabalho é trazer a importância da Física para uma melhor compreensão da Química através de uma abordagem multidisciplinar da eletroquímica, de maneira que os estudantes possam compreender os fenômenos de modo mais amplo possível. Nesse trabalho, realizou-se uma análise de alguns livros didáticos de Química no capítulo referente ao conteúdo de eletroquímica, com o intuito de verificar se houve a fundamentação física necessária para um melhor entendimento do tópico discutido no presente trabalho, Além disso foi efetuada uma pesquisa com professores de Química do ensino médio para saber como os alunos reagem ao conteúdo ministrado por eles, qual era o nível de entendimento, quais as principais dificuldades e como eles reagiriam a uma abordagem multidisciplinar entre a Física e a Química. Nesse trabalho, foi proposto aulas com fundamentos químicos e físicos essenciais na compreensão do conteúdo de eletroquímica, juntamente com a proposta de um experimento integrado de Física e Química abordando o tema.

**Palavras-chave:** Física. Química. Multidisciplinariedade.

## ABSTRACT

. In the context of primary and secondary education, many students report having great difficulty in Physics and Chemistry, as they are subjects that involve many concepts, information and often foundations and abstract phenomenologies. As a result, students will not connect these areas, even though they are immensely interconnected. In this way, this work comes with the purpose of facilitating this interconnection through a theme that is related to both areas, which is electrochemistry, more specifically speaking the topic of batteries. The central idea of this work is to bring the importance of Physics to a better understanding of Chemistry through a multidisciplinary approach to electrochemistry, so that students can understand the phenomena as widely as possible. In this work, there was an analysis of some textbooks in the chapter referring to the content, to verify if there was the necessary physical basis for a better understanding of the discipline. In addition, a survey was carried out with Chemistry teachers to learn how students reacted to content taught by them, what was the level of understanding, what were the main difficulties and how they would react to a multidisciplinary approach between Physics and Chemistry. In this work, classes with essential chemical and essential foundations in the understanding of the content of electrochemistry were proposed, together with the proposal for an integrated Physics and Chemistry experiment addressing the theme.

**Keywords:** Physics. Chemistry. Multidisciplinarity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem retirada do livro referente ao autor David Griffiths.....	8
Figura 2 – Imagem retirada do livro referente ao autor Chang Raymond.....	8
Figura 3 – Questionário aplicado aos professores de Química.....	15
Figura 4 – Esquema de montagem da pilha.....	20
Figura 5 – Imagem retirada do livro referente ao autor Ricardo Feltre.....	20
Figura 6 – Imagem retirada do site <a href="http://www.fismatica.com.br">http://www.fismatica.com.br</a> .....	20
Figura 7 – Imagem retirada do livro referente ao autor Ricardo Feltre.....	21
Figura 8 – Imagem retirada do livro referente aos autores Tito e Canto.....	22

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Metodologia usada para o ensino do conteúdo de pilhas.....	23
Gráfico 2. Número de aulas que o professor necessita para ministrar o conteúdo.....	24
Gráfico 3. “Os alunos conectam os conceitos de Física e Química no conteúdo estudado?”.....	25
Gráfico 4. Gráfico referente a opinião dos professores acerca da importância de abordar conceitos da Física no conteúdo de eletroquímica.....	26
Gráfico 5. Existência ou não de tempo para a aplicação da metodologia proposta.....	27
Gráfico 6. Abordagem Física dos livros didáticos.....	28
Gráfico 7. Opinião dos professores com relação a como os alunos reagiriam a metodologia proposta.....	29
Gráfico 8. Opinião dos professores sobre a metodologia atual utilizada para o conteúdo de eletroquímica.....	30
Gráfico 9. Opinião dos professores sobre a metodologia proposta.....	31
Gráfico 10. Comparativo entre as metodologias usais e a metodologia proposta para o conteúdo de eletroquímica de acordo com a opinião dos professores questionados.....	32

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tabela referente a divisão dos conteúdos de Física e Química na abordagem do conteúdo de eletroquímica.....	12
Tabela 2 – Tabela referente aos livros didáticos analisados.....	14

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 O que é multidisciplinariedade.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 A importância da experimentação no ensino de Química e Física.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 A relação entre a Física e a Química.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 A importância da Física para a Química.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 A abordagem do conteúdo de pilhas como ferramenta multidisciplinar.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Análise dos livros didáticos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Aplicação de Questionário.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Proposta para a abordagem do tema eletroquímica/pilhas.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1 Questionário Introdutório.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1.1 Abordagem dos conceitos básicos da Física.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1.2 Abordagem dos conceitos básicos da Química.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Experimento integrado de Física e Química.....</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Análise dos livros didáticos.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.1 Martha Reis.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.2 Ricardo Feltre.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.3 Tito e Canto.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Questionário avaliativo.....</b>	<b>25</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE 1.....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE 2.....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE 3.....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE 4.....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE 5.....</b>	<b>42</b>

## 1.INTRODUÇÃO

A Química e a Física são duas grandes áreas do conhecimento que andam praticamente lado a lado no decorrer do estudo da natureza que nos cerca. Entretanto no ensino médio, os alunos em determinados momentos tratam essas áreas muitas vezes como distintas ou que não se relacionam e na maioria das vezes tendem a ter dificuldades em associá-las. Devido a imensa interconexão desses conhecimentos, é de vital importância que os alunos estabeleçam uma boa integração dos conteúdos no processo de aprendizagem.

Com respeito a disciplina de Física, segundo Pereira (2016, p. 3);

Nos dias atuais a concepção dos alunos a respeito da disciplina de física está se tornando cada vez mais negativa, pelo fato da mesma ser ensinada de uma forma que se torna menos prazerosa para os alunos aprenderem, pois na maioria das vezes os professores adotam somente os cálculos matemáticos e acabam deixando de mostrar a física como ciência. Isso muitas vezes deixa os alunos frustrados e às vezes pode levá-los a sentir até medo da mesma, pelo motivo de não conseguir aprender os cálculos por serem bem complexos e difíceis, e isso pode levar os educandos a não gostar da disciplina e no futuro podem não ter conhecimentos suficientes para compreender os fenômenos físicos ocorridos no seu cotidiano. E mesmo que o ser humano não consiga visualizar e entender os fenômenos eles estão presentes constantemente no dia a dia.

Na disciplina de Química não é muito diferente, ela é por diversas vezes é vista como um assunto que não desperta o interesse dos estudantes, apesar de possuir um conteúdo vasto e que se encontra extremamente presente em nosso cotidiano (Carvalho, 2007). É bastante frequente observarmos que os educandos não conseguem fazer abstrações dos conceitos, fórmulas, reações e fazer associações com o mundo real, isso se deve na maioria das vezes pela maneira como a Química é abordada. Na maioria das escolas tem-se dado maior ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, deixando de lado a construção do conhecimento científico dos alunos e a desvinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano. Essa prática tem influenciado negativamente na aprendizagem dos alunos, uma vez que eles não conseguem perceber a relação entre aquilo que estudam na sala de aula, a natureza e a sua própria vida (Miranda e Costa, 2007).

Um estudo realizado na escola profissionalizante localizada na cidade de Iguatu, pesquisa essa realizada por Correia, De Paula e Silva (2017), demonstrou que 51% de 106 alunos gostam da disciplina de Química, 43% gostam relativamente e 6% não gostam. Foi perguntado o motivo pelo qual a parcela que compõe os 6% não gosta de Química, e esta informou que isso se devia principalmente ao fato de os conteúdos possuírem muitas fórmulas, o que causava dificuldade no momento das avaliações.

Um estudo realizado por Lima e Barbosa (2015), em uma escola localizada no município de Crateús-CE, ao indagar os estudantes que não gostavam da disciplina de Química, obtiveram deles duas respostas gerais, que foram: dificuldades em compreender os conteúdos/muita memorização e falta dos conhecimentos básicos da matemática e da Física. Sobre esta última resposta dos alunos, podemos verificar o quão é importante a base físico-matemática no entendimento químico, principalmente por parte da Física, visto que esta, se relaciona intimamente com a Química como havia explicado anteriormente.

Nesse mesmo estudo os alunos foram indagados a respeito da maneira como o professor lecionava o conteúdo de Química, se ele relacionava a matéria dada na sala de aula com os assuntos do cotidiano, a pesquisa mostrou que 71,9% dos alunos disseram que não, já 28,1% disseram que sim. Logo, podemos inferir que é necessário que o professor busque mais contextualizações em suas aulas, relacionando a teoria vista em sala com o cotidiano. Em uma educação onde os estudantes possam relacionar os conceitos vistos em sala de aula com universo a sua volta, é necessário que nesse processo educacional seja incorporado uma contextualização baseada na construção de significados, exaltando sempre o cotidiano do discente apoiado numa abordagem social e cultural (SANTOS, 2011).

Um trabalho feito por Paz e Pacheco em escolas públicas de Teresina, revelou que 68,6% dos estudantes possuíam dificuldades em Química devido aos cálculos, já 28,2 % afirmava falta de práticas, 24% dizia que a forma como o professor abordava o conteúdo não era efetiva , 6,4% disseram não gostar da disciplina e a porcentagem restante afirmou não possuir dificuldade. Disso podemos concluir que os professores devem melhorar suas metodologias, evitando o abuso dos cálculos e fórmulas e focando também na experimentação.

Cabe ressaltar que a metodologia utilizada pelo professor é um motivo marcante para isso, pois acabam dando ênfase à memorização de fórmulas, priorizando os cálculos e desvalorizando à experimentação e a construção do conhecimento científico dos alunos, fazendo com que eles tenham dificuldade em aprender a disciplina (PAZ e PACHECO).

Com relação a disciplina de Física, um estudo foi realizado por Lima nas escolas: Escola de Ensino Fundamental e Médio Lions Jangada (EFEMLJ), no bairro do Cristo Redentor; Na Escola de Ensino Médio General Eudoro Corrêa (EEMGEC), no bairro Parangaba e na Escola de Ensino Médio Plácido Aderaldo Castelo (EEMPAC), na 3º Etapa do Conjunto Ceara, Onde os estudantes foram questionados sobre o quanto gostavam da disciplina de Física. Foi coletado que 69% dos alunos afirmaram não

gostar da disciplina, enquanto 31% disseram gostar dela. Nesse estudo, dos alunos que gostam de estudar física, destacaram em depoimento a importância da disciplina no cotidiano deles.

*“Sim. Pois é algo que se precisamos no nosso dia a dia.”* (Aluno do 1º ano - EEMPAC).

*“Sim. Porque a gente fica por dentro de mais coisas.”* (Aluno do 1º ano - EEFMLJ).

*“Sim. Porque a física explica muita coisa que ocorre na natureza”* (Aluno do 2º ano - EEMGEC).

Nesse mesmo estudo, foi perguntado aos alunos a seguinte questão; “Você acha o ensino de física importante?”, contabilizou-se que cerca de 93% dos alunos responderam que acham importante e apenas 7% afirmaram que não. O interessante desses dados é que mesmo aqueles indivíduos que afirmaram não gostar de estudar a disciplina de física, acham importante o ensino da mesma, dando indicativo de que o problema não estar somente ligado ao interesse do aluno, mas se relaciona também com as práticas pedagógicas adotadas pelo professor em sala de aula, visando muitas vezes a utilização de métodos tradicionais de ensino, que em geral dificultam a aprendizagem do aluno.

...observa-se que, em geral, os mesmos alunos que alegam não gostar de estudar física entendem que essa disciplina é importante. Indicando, mais uma vez que, o problema do aprendizado em física nessas escolas pode estar relacionado com as práticas pedagógicas empregadas pelos professores em sala de aula, porém não podemos esquecer que o aluno é corresponsável pelos resultados obtidos (Lima, p.25, 2011).

É de extrema importância que os estudantes saibam interligar os conhecimentos e enxergar os fenômenos de uma maneira mais sólida. É claro que não é tarefa fácil para um indivíduo correlacionar de maneira eficaz duas áreas tão ricas em informações, ainda mais da maneira como elas são expostas em sala conforme relatado anteriormente. Todavia é interessante que eles tenham a ideia de que os fenômenos físicos e químicos muitas vezes se correlacionam e de uma maneira muito harmoniosa.

De acordo com esses estudos de ambas as áreas, notamos um problema comum existente entre elas e está ligado ao fato de que os alunos possuem uma grande dificuldade de correlacionar os fundamentos conceituais vistos em sala de aula com os fenômenos físicos e químicos que acontecem no cotidiano. Isso muitas vezes está correlacionado com o excesso de aulas meramente expositivas aliado a falta de experimentação e de metodologias que tornem o aluno mais participativo no processo

de aprendizagem.

As atividades de ciências pressupõem a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem, elas podem ser utilizadas para exploração do ambiente, para a sistematização ou comunicação dos conhecimentos sobre o conteúdo específico do currículo escolar. Com auxílio das atividades experimentais, a aprendizagem dos conteúdos de ciências pode relacionar-se às ações que os alunos realizam diretamente sobre os objetivos, os materiais e os seres vivos, procurando caracterizá-los ou buscando perceber suas transformações. Com o uso de experimentos as aulas podem tornar-se diferenciadas e atraentes, dando a elas um processo mais dinâmico e prazeroso. A utilização de experimentos e a observação direta de objetos e fenômenos naturais são indispensáveis para a formação científica em todos os níveis de ensino (Souza, p.10, 2013).

### **1.1 O que é multidisciplinariedade**

Antes de adentrarmos mais no desenvolvimento desse trabalho, vamos definir brevemente o que seria a multidisciplinariedade, visto a importância dela para essa proposta, assim como explicar como ela se insere nesse trabalho.

No contexto do ensino, a multidisciplinariedade ocorre quando em um determinado projeto ou propósito existe mais de uma área do conhecimento atuando, em que cada uma age com seus métodos e fundamentações teóricas, de maneira que elas possuam igual importância no desenvolvimento de determinado projeto. De acordo com Silva (2004, p. 3),

A multidisciplinaridade trata da integração de diferentes conteúdos de uma mesma disciplina, porém sem nenhuma preocupação de seus temas comuns sob sua própria ótica, articulando algumas vezes bibliografia, técnicas de ensino e procedimentos de avaliação de conteúdos.

Na multidisciplinaridade, recorremos a informações de várias matérias para estudar um determinado elemento, sem a preocupação de interligar as disciplinas entre si. Neste caso, cada matéria contribui com suas informações pertinentes ao seu campo de conhecimento, sem que houvesse uma real integração entre elas.

No presente trabalho, as áreas do conhecimento atuantes são a Química e a Física, onde cada uma contribui com suas fundamentações teóricas, todavia, em contrapartida ao argumento do autor citado acima (onde ele afirma que na multidisciplinariedade não há preocupação de interligar as disciplinas), nessa proposta as duas áreas interagem bastante e a ideia central é que essa conexão seja estimulada. No caso, a eletroquímica será utilizada como tema para que essa multidisciplinariedade ocorra em sala de aula, onde as duas áreas citadas contribuirão com suas óticas e perspectivas.

## 1.2 A importância da experimentação no ensino de Física e Química

Como já sabemos, a física e a química são duas áreas bastante ricas em informações como: cálculos, fórmulas moleculares, equações, símbolos, conceitos abstratos etc. Para que o indivíduo consiga entender os fenômenos de cada uma das áreas, requer dele um bom poder de abstração do fenômeno estudado. Entretanto cada indivíduo possui uma maneira diferente de aprender determinado conteúdo, assim cabe ao docente desenvolver ferramentas para que esse processo de aprendizado se torne mais natural.

No contexto atual, é notório que a maioria dos professores, principalmente nas áreas de exatas, se preocupam quase que sempre em desenvolver aulas meramente expositivas com pouca experimentação, dificultando que o estudante visualize melhor o fenômeno tratado em sala de aula. Acerca da experimentação no ensino de Ciências, Guimarães traz que:

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado (Guimarães, 2009, p.198).

Além disso, a experimentação trabalha com os aspectos cognitivos do estudante, tornando assim o aprendizado mais sensorial para ele, já que é através dos sentidos que ele se conecta e se relaciona com o mundo a sua volta. Antes de adentrarmos nessa ferramenta em si, temos que primeiramente entender um pouco como o indivíduo assimila os conhecimentos, para assim depois compreender de uma forma melhor a experimentação como uma ferramenta para o processo de aprendizado.

O indivíduo desde o nascimento já é cercado por diversos estímulos externos provenientes da natureza que o envolve, sejam eles físicos ou sociais. Esses estímulos fazem com que ele desenvolva seu corpo e mente em conjunto e nesse processo ele adquire capacidades e aptidões (Mota e Pereira, 2013). Na infância podemos destacar algumas aptidões que a criança adquire e que são fundamentais para o contínuo processo de aprendizagem e para um eficiente desenvolvimento da mente, são elas: ler, escrever, desenhar etc.

Para compreendermos basicamente alguns aspectos sobre tal tema, podemos recorrer a teoria de Jean Piaget<sup>1</sup>, um dos grandes teóricos que retratam muito bem a

---

<sup>1</sup> Jean Piaget foi um biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço, considerado um dos mais importantes pensadores do século XX. Defendeu uma abordagem interdisciplinar para a investigação epistemológica e fundou a Epistemologia Genética, teoria do conhecimento com base no estudo da gênese psicológica do pensamento humano.

maneira como o ser humano aprende. Ele divide o desenvolvimento mental e o processo de construção do conhecimento em três etapas: adaptação, assimilação e acomodação. Segundo Mota e Pereira (2013, p. 8),

Piaget diz que o indivíduo está constantemente interagindo com o meio ambiente. Dessa interação resulta uma mudança contínua, que chamamos de adaptação. Com sentido análogo ao da Biologia, emprega a palavra adaptação para designar o processo que ocasiona uma mudança contínua no indivíduo, decorrente de sua constante interação com o meio.

Esse ciclo adaptativo é constituído por dois subprocessos: assimilação e acomodação. A assimilação está relacionada à apropriação de conhecimentos e habilidade. O processo de assimilação é um dos conceitos fundamentais da teoria da instrução e do ensino. Permite-nos entender que o ato de aprender é um ato de conhecimento pelo qual assimilamos mentalmente os fatos, fenômenos e relações do mundo, da natureza e da sociedade, através do estudo das matérias de ensino. Nesse sentido, podemos dizer que a aprendizagem é uma relação cognitiva entre o sujeito e os objetos de conhecimento.

A acomodação é que ajuda na reorganização e na modificação dos esquemas assimilatórios anteriores do indivíduo para ajustá-los a cada nova experiência, acomodando-as às estruturas mentais já existentes. Portanto, a adaptação é o equilíbrio entre assimilação e acomodação, e acarreta uma mudança no indivíduo.

Desse texto acima podemos destacar que a aprendizagem para Piaget é uma relação cognitiva entre o sujeito e os objetos de conhecimento. Dessa maneira é através da experimentação que essa interação cognitiva acontece melhor, pois nela os estudantes irão precisar usar das suas ferramentas sensitivas para interagir com o experimento apresentado.

Um pensador que retrata ideias semelhantes à de Piaget é Jerome Bruner<sup>2</sup>, cujo é um grande adepto da aprendizagem por descoberta, onde segundo ele a aprendizagem se procede principalmente através de uma mediação cognitiva do estudante com o meio, até mais do que somente uma interação do meio com o indivíduo. Além disso ele valoriza o potencial que o indivíduo carrega, juntamente com a sua curiosidade de compreender as coisas.

“Aproveitar o potencial que o indivíduo traz e valorizar a curiosidade natural da criança são princípios que devem ser observados pelo educador.” (BRUNER, 1991, p. 122).

Numa linha parecida de pensamento temos a teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel<sup>3</sup>(1980) que possui como principal característica a valorização dos conhecimentos prévios que o estudante possui sobre determinado assunto. Para ele o processo de aprendizagem consiste em uma organização e interação do conteúdo aprendido na estrutura cognitiva.

Não precisamos recorrer somente a autores do campo da educação para

---

<sup>2</sup> Jerome Bruner foi um psicólogo estadunidense, de família polonesa. Professor de psicologia em Harvard e depois em Oxford, escreveu importantes trabalhos sobre educação, liderou o que veio a ser conhecido como Revolução Cognitiva, na década de 1960. Esta introduz novas perspectivas no estudo da mente, superando os postulados colocados até aquela época pelo behaviorismo, que focava apenas nos fenômenos observáveis.

<sup>3</sup> David P. Ausubel foi um psicólogo da educação estadunidense, cujo foi o criador da teoria da aprendizagem significativa.

justificar a importância da experimentação. Aristóteles<sup>4</sup> há mais de 2300 anos defendia a experimentação, onde segundo ele conhecer o fenômeno de maneira universal, sem a experiência, ignorando os aspectos particulares do fenômeno, poderá levar a pessoa a tomar alguns equívocos.

“Quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento.” (Aristóteles, 1979, p.212).

Analisando os tópicos defendidos pelos pensadores citados acima, podemos considerar a extrema importância de valorizar o conhecimento prévio que o aluno possui e a importância de inseri-lo melhor em sala de aula, tornando-o mais ativo no processo de aprendizagem e não apenas um mero espectador. E o caminho para tal feito é através da experimentação que irá possibilitar que o indivíduo fique mais próximo do fenômeno abordado e que ele possa compreender as coisas não somente através de uma ótica teórica, mas também experimental, evitando os tais enganos que Aristóteles comenta. É claro que a teoria em sala não deve ser deixada de lado, na verdade nunca deve ser, pois ela é uma das ferramentas chave para a produção do conhecimento. O que deve ser realizado nas escolas é uma união harmônica entre a teoria e a prática, possibilitando um aprendizado mais amplo.

---

<sup>4</sup> Aristóteles foi um filósofo grego durante o período clássico na Grécia antiga, fundador da escola peripatética e do Liceu, além de ter sido aluno de Platão e professor de Alexandre, o Grande. Seus escritos abrangem diversos assuntos como: a física, a metafísica, as leis da poesia e do drama, a música, a lógica, a retórica, o governo, a ética, a biologia, a linguística, economia e zoologia. Juntamente com Platão e Sócrates (professor de Platão), Aristóteles é visto como um dos fundadores da filosofia ocidental.

### 1.3 A relação entre a Física e a Química

Como havia falado no início desse trabalho, a Química e a Física são duas áreas que sempre interagiram muito bem ao longo do tempo e atualmente a situação não é diferente. Existem diversos trabalhos na literatura que utilizam conceitos de ambas as áreas, por exemplo, no estudo dos materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e superparamagnéticos se utiliza bastante conceitos derivados do eletromagnetismo e da mecânica quântica para caracterização Físico-Química desse material, assim como na química é frequente a utilização dos conceitos de síntese, seja orgânica ou inorgânica. Outro exemplo de integração entre essas áreas nos trabalhos acadêmicos é na questão da interação luz-matéria, onde através desse fenômeno foi desenvolvido diversas técnicas de caracterização de substâncias como: espectroscopia de UV-VIS e infravermelho, ressonância magnética nuclear, espectroscopia Raman, entre outras.

No ensino Médio os estudantes em sua maioria não possuem muita noção do quanto essas disciplinas se conectam, trabalhos na literatura como citei acima, em suma maioria estão em um nível técnico de linguagem e de conhecimento muito distante daquilo que eles dominam e conhecem acerca dessas matérias. Entretanto isso não é motivo para que os estudantes não compreendam a imensa conectividade existente entre essas áreas, cabendo aos professores a capacidade para desenvolver uma multidisciplinariedade em sala de aula, onde infelizmente muitos não realizam esse tipo de trabalho devido principalmente ao tempo limitado para passar o conteúdo e um certo receio em confundir os alunos com uma imensa gama de informações.

Com relação ao que cada área aborda, a Física se preocupa em estudar a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais gerais, analisa suas relações e propriedades, além de descrever e explicar a maior parte de suas consequências. Busca a compreensão científica dos comportamentos naturais e gerais do mundo em nosso entorno, desde as partículas elementares até o universo como um todo (Feynman, R.P, 1963 e Maxwell, J.C, 1878). É uma ciência que possui em sua essência a matemática como linguagem e usufrui muito da lógica e do método científico, uma das suas principais características é que ela se preocupa bastante em formular modelos teóricos para explicar determinados fenômenos e sistemas, assim como é um campo de estudo que possui alta capacidade de previsão, mais até do que a Química. É uma área do conhecimento fundamental para as outras ciências naturais como a química e a biologia, em especial para a química, pois a física reúne praticamente todos os alicerces

conceituais para o desenvolvimento da química.

A química é a ciência que estuda a composição, estrutura, propriedades da matéria, as mudanças sofridas por ela durante as reações químicas e a sua relação com a energia. É uma ciência exata que serve de ponte entre outras ciências, como física, biologia e matemática. A química é uma área do conhecimento cuja principal ferramenta é a experimentação, diferentemente da física, ela não abusa tanto da fundamentação matemática, apesar de ser extremamente importante a utilização desta para o seu estudo, visto que é uma linguagem muito importante no contexto das ciências exatas.

À medida que vamos estudando ambas as áreas, é notável que chegamos em certos conteúdos que ambas as disciplinas contribuem quase que de maneira análoga com suas fundamentações conceituais. Um exemplo claro disso é no conteúdo de modelos atômicos, em que a física nos primeiros modelos propostos vem com toda a fundamentação da mecânica clássica e mais tarde com os modelos mais modernos utiliza-se da mecânica quântica. O interessante disso tudo é que os principais cientistas que foram pioneiros no desenvolvimento e aperfeiçoamento da teoria atômica eram todos físicos, exemplo: John Dalton, Ernest Rutherford, Niels Bohr, Joseph John Thomson e Erwin Schrödinger, demonstrando o quão a física foi fundamental nesse processo. Já a química usufrui desses fundamentos e prefere focar em descrever os átomos a partir de sua configuração eletrônica, descrita através do famoso diagrama de Linus Pauling. Além disso, a Química tem uma visão mais particular acerca dos átomos, caracterizando-os a partir de seu número atômico, quantidade de elétrons na última camada, entre outras características. Dessa maneira foi desenvolvido ao longo do tempo uma tabela para organizar os elementos químicos até então descobertos, essa tabela é conhecida como tabela periódica. Para melhor ilustrar essa diferença de visão dessas duas disciplinas acerca de um mesmo tópico, abaixo mostro duas fotos que retratam bem isso:

Abaixo temos a equação da física conhecida como equação de Schrodinger independente do tempo, que aplicada ao átomo nos dá o valor da energia dos elétrons em cada nível eletrônico. Além disso é através da resolução desta equação que é possível determinar a geometria dos orbitais atômicos.

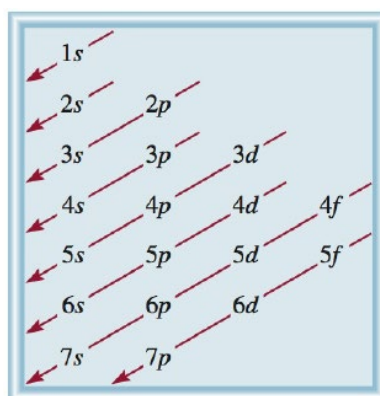
Figura 1 – Equação de Schrodinger independente do tempo

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi + V\psi = E\psi.$$

Fonte: David Griffiths

Abaixo temos uma das consequências da equação mostrada acima, que é o diagrama de distribuição dos elétrons em um átomo. Esse diagrama é bastante comum ser mostrado nos livros de química no conteúdo de teoria atômica. Ele é denominado de Diagrama de Linus Pauling.

Figura 2 – Diagrama de Linus Pauling



Fonte: Chang Reymond

Outro conteúdo que interliga muito bem essas disciplinas é o de gases, onde fica difícil distinguir qual a contribuição de cada uma. Porém, se analisarmos de maneira profunda e rigorosa, temos de ser sinceros e reconhecer que as maiores fundamentações são de conceitos da física. É só olharmos para os fundamentos abordados no conteúdo de gases, como: pressão, temperatura, força, volume, trabalho etc. Além do mais, a teoria cinética dos gases, um dos principais tópicos desse conteúdo, é uma teoria desenvolvida no campo da física. Entretanto, isso não quer dizer que devemos deixar a Química de lado, muito pelo contrário, devemos utilizá-la frequentemente, já que ela estuda a matéria, e os gases obviamente estão inclusos nisso. Dessa maneira, o estudo desse conteúdo se torna bem mais completo e amplo.

Neste trabalho quero destacar a eletroquímica e abordá-la como um conteúdo chave para os estudantes interligarem a física e a química, pois esse tópico

conecta muito bem essas duas áreas e explora bastante os fundamentos de cada matéria, já que de um lado temos a eletricidade, conteúdo pertencente a física, aliado a transformações da matéria, ou seja, reações químicas. Tecnicamente falando, a eletroquímica é um dos ramos da físico-química que estuda as reações que envolvem transferência de elétrons para a transformação de energia química em energia elétrica e vice-versa; isto é, estuda reações de oxirredução ou redox. Do ponto de vista da física, esse conteúdo envolve conceitos como: campo elétrico, potencial elétrico, trabalho elétrico, corrente elétrica, entre outros. Já do ponto de vista da química, temos uma abordagem focada nas reações de oxirredução, onde se é necessário o conhecimento prévio acerca de número de oxidação (NOX), oxidação, redução, agente oxidante, agente redutor etc. Nesse contexto, resumidamente a Física se preocupa com o fluxo de elétrons através de um circuito e o tipo de força que leva essas partículas a percorrerem esse circuito, enquanto a Química tem um enfoque nos fenômenos que causam esse fluxo de elétrons, que como sabemos ele decorre das reações Químicas, obviamente no caso das pilhas.

O mais importante de observarmos, é que esse conteúdo aborda os conceitos que estão intimamente ligados, por exemplo, quando falamos de uma corrente elétrica fluindo em um circuito devido a uma bateria, estamos tratando de um fluxo ordenado de elétrons devido a uma diferença de potencial elétrico. E, quando nos questionamos sobre a origem dessa diferença de potencial, nos deparamos com o fato de que ela surge devido a diferença de potenciais redox entre duas substâncias, onde cada uma possui seu valor característico. Dessa maneira, se o aluno conseguir fazer essa e outras interligações, tratando as duas áreas com igual importância, ele irá se beneficiar com uma visão mais ampla acerca do fenômeno, extinguindo limitações conceituais e estimulando na busca de mais conhecimento. Infelizmente, no contexto geral das escolas, os professores não abordam esse conteúdo com uma fundamentação dos conceitos físicos necessários, muitas vezes devido ao tempo para ministrar as aulas, outras vezes por falta de domínio do próprio professor ou mesmo porque lamentavelmente ele não acha importante repassar esse conteúdo de forma interdisciplinar para os estudantes.

## 1.4 A importância da Física para a Química

Como foi discutido nas seções anteriores, vimos a imensa interconexão entre a física e a química e uma conclusão notável que podemos retirar disso é que a física foi uma área do conhecimento extremamente fundamental para que a Química amadurecesse como ciência. E, atualmente essa contribuição continua, seja no campo conceitual, seja no campo das pesquisas.

Para analisar melhor como a física é fundamental, é só olharmos um pouco para a sua história, que começa quando o ser humano passa a analisar os fenômenos a sua volta de maneira racional, deixando de lado explicações de cunho religioso. Foi com os gregos antigos que vieram as primeiras tentativas de compreender racionalmente o universo, onde dois excepcionais pensadores se destacaram nessa mudança de pensamento, foram eles: Tales de Mileto e Aristóteles. Segundo Anne Rooney (2013, p 17-18),

Os gregos antigos são as primeiras pessoas que conhecemos que tentaram substituir as explicações místicas e supersticiosas por outras, baseadas na observação e na razão. A primeira pessoa a tentar explicar o mundo natural sem recorrer à crença religiosa pode ter sido Tales, mas o primeiro cientista verdadeiro talvez tenha sido o pensador grego Aristóteles (384-322 a.C.), que se apoiava totalmente no empirismo. Ele acreditava que pela observação e a medição cuidadosas, entendemos as leis que governam todas as coisas.

É claro que nessa época a física não era consolidada como ciência, entretanto ela dava seus primeiros passos. Já a química possui suas raízes na alquimia cujo era uma prática que abrangia diversos conhecimentos das ciências naturais a qual conhecemos hoje e era uma prática fundamentada na experimentação. Mais tarde essas áreas foram amadurecendo, a física por exemplo no século XVII com Isaac Newton, desenvolveu a mecânica newtoniana tão importante na descrição dos movimentos dos corpos macroscópicos. No que se refere a química nessa época e no século posterior já se tinha registrado descobertas de alguns elementos químicos.

Tanto físicos quanto químicos tinham interesse em descobrir do que era constituída a matéria, em especial do que eram constituídos os átomos. Como já foi citado anteriormente vários modelos para o átomo foram propostos e foi através da física que tivemos uma das principais descobertas acerca de uma das partículas que constituem os átomos, o elétron. Através do experimento de Joseph John Thomson foi possível determinar a razão carga-massa dessa partícula, utilizando aparatos experimentais e equações do eletromagnetismo. E como já falamos nesse trabalho, foi

com a mecânica quântica que a química conseguiu compreender de fato os átomos, pois se resolvermos a equação de Schrödinger, obtemos como autovalores as energias dos níveis eletrônicos permitidos e com as autofunções<sup>5</sup> conseguimos modelar matematicamente os orbitais atômicos no espaço, definindo as regiões com maior probabilidade de se encontrar o elétron. Essa teoria é utilizada posteriormente para explicar as ligações químicas em um contexto mais moderno, onde teorias como TLV (teoria de ligação de valência) e TOM (teoria do orbital molecular) foram desenvolvidas através da mecânica quântica e estas são as mais aceitas atualmente para a descrição da ligação química.

Outra área da física que foi extremamente importante na compreensão e formalização dos fenômenos químicos foi a termodinâmica, pois ela estuda as transformações energéticas que ocorrem na natureza e o comportamento do ponto de vista macroscópico da matéria. Quando se estudam reações químicas e aplica-se as leis da termodinâmica a esses sistemas, temos o surgimento de um ramo da química muito importante, a termoquímica. Além disso, a termodinâmica contribui bastante no estudo das misturas, expandindo ainda mais o conteúdo que para alguns parece ser aparentemente simples.

No contexto do ensino médio dificilmente os alunos conseguem ter uma visão ampla dos fenômenos, por exemplo, quando se é ministrado em sala de aula o conteúdo de forças intermoleculares, em geral os estudantes não compreendem que todas as forças vistas nesse conteúdo são todas de natureza elétrica e que podem ser compreendidas a partir de um modelo físico. Outra aspecto que eles possuem dificuldade nesse tipo de conteúdo é associar que o conceito de força visto nesse tópico continua sendo o mesmo visto quando se estuda as leis de Newton, o que muda é claro é o tipo de força, que nesse caso é uma força de natureza elétrica.

É óbvio que não devemos exigir muito do estudante de ensino básico, pois ele ainda está em processo de maturação do conteúdo e não possui ferramentas avançadas para fazer algumas interligações entre os conteúdos e compreender certos tópicos. Entretanto, pretendemos que eles tenham uma noção mínima do quão essas duas ciências são importantes e o quão elas estão interconectadas, utilizando apenas os

---

<sup>5</sup> Autofunção em matemática, é uma função resultante da aplicação de um operador linear sobre esta mesma função, cujo no resultado ela é multiplicada por uma constante, determinada de autovalor. Um exemplo disso é na mecânica quântica, quando aplicamos o operador hamiltoniano sobre a função de onda de uma partícula, gerando como resultado a própria função de onda (autofunção) multiplicada pela energia da partícula (autovalor).  $H\Psi = \Psi E$ , onde H é operador hamiltoniano,  $\Psi$  é a função de onda e E corresponde a energia total da partícula.

conceitos básicos que eles adquiriram até então na sua vida escolar.

### 1.5 A abordagem do conteúdo de pilhas como ferramenta multidisciplinar

Para este trabalho resolvemos adotar um tópico dentro da eletroquímica, as pilhas, pois assim, conseguimos focar melhor em um assunto e evitar confusões entre os estudantes, visto que neste trabalho esse conteúdo se tornará mais amplo do que geralmente é oferecido nas escolas. O tópico de pilhas é chave para a ligação entre a química e a física, pois esse conteúdo envolve uma gama adequada de conceitos físicos e químicos, a saber: Campo elétrico, potencial elétrico, trabalho elétrico, corrente, força eletromotriz, potência, associação de baterias, potencial redox, número de oxidação (NOX) e reações de oxidorredução.

Outro grande motivo para tal escolha é o fato de ser um conteúdo próximo do cotidiano dos estudantes e, eles frequentemente estão em contato com pilhas e baterias presente nos equipamentos eletrônicos nos quais eles usufruem praticamente a todo momento, tornando mais fácil a exemplificação e experimentação em sala de aula. Abaixo foi resumido em uma tabela os conceitos vistos no ensino médio cujo são essenciais para uma ampla compreensão do tema.

Tabela 1 – Tabela referente a divisão dos conteúdos de Física e Química na abordagem do conteúdo de eletroquímica.

<b>Eletroquímica/pilhas</b>	<b>Conceitos</b>
<b>Química</b>	<b>Oxidação</b> <b>Redução</b> <b>Reações Redox</b>
<b>Física</b>	<b>Campo elétrico</b> <b>Diferença de potencial</b> <b>Força eletromotriz</b> <b>Corrente elétrica</b> <b>Trabalho elétrico</b> <b>Potência elétrica</b> <b>Circuitos</b>

Fonte: Autor

## **2.OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Realizar um levantamento docente e bibliográfico acerca da abordagem atual do conteúdo de pilhas (no ensino médio) e propor uma nova metodologia para o ensino desse tópico, de modo que seja apresentada a importância da conectividade entre a Química e a Física, especificamente no tema pilhas.

#### **2.1.2. Objetivos específicos**

Analisar qualitativamente alguns livros didáticos com a finalidade de descobrir se abordam a Física necessária para o conteúdo de pilhas;

Aplicar um questionário para professores do ensino médio para indagá-los a respeito da metodologia utilizada atualmente e qual a visão destes sobre a metodologia proposta;

Propor uma nova metodologia para a abordagem do tema pilhas, de modo que leve em consideração a Física como uma das ferramentas fundamentais para uma compreensão mais aprofundada e abrangente sobre o tema em questão.

### 3.METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho está subdividida em quatro partes independentes. A primeira parte está relacionada à análise de cinco livros didáticos, a segunda é a aplicação de um questionário online para professores de química do ensino médio, a terceira é uma proposta para a abordagem do tema de pilhas no ensino médio e a quarta etapa é a proposta de um experimento. A primeira etapa foi avaliada de maneira qualitativa, já a segunda foi avaliada quantitativamente. A terceira etapa é uma descrição totalmente teórica de como uma aula multidisciplinar entre Química e Física deverá ser ministrada. A quarta e última etapa será a proposta de um experimento envolvendo o conteúdo de pilhas, de modo a conectar ambas as áreas.

#### 3.1. Análise dos livros didáticos

Foi realizada a avaliação de alguns livros didáticos com a finalidade de analisar se os autores abordaram conceitos da física que são fundamentais para uma maior compreensão do tema de pilhas, destacando-se que esse conteúdo é visto pelos alunos primeiramente no 1º ano do ensino médio.

Os livros analisados são todos referentes ao ensino médio. Abaixo é mostrado uma tabela com algumas informações básicas desses livros.

Tabela 2 – Tabela referente aos livros didáticos analisados

Livro	Autor (es)	Editora	Ano	Volume
Livro 1	Martha Reis	Ática	2013	2
Livro 2	Ricardo Feltre	Moderna	2004	2
Livro 3	Tito e Canto	Moderna	2003	2

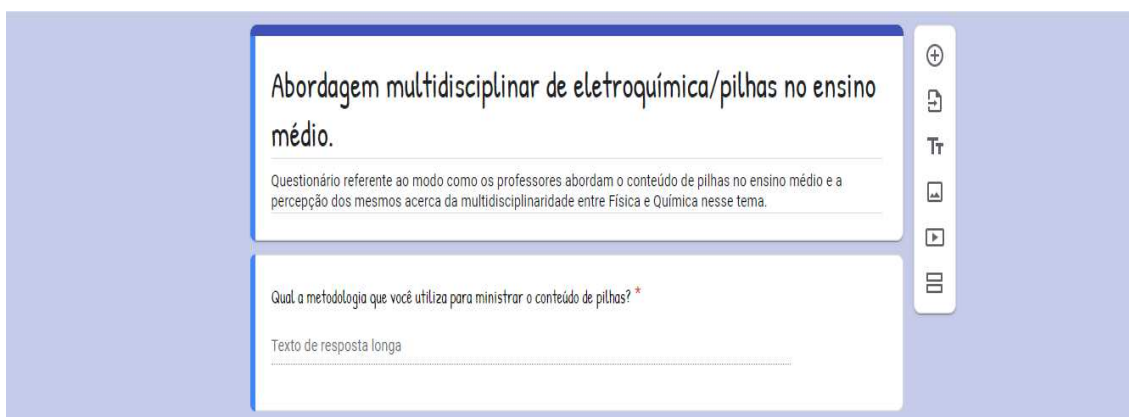
Fonte: Autor

Essa análise foi realizada de maneira qualitativa onde foi observado se houve recapitulação e uma abordagem básica de conceitos físicos necessários como: Campo elétrico, diferença de potencial, força eletromotriz, trabalho elétrico etc.

### 3.2 Aplicação de questionário

Com intuito de avaliar a metodologia e outros aspectos que os professores utilizam em sala de aula para abordar o conteúdo de pilhas, foi elaborado um questionário de 10 perguntas de caráter quantitativo. Esse questionário contém perguntas relacionadas ao modo com que os professores ministram esse conteúdo, o tempo que eles levam, o tipo de metodologia usada em sala de aula e o aspecto mais importante deste trabalho, se existe ou não uma interconexão entre a Física e a Química no conteúdo de pilhas, nas aulas ministradas pelos docentes. O questionário se encontrar disponível no apêndice 5.

Figura 3 – Questionário aplicado aos professores de Química



Fonte: Autor

### 3.3 Proposta para a abordagem do tema de eletroquímica/pilhas.

Essa proposta está dividida em 4 quatro tópicos, como será discutido nos parágrafos a seguir.

Seria necessário utilizar 6 dias para aplicar tudo o que será descrito aqui de maneira cadenciada para que os alunos não sejam bombardeados com informações, ainda mais de duas disciplinas. Considerando que uma aula em média dura 40 minutos e que o ideal para aplicar essa proposta são 6 aulas, seria preciso um tempo de 240 minutos ao total.

#### 3.3.1 Questionário introdutório

Nessa primeira etapa será aplicado um questionário para avaliar o conhecimento dos estudantes. Esse questionário está disponível no apêndice 3.

Nesse questionário serão feitas questões avaliando o conhecimento prévio

dos alunos acerca de fundamentos básicos da Física e da Química cujo são necessários para um entendimento mais amplo do conteúdo de pilhas. Essas questões envolverão os seguintes temas:

- Força elétrica e Campo elétrico (lei de Coulomb)
- Potencial elétrico, trabalho elétrico e corrente.
- Força eletromotriz
- Noções básicas de circuitos elétricos
- Oxidação e Redução
- Reações Redox
- Pilha de Daniel

Foi elaborado um questionário para essa parte como forma de orientar o docente no momento da aplicação em sala de aula, entretanto fica a critério deste quais questões ele irá aplicar no seu questionário, questões essas que podem ser modificadas da maneira que o professor desejar, desde claro que esteja relacionada ao conteúdo e a proposta desse trabalho.

### **3.3.1.1 Abordagem dos conceitos básicos da Física**

Nesse momento, o professor ministrará 3 aulas abordando todos os tópicos de física listados acima, mostrando aos alunos da maneira mais explicativa possível todas as leis, equações e seus significados físicos. Nessas aulas é essencial que o professor cative o aluno a participar o máximo possível na aula, para isso seria interessante que ao final de cada aula seja proposto uma discussão do tema de maneira bem aberta com os estudantes, perguntando a turma a importância de todos os conceitos vistos. De maneira mais específica, é crucial que o professor enfatize em suas aulas as seguintes expressões abaixo, as quais possuem muita relevância conceitual;

$$\text{Lei de Coulomb: } F = KQq/r^2$$

$$\text{Campo Elétrico: } E = Kq/ r^2$$

$$\text{Potencial elétrico: } V = Kq/r$$

Energia potencial elétrica:  $U = qV$

Trabalho elétrico:  $W = q (V_2 - V_1)$

Corrente elétrica:  $I = \Delta Q / \Delta t$

No apêndice 1 se encontra o plano de aula referente as aulas de Física.

### 3.3.1.2 Abordagem dos conceitos básicos da Química

As outras duas aulas restantes, serão ministrados os conceitos químicos listados anteriormente, onde o professor deverá abordar todos os fundamentos com maior detalhamento possível e assim como nas aulas de física é interessante que o docente cativa bem o aluno para que ele se torne bastante participativo no aprendizado. É importante que nas aulas de química o professor sempre faça interligações com os conceitos vistos nas aulas de física quando isso for necessário, de maneira que a aula fique o mais ampla possível.

Uma observação importante é que caso o professor de química não esteja confortável para ministrar as aulas de física ele pode fazer essas aulas junto a um professor de física, obviamente falando previamente com os coordenadores da instituição de ensino para organizar essas aulas. No apêndice 2 se encontra o plano de aula referente as aulas de Química.

### 3.4 Experimento integrado de Física e Química

Essa corresponde a última etapa proposta nesse trabalho, visto a importância da experimentação como já foi discutido no início deste trabalho. Foi desenvolvido uma atividade experimental onde os estudantes irão usar todos os conhecimentos adquiridos nas aulas para utilizá-los durante a atividade proposta. A ideia desse experimento é integrar as duas áreas do conhecimento de uma maneira lúdica para os alunos e que nessa atividade sejam utilizados materiais de baixo custo e que sejam próximos do cotidiano deles.

Esse experimento seria aplicado ao término de todas as aulas e o ideal é que fosse utilizado uma aula somente para a aplicação dele. Dessa maneira, o professor dividiria a turma em cinco grupos (podendo mudar esse número dependendo do tamanho da turma) e após isso ele entregaria a cada grupo um kit contendo os materiais necessários para construir pilhas.

#### Material contido em cada kit:

Limões

Multímetros

Moedas de cobre

LEDs vermelhos

Parafuso de zinco

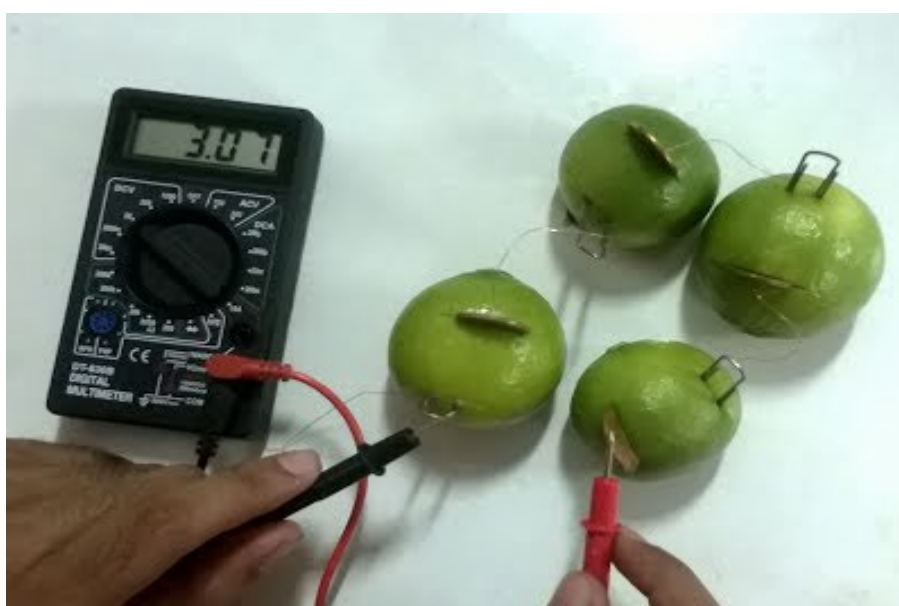
Fios de Cobre

Após isso o professor iria fazer uma explicação bem rápida acerca do uso do multímetro e em seguida ele pediria a turma para montar uma bateria com os materiais disponibilizados. Após a montagem os estudantes deveriam testar a bateria feita conectando ao LED. No momento seguinte o professor iria pedir para que os alunos utilizassem o multímetro para calcular a amperagem e a ddp do LED. Uma observação importante desse experimento, é que quando for realizada a medida da ddp do LED, o multímetro deve estar associado em paralelo ao LED, já na medida de corrente ele estar associado em serie ao dispositivo.

Ao término dessa parte, seria disponibilizado a cada grupo um pós-laboratório referente ao experimento, contendo questões de Química e de Física relacionadas ao experimento que eles executaram. O pós-laboratório encontra-se disponível no apêndice 4.

Uma observação importante acerca da atividade experimental, é que o professor deixe que os alunos façam o experimento sozinhos e que ele só interfira em eventuais dúvidas, pois é essencial que eles tenham um papel ativo nessa atividade.

Figura 4 – esquema de montagem da pilha



Fonte: <https://sites.google.com/site/netaula/projetos>

## **4.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Análise dos livros didáticos**

Essa análise foi realizada de maneira meramente qualitativa, onde o capítulo contendo o conteúdo de pilhas de cada livro foi lido completamente para se fazer toda a análise.

#### **4.1.1. Martha Reis**

Após a leitura do capítulo foi possível observar que os conceitos químicos básicos para o entendimento do conteúdo como oxidação, redução e reações redox foram bem revisados antes de se adentrar no conteúdo. Entretanto, em nenhum momento o livro abordou os conceitos físicos importantes como diferença de potencial, corrente elétrica, trabalho elétrico, conceitos estes que poderiam ampliar o aprendizado do estudante acerca do conteúdo de pilhas. É claro que é importante frisar que não é exigido que o autor sobrecarregue o capítulo com conceitos físicos, visto que o livro é voltado a química, todavia seria interessante que ele fizesse pequenas interconexões com a física de maneira que estimule o aluno na busca de mais conhecimento e a querer ampliar sua visão acerca dos fenômenos.

#### **4.1.2. Ricardo Feltre**

Esse livro possui assim como o anterior uma boa revisão dos conceitos químicos básicos, entretanto diferente do primeiro ele apresenta uma pequena ligação com a física, como podemos ver na imagem abaixo:

## 5 A FORÇA ELETROMOTRIZ (FEM) DAS PILHAS

Quando a água cai espontaneamente, em uma cachoeira, a Física explica o fato dizendo que a água caiu de um nível de maior energia para outro, de menor energia (no caso, energia potencial). Quanto maior for a quantidade de água e maior a altura da queda, maior será a energia liberada pela água (que pode ser transformada, por exemplo, em energia elétrica, em uma usina hidroelétrica).

Fato idêntico ocorre com as pilhas. Dependendo dos materiais (metais e eletrólitos) que formam a pilha, ela irá “despejar” uma quantidade maior ou menor de elétrons, com mais ou menos energia, através do circuito externo:

- a quantidade de eletricidade (isto é, a quantidade de elétrons) que passa por um ponto do fio, na unidade de tempo (por exemplo, 1 segundo) é o que se denomina **intensidade da corrente elétrica**; ela é medida em **ampères**, com o auxílio de um aparelho chamado **amperímetro** (Foto A).
- a altura da queda de água corresponde, na eletricidade, ao que se chama de **diferença de potencial (ddp)** — ou, mais especificamente, de **força eletromotriz (fem)** da pilha —, que representa a “pressão” que move os elétrons através do condutor externo; ela é medida em **volts**, com o uso de **voltímetros**. Lembre-se de que a “fem é a ddp medida entre os pólos da pilha, quando não há passagem de corrente elétrica pelo circuito” (Foto B).

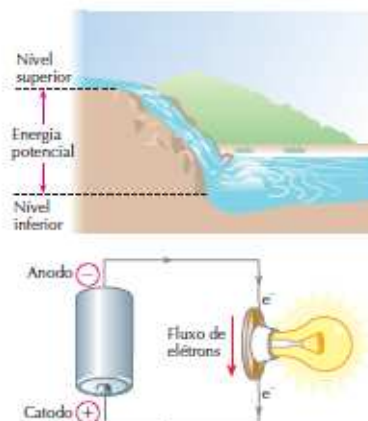


Figura 5 – imagem retirado do livro referente ao autor Ricardo Feltre

Fonte: Ricardo Feltre

Nessa parte ele faz uma analogia da energia potencial gravitacional no exemplo da água caindo de uma certa altura com a energia química armazenada na pilha e logo após define os conceitos de corrente elétrica e ddp, onde o autor continua a utilizar como comparação o exemplo da água de uma barragem, onde ele utiliza o termo pressão para explicar a ddp.

Apesar de haver conexão com a física nesse momento, o livro poderia ter utilizado outro exemplo para poder explicar os fundamentos de corrente elétrica e ddp, pois a analogia da barragem pode trazer uma certa confusão ao aluno e até fazer com que ele se prenda sempre nessa analogia, o que não é o ideal.

Seria melhor que o autor colocasse o exemplo de uma carga elétrica imersa em um campo elétrico uniforme, conforme a imagem abaixo:

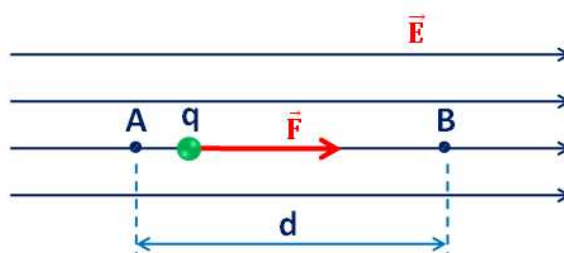


Figura 6 – Imagem retirada do site <http://www.fismatica.com.br>

Fonte: <http://www.fismatica.com.br/Fisica>

Onde ele poderia mostrar o seguinte desenvolvimento:

Considerando que a partícula tem seu deslocamento somente na direção  $x$ , teremos:

$$W = F_x \Delta x = q E (x_b - x_a) = q (v_b - v_a)$$

Onde:  $F = qE$  e  $V = Ed$

Ou seja, assim chegamos na expressão que relaciona o trabalho com a ddp, dessa maneira os alunos iriam chegar na conclusão de que para uma carga elétrica sofrer um deslocamento de um ponto a outro é necessário haver uma diferença de potencial elétrico entre esses pontos. E é isso que ocorre nas pilhas, onde temos diferenças de potenciais entre pontos da célula eletroquímica, no caso entre o cátodo e o ânodo, o que gera uma corrente elétrica. Apesar de ser um exemplo mais abstrato, ele seria de grande utilidade, pois estimularia os alunos a relembrar conceitos da física que estão presentes no fenômeno estudado, o que tornaria a compressão acerca do conteúdo de pilhas muito mais ampla e profunda.

Em um outro momento o autor destaca um pequeno texto intitulado “*Um pouco de física*”, onde ele aborda a definição matemática de corrente elétrica e fala acerca da unidade de medida dessa grandeza. Contudo, esse texto se encontra disponível somente no capítulo de eletrólise, sendo que seria importante ele mostrar essa definição completa já no capítulo de pilhas, pois já introduziria uma ferramenta básica para o entendimento do conteúdo.

Figura 7 – imagem retirada do livro referente ao autor Ricardo Feltre.

**UM POUCO DE FÍSICA**

Na eletricidade, a quantidade de elétrons que passa por um circuito elétrico corresponde à ideia de quantidade de eletricidade ( $Q$ ) e é medida em coulombs (símbolo C).

A intensidade da corrente elétrica ( $i$ ) é o quociente entre a quantidade de eletricidade ( $Q$ ) que passou por um circuito e o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) correspondente a essa passagem. Temos então:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = i \cdot \Delta t$$

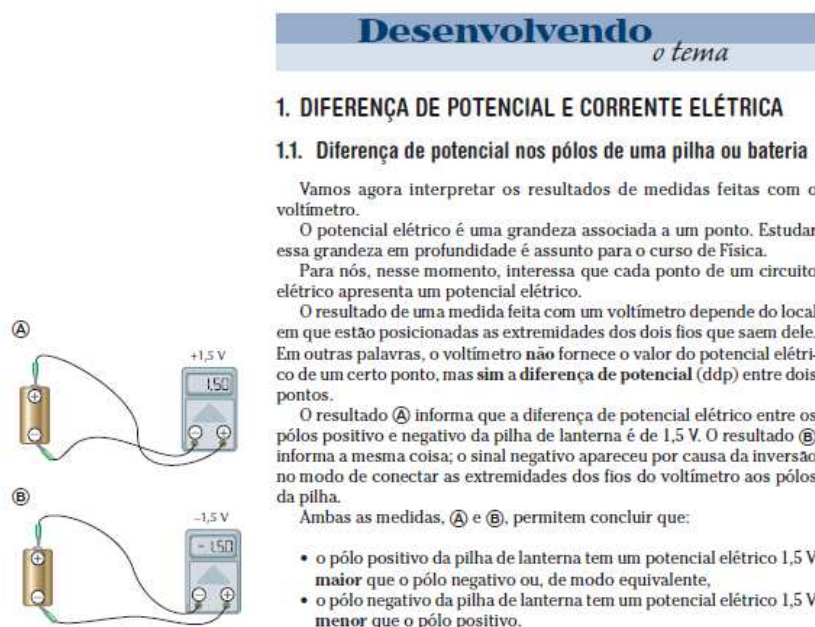
A intensidade de corrente elétrica é medida em ampères ( $A$ ), sendo que 1 ampère corresponde à passagem de 1 coulomb por segundo, em um dado ponto do circuito elétrico. Na prática, a intensidade de corrente elétrica é medida com o auxílio de um amperímetro.

Fonte: Ricardo Feltre

### 4.1.3. Tito e Canto

Nesse livro o autor não se preocupou muito em mostrar de maneira mais profunda os conceitos físicos, todavia falou brevemente sobre eles no início conforme se ver na imagem abaixo:

Figura 8 – imagem retirada do livro referente aos autores Tito e Canto.



Fonte: Tito e Canto

Apesar da abordagem qualitativa, seria importante uma revisão mais aprofundada, visto que poderia cativar o aluno a interligar as áreas e fazer com que ele tenha uma visão mais ampla acerca do tema.

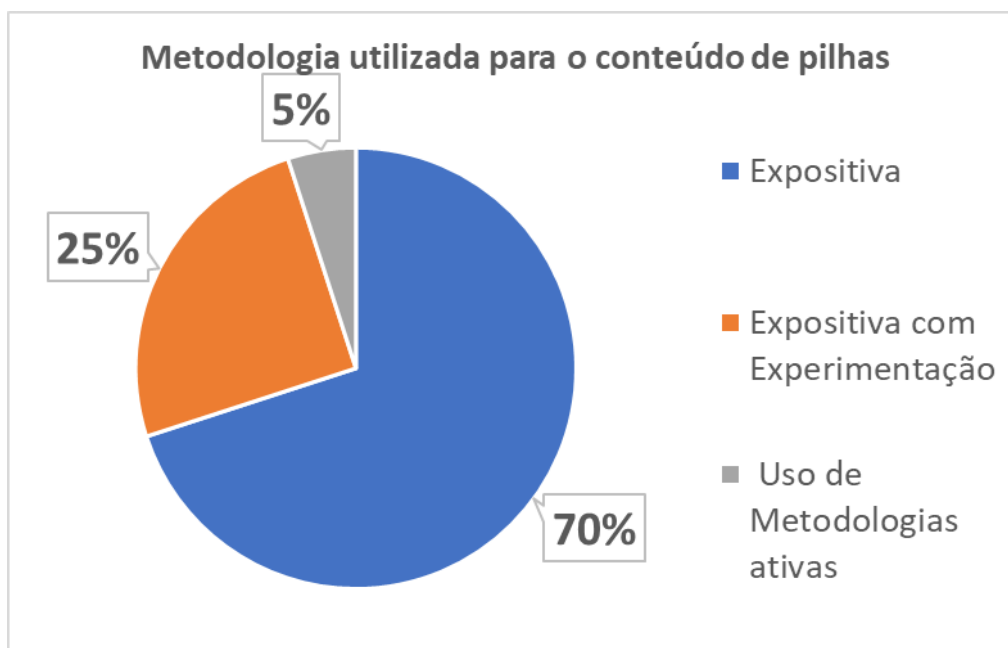
Um ponto positivo desse livro é que no início ele definiu força eletromotriz<sup>6</sup>, onde os alunos muitas vezes confundem com o conceito de diferença de potencial, pois são bem parecidos. Essa confusão acontece também a nível superior, pois muitas vezes os livros de química sejam de ensino médio ou superior não se atém em esclarecer esse detalhe e os professores de maneira geral também não dão a atenção devida a ele. Porém, se recorrermos a uma interconexão com a física essas definições ficam bem mais claras.

<sup>6</sup> Força eletromotriz é o trabalho realizado por unidade de carga através de uma força não eletrostática, já a diferença de potencial é o contrário. Em termos mais avançados a força eletromotriz existe em campos elétricos não conservativos, já a diferença de potencial existe em campos elétricos conservativos. Em uma pilha o campo elétrico existente no seu interior não é conservativo e quando se fecha o circuito surge a força eletromotriz. A diferença de potencial em uma bateria somente é igual a força eletromotriz quando lidamos com um circuito aberto, ou seja, sem passagem de corrente elétrica. Em um gerador com passagem de corrente temos a seguinte relação entre a ddp e a força eletromotriz:  $U = \varepsilon - ri$ , onde  $r$  é a resistência do gerador e  $i$  é a corrente elétrica do circuito.

## 4.2. Questionário avaliativo

O questionário foi aplicado para um grupo de 20 professores, onde eles responderam às perguntas em um formulário online. A análise das respostas foi feita de maneira quantitativa.

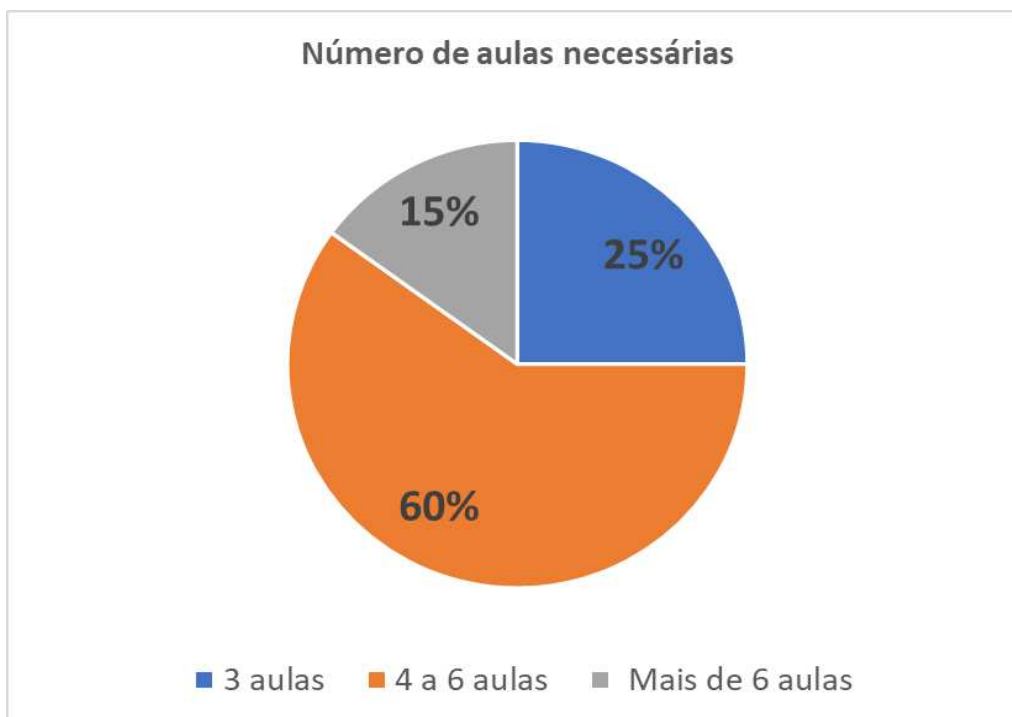
Gráfico 1. Metodologia usada para o ensino do conteúdo de pilhas



Fonte: Autor

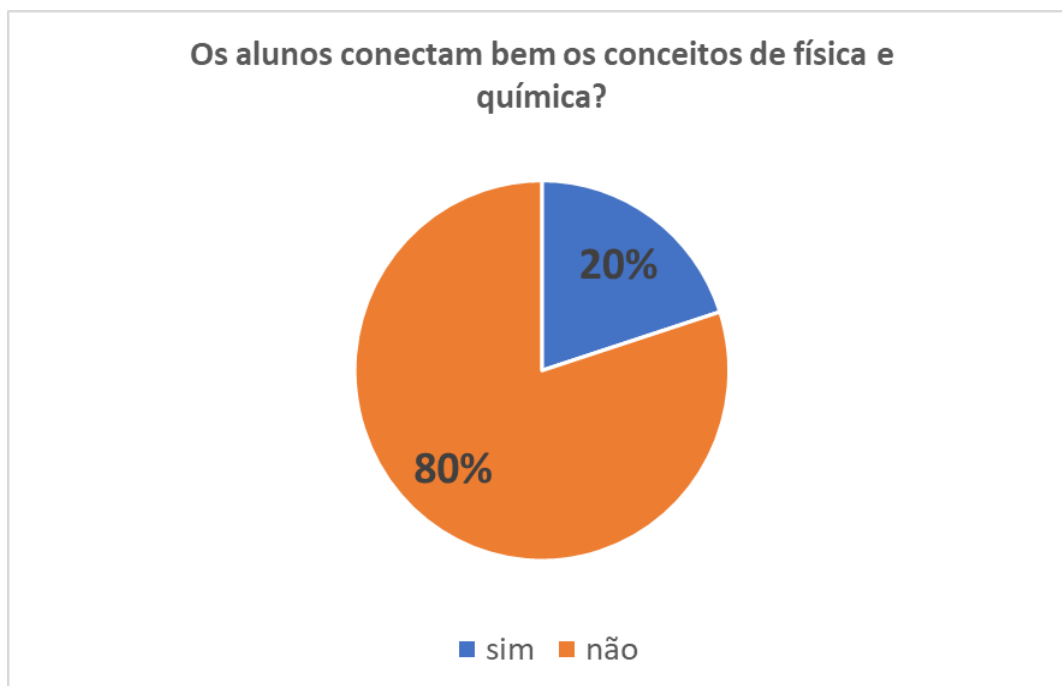
Através dos resultados obtidos é notável percebermos que a grande maioria dos professores optam pelo ensino de maneira expositiva, isso muitas vezes é decorrido pelo fato de que os docentes têm pouco tempo para ministrar suas aulas visto a demanda de conteúdos que eles precisam ministrar ao longo do ano. Uma parcela considerável desses professores opta por uso da experimentação em sala de aula, o que é interessante visto que os alunos visualizam o fenômeno de maneira mais próxima. Desses professores analisados, a menor parcela confirmou o uso de metodologias ativas, o que é benéfico para os estudantes visto que eles se tornam agentes ativos do processo de aprendizagem. Entretanto esse tipo de metodologia requer mais tempo de aula e mais preparo por parte do professor, justificando assim o fato de tão poucos docentes realizarem ela. De fato, é uma tarefa complicada usar o pouco tempo que o professor tem em média na sala de aula para aplicar essas metodologias, mas um aspecto positivo é que ao longo do tempo os docentes vem se atualizando e evoluindo para se tornarem mais versáteis em sala de aula.

Gráfico 2. Número de aulas que o professor necessita para ministrar o conteúdo.



Pelo fato do conteúdo de pilhas ser relativamente extenso, através dos dados vemos que os professores necessitam de um número razoável de aulas para ensinar o conteúdo. Observamos que poucos docentes necessitam de mais de 6 aulas, onde isso pode ser um reflexo do pouco tempo que os professores tem em sala de aula visto a grande demanda de conteúdo no ano.

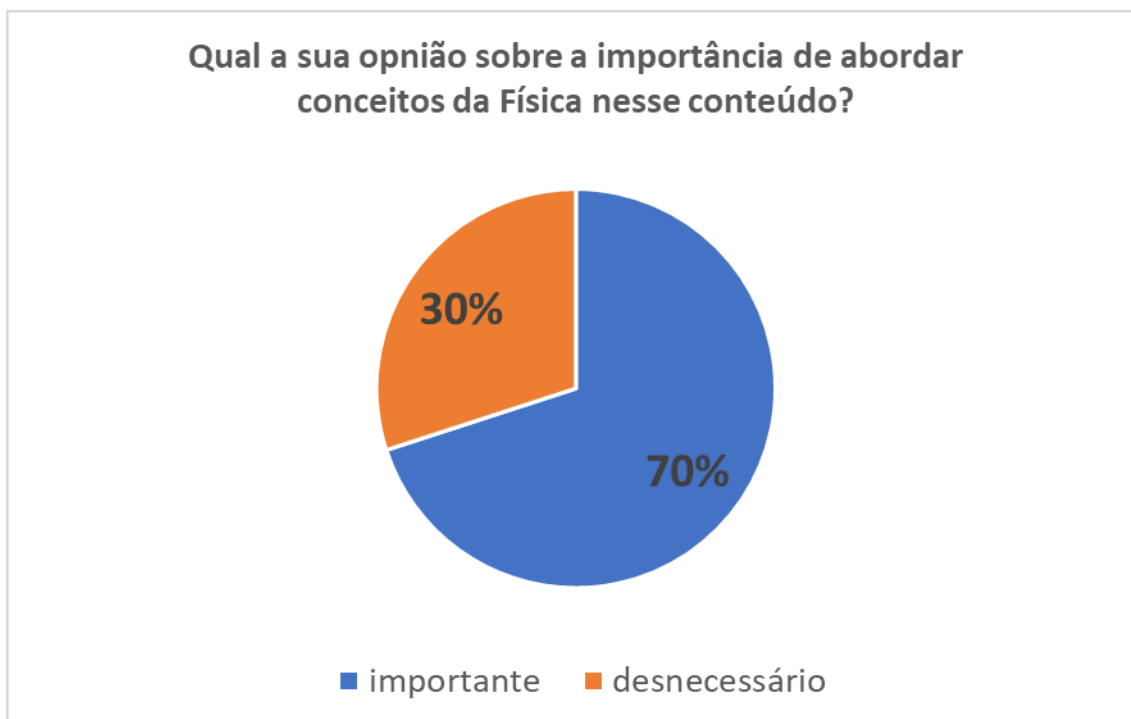
Gráfico 3. Gráfico referente a pergunta: “Os alunos conectam os conceitos de Física e Química no conteúdo estudado?”



Como já foi discutido nesse trabalho, os alunos possuem uma certa dificuldade para conectar as disciplinas de física e química, onde isso é bem observado nesse gráfico. Isso se deve muito ao fato de que ambas as disciplinas são carregadas de informações e detalhes que muitas vezes são jogados para os estudantes de qualquer maneira, deixando eles sobrecarregados de informação. Além disso, poucas vezes eles são levados a questionar sobre os fenômenos estudados.

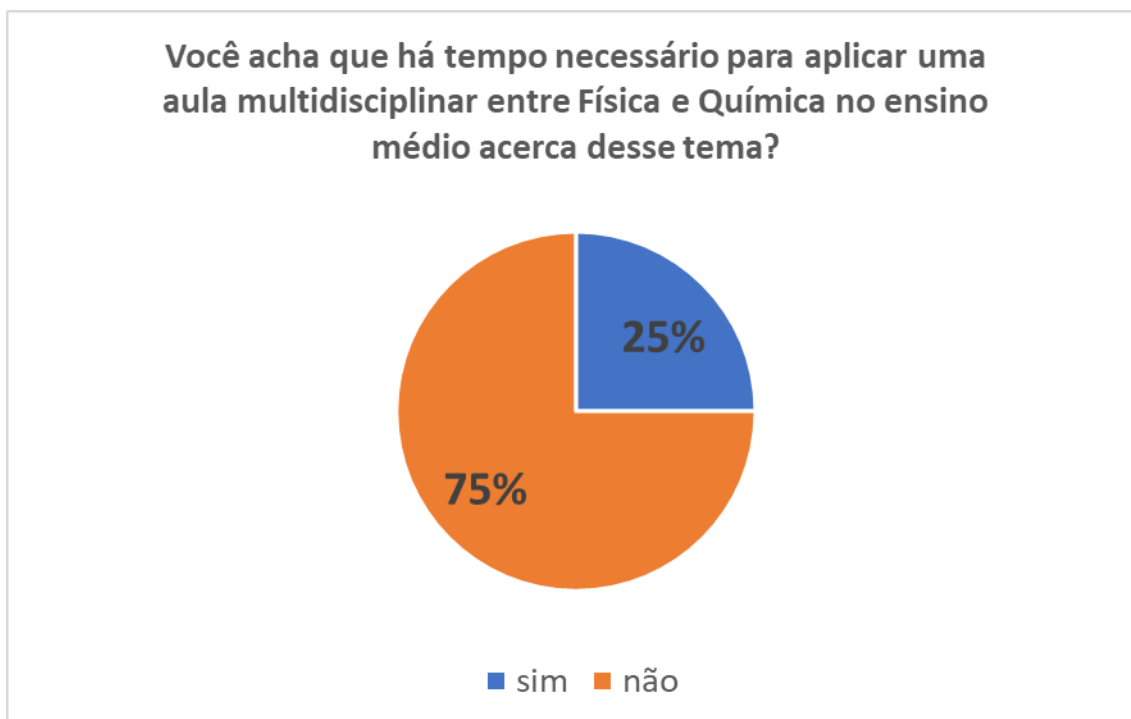
Um dos motivos para o resultado acima pode ser a questão do tempo, como foi falado anteriormente, pois como os professores não tem tempo suficiente em sala, eles acabam que por não abordar fundamentos de outra área. Especificamente no caso do conteúdo de pilhas, sabemos que é um conteúdo bem extenso e bastante rico em conceitos físicos, porém estes fundamentos são de certa maneira negligenciados para dar enfoque somente na química. É compreensível que isso aconteça, entretanto nessa disciplina é importante que o professor instigue o aluno a buscar os conhecimentos da física visto que eles enriquecem ainda mais a visão do estudante acerca do assunto, onde isso pode ser feito através de pequenas atividades, documentários, experimentos, etc, desde claro que não sobrecarregue demais o estudante.

Gráfico 4. Gráfico referente a opinião dos professores acerca da importância de abordar conceitos da Física no conteúdo de eletroquímica



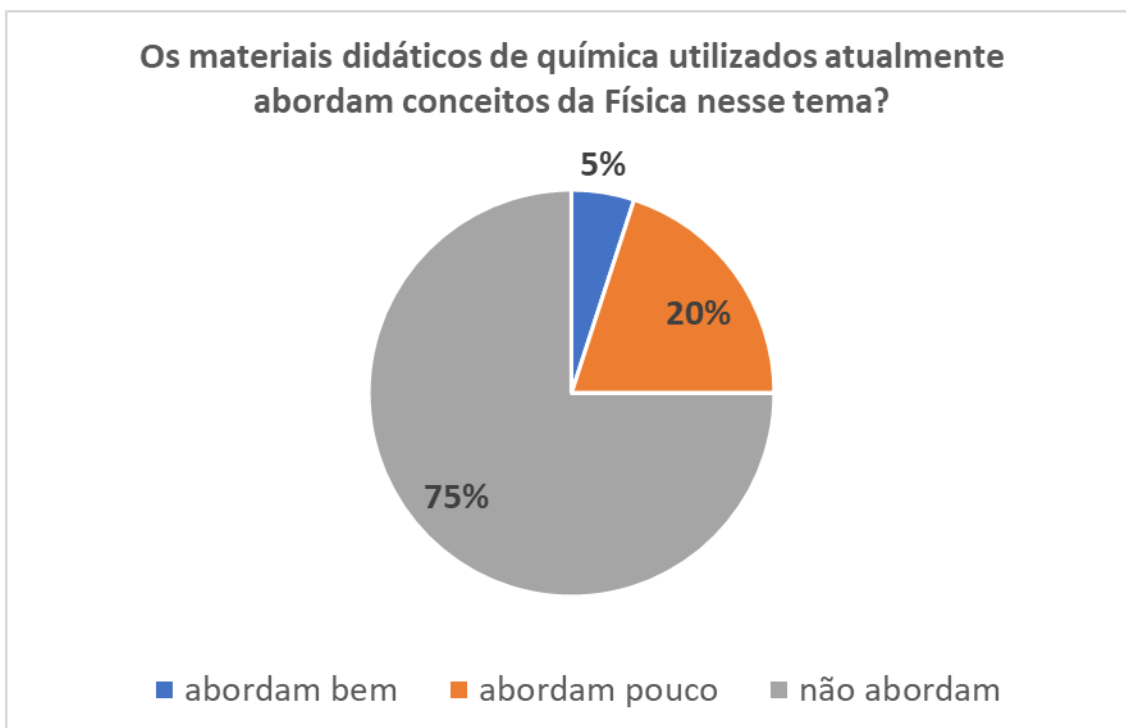
Analisando os dados, boa parte dos professores acham importante uma abordagem com fundamentos da Física no conteúdo de pilhas, o que é bastante positivo, visto que é uma área que proporciona muito embasamento ao estudante antes de ele começar a entrar na parte que envolve mais Química. Entretanto uma parcela menor achou desnecessária, talvez por conta da questão do pouco tempo que eles possuem em sala e uma possível dificuldade em passar tantas informações aos alunos e ainda fazer com que eles absorvam tudo aquilo nesse curto espaço de tempo. Uma maneira de tentar reduzir essas dificuldades seria os professores de Química conversarem com os professores de Física visando uma melhor interação das áreas em conteúdos dessa natureza.

Gráfico 5. Existência ou não de tempo para a aplicação da metodologia proposta.



Era de se esperar que a maioria dos docentes iriam dizer não, pois de fato, como foi comentado anteriormente, existe pouco tempo para o professor em sala de aula, pois a demanda de conteúdo é grande. Todavia isso não quer dizer que uma aula multidisciplinar ou até interdisciplinar não seja possível, basta planejamento dos professores de física com os de química em parceria com a escola para que esse tipo de aula ocorra.

Gráfico 6. Abordagem Física dos livros didáticos.



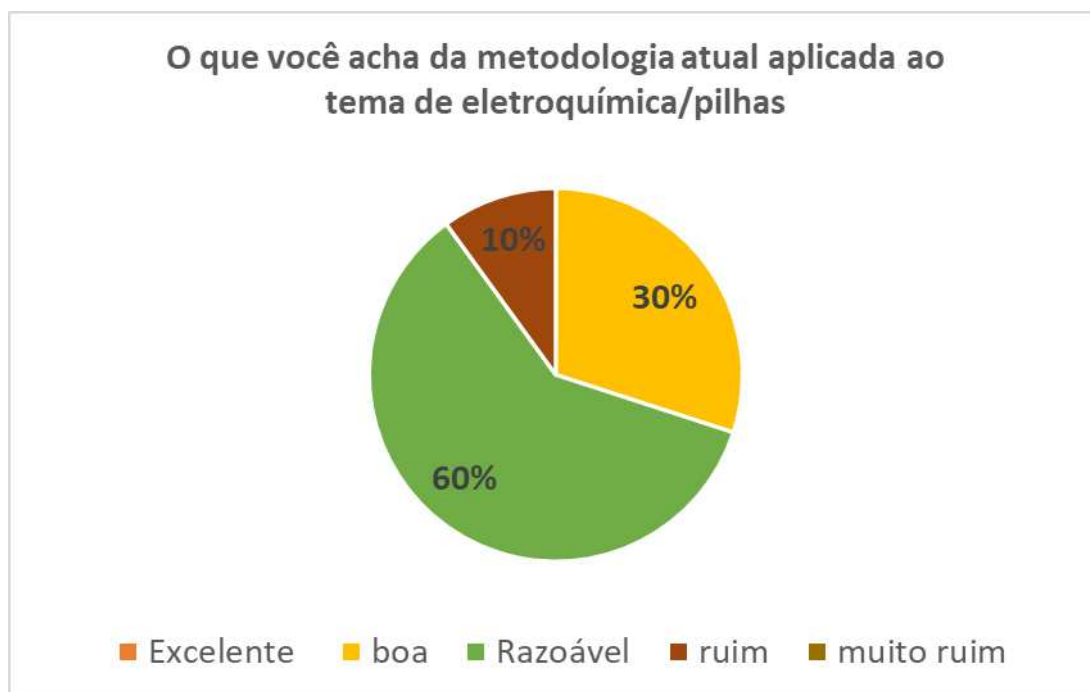
Podemos fazer um paralelo desse resultado, com as análises dos livros didáticos feitas nesse trabalho e de fato, boa parte não tem muito interesse em fazer contextualizações mais aprofundadas com a física nesse conteúdo, o que de certa maneira é compreensível mas ao mesmo tempo poderia haver alguma mudança nos livros atuais, mesmo que mínima, pois é essencial estimular que o aluno observe os fenômenos de uma maneira mais ampla, para até tentar motivá-lo na busca de mais conhecimento.

Gráfico 7. Opinião dos professores com relação a como os alunos reagiriam a metodologia proposta.



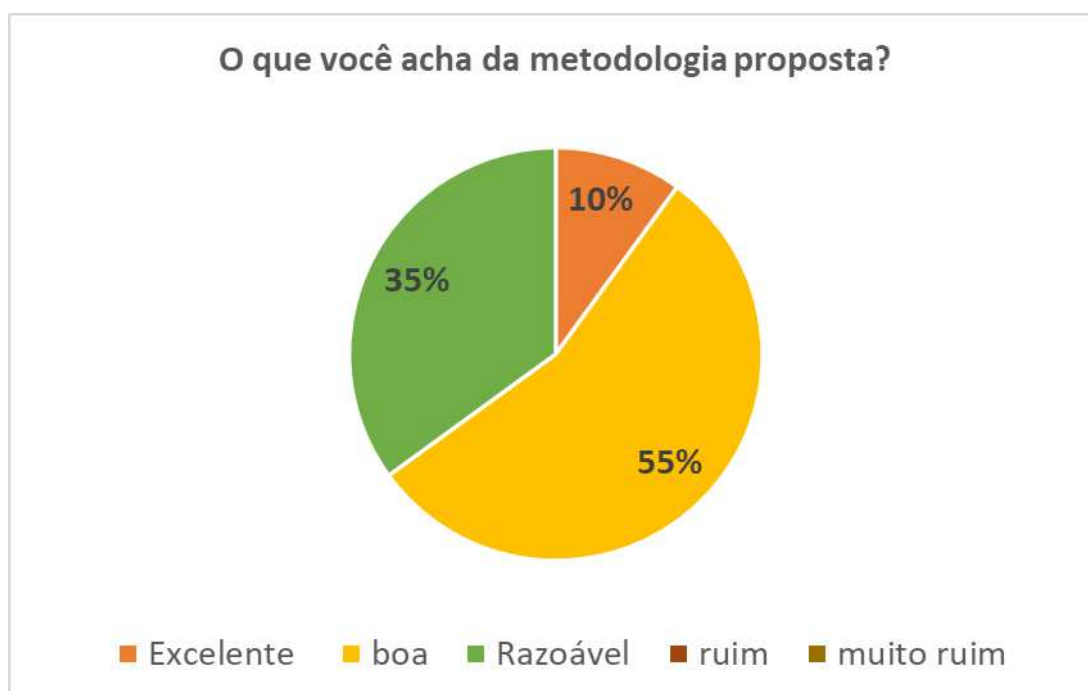
Essa possível rejeição relatada em maior parte pelos professores, se deve em boa parte pelo fato de serem duas disciplinas complexas, com muitos detalhes não somente teóricos mas matemáticos, o que torna um verdadeiro desafio para o estudante dominar bem essas duas matérias. Em contrapartida, se o professor souber dosar bem os conteúdos e interligá-los de maneira eficiente, os estudantes podem se sentir mais estimulados e motivados a estudar essas duas grandes áreas.

Gráfico 8. Avaliação dos professores acerca da metodologia atual na abordagem do conteúdo de eletroquímica/pilhas.



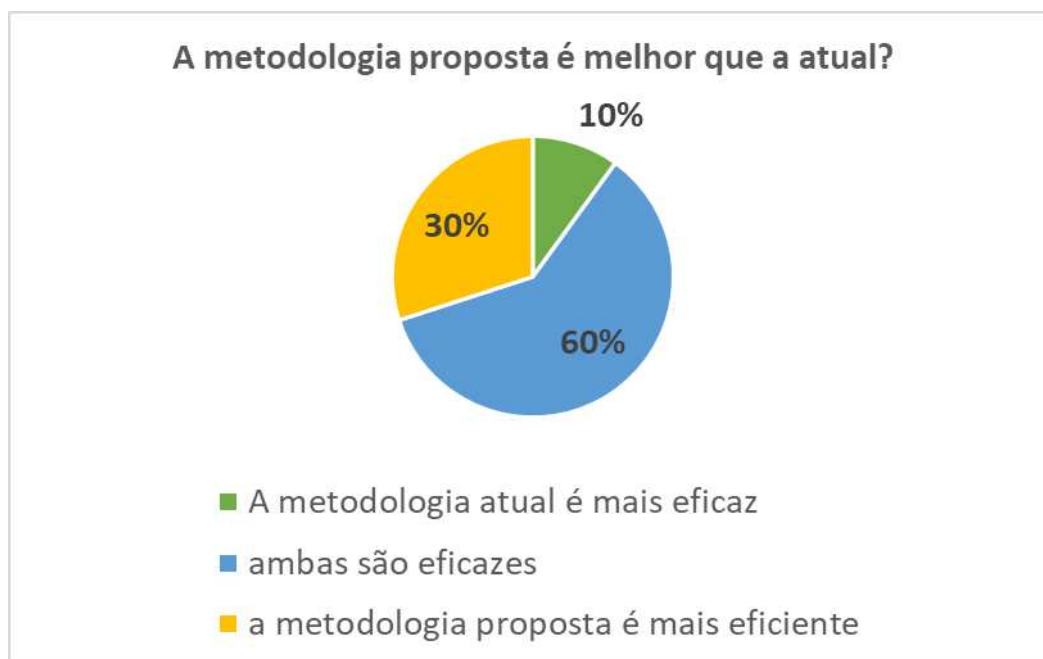
Conforme visualizado no gráfico acima, boa parte dos professores acham a metodologia atual razoável, onde isso se deve provavelmente pelo fato de ser uma metodologia mais confortável para o docente e na qual ele já está acostumado há muito tempo. Um percentual menor avaliou a metodologia atual como ruim, onde isso pode estar relacionado ao baixo rendimento advindo da aplicação desta, que por consequência está gerando uma baixa produtividade dos alunos nesse conteúdo.

Gráfico 9. Avaliação dos professores acerca da metodologia proposta.



Pode-se inferir, analisando as respostas dos professores, que a maior parte considerou a metodologia proposta como boa ou razoável, pelo fato de que nela existe um fator chave que é uma interconexão com a Física, onde isso despertou um diferencial na abordagem do conteúdo, que muitas vezes não é observado dessa maneira. Inclusive se analisarmos o gráfico 4, veremos que a maior parte dos professores acha importante uma abordagem dos conceitos da Física nesse tópico, corroborando assim com o fato de que a maioria dos docentes aprovou de maneira positiva a metodologia proposta.

Gráfico 10. Comparativo entre as metodologias usais e a metodologia proposta para o conteúdo de eletroquímica de acordo com a opinião dos professores questionados.



De acordo com os resultados ambas as metodologias foram bem avaliadas pelos professores questionados, dessa forma podemos inferir que a metodologia que cada um utiliza em sala de aula ainda é uma maneira mais segura para eles de ministrar esse conteúdo, haja vista o tempo escasso que eles tem em sala para ensinar um tópico relativamente extenso. Entretanto a metodologia proposta foi bem avaliada também, como podemos ver no gráfico 9, muito devido a uma forma diferente de ver esse conteúdo, onde a Física entra como uma ciência tão fundamental quanto a química para uma compreensão mais ampla desse tópico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi obtido neste trabalho, podemos observar que o ensino de Química pode ser aprimorado conceitualmente, através de uma interconexão mais intensa com uma ciência tão importante quanto, que é a Física, visto a imensa ligação dessas áreas como foi comentado diversas vezes nesse trabalho. É importante também que o professor, além de ser o mediador entre a Química e a Física, venha a desenvolver seus alunos, os incentivando a se tornarem mais participativos no processo de aprendizagem, tornando a idéia da aula multidisciplinar (ou até interdisciplinar) mais satisfatória para os estudantes.

Um aspecto em destaque desse trabalho, foi com respeito a análise dos livros didáticos, onde nesses livros houve pouca fundamentação de conceitos da Física, deixando um certo vazio no conteúdo, cujo seria muito importante para o aluno possuir essa fundamentação, pois o conteúdo de pilhas tem uma abordagem praticamente toda fundamentada através da Física com equações e definições triviais. Dessa forma, juntamente com a Química o conteúdo ficaria muito mais completo para o estudante, sem lacunas conceituais.

Do ponto de vista da análise dos docentes, foi interessante observar que muitos deles responderam de maneira positiva a ideia da proposta desse trabalho, podendo inferir assim que eles veem o quão a Física é importante na abordagem desse conteúdo, e o interessante é que todos os professores analisados são da área de química. Apesar disso, muitos professores indagarem acerca da questão do tempo em sala de aula, dificultando assim a aplicação da metodologia deste trabalho, pois o pouco tempo em sala muitas vezes não é nem suficiente para ministrar o conteúdo de química, quanto mais uma aula de caráter multidisciplinar. Dessa maneira deve-se haver um maior planejamento do tempo disponível para os docentes, para que aulas multidisciplinares ou até interdisciplinares possam ser aplicadas sem que haja atraso na demanda de conteúdo.

Resumindo, podemos concluir que a Física vem como uma ciência extremamente fundamental para solidificar diversos conceitos químicos e que através dela os alunos podem compreender de maneira muito mais ampla os fenômenos que geralmente eles veem somente nos livros de Química, cujo possuem muita fundamentação física por trás e que infelizmente isso as vezes passa despercebido pelos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTÓTELES. Metafísica, “livro A, cap. I”. Coleção Os pensadores. Editora Abril, São Paulo, 1979, p.212 (orig. século IV ac.).
- BRUNER, Jerome. O Processo da educação Geral. 2ª ed. São Paulo: Nacional, 1991, p. 122.
- CARVALHO, H.W.P.; BATISTA, A.P.L.; RIBEIRO, C.M.R.; Experiência em ensino de ciências: V2(3), pp. 34-47, 2007.
- CHANG, R. Química Geral e Reações Químicas, 11ª edição, São Paulo: McGraw Hill, 2013.
- DAVID GRIFFITHS, Mecânica Quântica, Pearson Education, 2ª edição, 2011.
- FELTRE, R. Química 2, Moderna, 6ª edição, volume 2, São Paulo, 2004.
- FEYNMAN, R.P., LEIGHTON; R.B.; SANDS, M. (1963). The Feynman Lectures on Physics (em inglês). 1. [S.l.: s.n.] pp. I–2. ISBN 0-201-02116-1.
- GUIMARÃES, L. R. (2009). Série professor em ação: atividades para aulas de ciências: ensino fundamental, 6º ao 9º ano. 1.ed. – São Paulo: Nova Espiral.
- LIMA, F.D.A. As disciplinas de física na concepção dos alunos do ensino médio na rede pública de Fortaleza/ce. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.
- LIMA, J.O.G.; BARBOSA, L.K.A. O ensino de química na concepção dos alunos do ensino fundamental: algumas reflexões, exatas online, vol. 6 n.1 pág. 33-48 abril, 2015.
- MAXWELL, J.C. (1878). Matter and Motion. [S.l.]: D. Van Nostrand. 9 páginas. ISBN 0486668959.
- MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas. 2007.
- MOTA, M.S.G.; PEREIRA, F.E.L. Processo de construção do conhecimento e desenvolvimento mental do indivíduo.
- PAZ, G.L.; PACHECO, H.F; Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina.
- PEREIRA, R. As dificuldades na aprendizagem de Física no ensino médio na escola estadual Dep, Alberto de Moura Monteiro.
- PINHEIRO, C.D.B. Net aula. Disponível em: <[https://sites.google.com/site/net\\_aula/projetos](https://sites.google.com/site/net_aula/projetos)>. Acesso em: 18 out. 2020.
- REIS, M. Química 2, Ática, 1ª edição, volume 2, São Paulo, 2013.

ROONEY, A. A História da Física, da filosofia ao enigma da matéria negra, M.Books do Brasil, São Paulo, 2013.

SANTOS, É. da P; AQUINO, G. B; GUEDES, J. T. A contextualização no ensino de Química no Ensino Médio: um estudo de caso no Colégio Estadual Presidente Costa e Silva. 4º - Encontro de Formação de Professores e 5º Fórum Permanente de Inovação Educacional – Edição Internacional. ISSN 2179-0663. Universidade Tiradentes, Aracaju- SE, junho, 2011.

SILVA, I.B. Uma Pedagogia Multidisciplinar, Interdisciplinar ou Transdisciplinar para o Ensino/Aprendizagem da Física. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte, 2004. Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Rio Grande do norte, 2004.

SILVA, V.C.; CORREIA, J.A.V.; PAULA, N.L.M. O ensino da química nas turmas de 2º ano do ensino médio em uma escola profissionalizante do município de Iguatu/ce, 4º congresso nacional de educação, CONEDU.

SISTEMA DIDÁTICO, FISMÁTICA. Disponível em: <<http://www.fismatica.com.br>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SOUZA, A.C. A experimentação no ensino de ciências: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem, Universidade tecnológica federal do Paraná, 2013.

TITO E CANTO, Química na abordagem do cotidiano, Moderna, 3ª edição, volume 2, São Paulo, 2003.

## APÊNDICE 1

### Plano de aula referente a aula de Física

#### 1.Tema

Eletrostática e Eletrodinâmica.

#### 2. Ano

Ensino médio

#### 3.Objetivos gerais

Compreender os princípios básicos da eletrostática e da eletrodinâmica.

#### 4.Objetivos específicos

O estudante deve compreender as leis fundamentais da eletrostática e da eletrodinâmica, suas equações e utilizações, relacionando com fenômenos presentes no cotidiano deles.

#### 5.Metodologia

A metodologia fica a critério do professor, para este trabalho seria adotada uma metodologia expositiva com utilização da experimentação.

## APÊNDICE 2

### Plano de aula referente a aula de Química

#### 1.Tema

Oxidação, redução e eletroquímica (pilhas)

#### 2.Ano

Ensino médio

#### 3.Objetivos gerais

Compreender os princípios básicos de reações redox e os fundamentos da eletroquímica.

#### 4.Objetivos específicos

O aluno deve consolidar bem os conceitos de redução e oxidação e entender o funcionamento de uma pilha, através de aspectos elétricos, termodinâmicos e químicos.

#### 5.Metodologia

Fica a critério do professor, mas para este trabalho a metodologia seria expositiva com uso da experimentação.

### APÊNDICE 3

#### Questionário Introdutório

1. A que se refere a lei de Coulomb e qual sua expressão matemática? Analisando essa lei, qual característica uma partícula deve ter para ser submetida a uma força elétrica?
2. O que você sabe acerca do campo elétrico e do potencial elétrico? Qual é a expressão do campo elétrico e do potencial elétrico gerado por uma carga pontual?
3. O que é o trabalho elétrico e qual sua expressão matemática?
4. Qual a definição de corrente elétrica?
5. A que se refere a lei de Ohm?
6. O que é um resistor? O que é um capacitor? O que é um gerador?
7. O que é oxidação e redução de um átomo?
8. O que é uma reação redox?
9. Qual o funcionamento da pilha de Daniel? Diga as semirreações que ocorrem nas semi-células e a função da ponte salina.
10. A reação química que ocorre na pilha é espontânea ou não espontânea?

## APÊNDICE 4

### Pós laboratório avaliativo

1. Usando os valores obtidos de ddp e corrente, calcule a resistência do LED.
2. Calcule a potência do LED
3. Qual campo é responsável por levar elétrons do ânodo até o cátodo? Qual a origem desse campo?
4. Quais reações ocorrem no ânodo e no cátodo? Quem é o agente redutor e o agente oxidante?
5. Qual a função dos limões, moedas e pregos no funcionamento da pilha?

**APÊNDICE 5****Questionário aplicado aos professores de Química do Ensino Médio**

- 1. Qual a metodologia utilizada para o conteúdo de pilhas?**
  - Expositiva
  - Expositiva com experimentação
  - uso de metodologias ativas
- 2. Quantas aulas são necessárias para ministrar todo o conteúdo de eletroquímica?**
  - 3 aulas
  - 4 a 6 aulas
  - mais de 6 aulas
- 3. Os alunos conectam bem os conceitos de Física e Química?**
  - sim
  - não
- 4. Você acha que os alunos seriam receptivos a essa abordagem?**
  - sim
  - não
- 5. Você acha que há tempo necessário para aplicar uma aula multidisciplinar entre Física e Química no ensino médio acerca desse tema?**
  - sim
  - não
- 6. Os materiais didáticos de Química utilizados atualmente abordam conceitos da Física nesse tema?**
  - abordam bem
  - abordam pouco
  - não abordam
- 7. Qual sua opinião sobre a importância de abordar conceitos da Física nesse conteúdo?**
  - importante
  - desnecessário
- 8. O que você acha da metodologia atual aplicada ao tema de eletroquímica/pilhas?**
  - excelente
  - boa
  - razoável
  - ruim
  - muito ruim

**9. O que você acha da metodologia proposta?**

excelente

boa

razoável

ruim

muito ruim

**10. A metodologia proposta é melhor que a atual?**

a metodologia atual é mais eficaz

ambas são eficazes

a metodologia proposta é mais eficiente