

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

**CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM  
KIT DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE  
ELETRÓLITOS**

**Wilson Sergio de Araújo Rocha**

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

**Orientador: Prof. Dr. Romeu C. Rocha Filho**

**São Carlos - SP  
2014**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

R672ca Rocha, Wilson Sergio de Araújo.  
Construção, aplicação e avaliação de um kit de experimentos para o ensino de eletrólitos / Wilson Sergio de Araújo Rocha. -- São Carlos : UFSCar, 2014.  
128 f.

Dissertação (Mestrado profissional) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Química - estudo e ensino. 2. Eletrólitos. 3. Kit de experimentos. 4. Aprendizagem significativa. I. Título.

CDD: 540.7 (20ª)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
*Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia*  
*Departamento de Química*  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**  
**Mestrado Profissional**

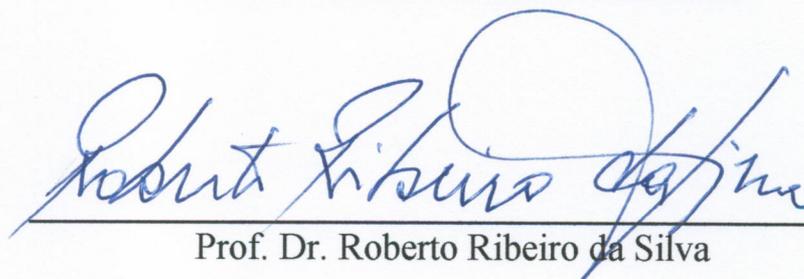
---

*Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a defesa de dissertação de Mestrado Profissional do candidato*  
**Wilson Sergio de Araujo Rocha**, realizada em 28 de março de 2014:



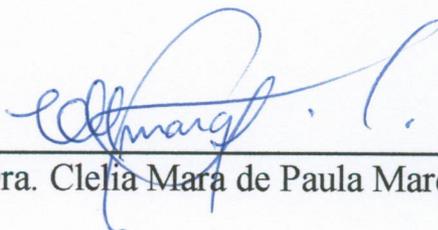
---

Prof. Dr. Romeu Cardozo Rocha Filho



---

Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva



---

Prof. Dra. Clelia Mara de Paula Marques

À minha querida mãe, Irene de Araújo Pestana Rocha (*in memoriam*), por suas inesquecíveis aulas diárias de bondade, empatia e humildade, pelo seu carinho, pelas suas orações e pelo seu investimento em meus estudos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me deu forças para seguir em frente e não desistir dos meus sonhos.

Ao meu querido pai, Wilson Rocha (*in memoriam*), pelas lições de honestidade, franqueza e perseverança.

À Andrea e Ana Sophia, minha família, pelos muitos momentos em que puderam me ajudar.

Ao Prof. Dr. Romeu Cardozo Rocha Filho, homem de coração nobre, que além da orientação competente, acreditou e apoiou o meu trabalho, e sem cuja ajuda eu não teria conseguido vencer esta etapa da minha vida.

À Profa. Ms. Diva Aparecida Moutinho Cardoso, minha querida professora de Itajubá/MG, pela orientação no tratamento (tabulação) dos dados da pesquisa.

Aos Profs. Drs. Nerilso Bocchi e Clélia Mara de Paula Marques, ambos da UFSCar, pelas contribuições ao meu trabalho como membros da banca de seminário.

Aos Profs. Drs. Clélia Mara de Paula Marques (UFSCar) e Roberto Ribeiro da Silva (UnB), pelas contribuições ao meu trabalho como membros da banca de mestrado.

Ao Instituto Federal de São Paulo, pela concessão do afastamento das minhas atividades laborais para efetuar a conclusão dessa dissertação de mestrado.

Ao Sr. Eduardo Marmo Moreira, Diretor do Instituto Federal de São Paulo/*campus* São João da Boa Vista (IFSP/SBV), que colocou à disposição desta pesquisa salas e laboratório de Química do *campus*.

À Profa. Débora de Moura Paiva Leal, Diretora do Colégio Gênesis - Itajubá/MG, que colocou os serviços de secretaria e telefone à disposição deste projeto de pesquisa.

Aos Profs. Ms. José Roberto Serra Martins, Eduardo Figueira e Joel Gutierrez, do IFSP/SBV, pelas aulas cedidas para a realização da pesquisa com os alunos.

Aos Profs. Drs. Everaldo Nassar Moreira e Renato Chaves Souza, ambos do IFSP/SBV, pelas sugestões dadas nesta dissertação.

Aos colegas da oficina de eletrônica do IFSP/SBV, pelos materiais e equipamentos cedidos para testes em laboratório e para confecção do indicador de condutividade.

A todos os alunos do IFSP/SBV que participaram deste trabalho de pesquisa.

A todos não citados aqui, mas que colaboraram com este trabalho de pesquisa.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Objetivos referentes às questões da avaliação diagnóstica – 1ª parte.....	57
TABELA 2.2 – Objetivos referentes às questões da avaliação diagnóstica – 2ª parte.....	57
TABELA 2.3 – Objetivos referentes às questões da avaliação pós-pesquisa. ....	60
TABELA 2.4 – Plano de trabalho da Aula 1 (atividades 1 e 2). ....	63
TABELA 2.5 – Plano de trabalho da Aula 2 (atividade 3). ....	64
TABELA 2.6 – Plano de trabalho das Aulas 3 e 4 (atividades 4 e 5).....	65
TABELA 2.7 – Plano de trabalho da Aula 5 (atividade 6). ....	66
TABELA 2.8 – Plano de trabalho da Aula 6 (atividade 7). ....	67

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – Reprodução de montagem para verificação de condutividade apresentada no livro-texto de NEHMI (1994, p. 161). .....	19
FIGURA 1.2 – Reprodução de montagem para verificação de condutividade apresentada no livro-texto de FELTRE (1994, p. 192). .....	20
FIGURA 1.3 – Reprodução de circuito para verificação de condutividade apresentado no livro-texto de BIANCHI et al. (2005, p. 224). .....	21
FIGURA 1.4 – Reprodução de circuito para verificação de condutividade apresentado no livro-texto de NÓBREGA et al. (2005, p. 224). .....	22
FIGURA 1.5 – Reprodução de circuito para verificação de condutividade apresentado no livro-texto de PERUZZO e CANTO (2006, p. 192). .....	23
FIGURA 2.1 – Esquema do circuito eletrônico com LED. ....	29
FIGURA 2.2 – Foto da montagem do indicador de condutividade.....	33
FIGURA 2.3 – Teste do indicador de condutividade. (a) Um detalhe do LED aceso, potenciômetro e bateria; (b) Visão completa do protótipo montado. ....	34
FIGURA 2.4 – Visão das conexões do indicador de condutividade.....	35
FIGURA 2.5 – Material para a montagem do indicador de condutividade.....	36
FIGURA 2.6 – Solda e acabamento: (a) soldagem efetuada entre LED, resistor e terminais da bateria; (b) indicador de condutividade (circuito pronto e acabado); (c) indicadores de condutividade usando a estrutura de mouses, para uso dos alunos. ....	37
FIGURA 2.7 – Teste do indicador de condutividade em diferentes amostras de água: (a) água potável; (b) água desmineralizada. ....	41
FIGURA 2.8 – Medição de corrente elétrica em água potável com um multímetro conectado em série com o indicador de condutividade elétrica.....	43

FIGURA 2.9 – Medição de corrente elétrica em água desmineralizada com um multímetro conectado em série com o indicador de condutividade elétrica.....	44
FIGURA 2.10 – Indicador de condutividade no sulfato de magnésio (a) puro e (b) em solução. ....	45
FIGURA 2.11 – Indicador de condutividade no ácido acético glacial (a) puro e (b) em solução (vinagre). ....	46
FIGURA 2.12 – Indicador de condutividade no etanol (a) puro e (b) em solução.....	47
FIGURA 2.13 – Indicador de condutividade no cloreto de sódio (a) puro e (b) em solução (soro fisiológico). ....	48
FIGURA 2.14 – Indicador de condutividade no bicarbonato de sódio (a) puro e (b) em solução. ....	49
FIGURA 2.15 – Indicador de condutividade na sacarose (açúcar) (a) pura e (b) em solução. ....	50
FIGURA 2.16 – Indicador de condutividade no hidróxido de magnésio (a) puro e (b) em solução. ....	51
FIGURA 2.17 – Indicador de condutividade no hidróxido de cálcio (a) puro e (b) em solução. ....	52
FIGURA 2.18 – Indicador de condutividade no sabão (a) puro e (b) em solução (sabão líquido). ....	53
FIGURA 2.19 – Indicador de condutividade no ácido cítrico (a) puro e (b) em solução (suco de limão). ....	54
FIGURA 3.1 – Resposta correta à questão 1 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 63. ....	100
FIGURA 3.2 – Resposta incompleta à questão 1 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 49. ....	101
FIGURA 3.3 – Resposta correta à questão 4 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 58. ....	102

FIGURA 3.4 – Resposta correta à questão 4 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 4.....	102
FIGURA 3.5 – Respostas à questão 5 da avaliação diagnóstica, apresentadas pelos alunos 36 (resposta correta, à esquerda) e 15 (resposta incorreta, à direita). .....	103
FIGURA 3.6 – Resposta correta à questão 1 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 54.....	103
FIGURA 3.7 – Resposta correta à questão 1 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 83.....	104
FIGURA 3.8 – Resposta correta à questão 3 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 3.....	104
FIGURA 3.9 – Resposta correta à questão 3 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 25.....	105
FIGURA 3.10 – Resposta à questão 5 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 41.....	105
FIGURA 3.11 – Resposta à questão 5 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 65.....	106

## RESUMO

**CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM KIT DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE ELETRÓLITOS** – As poucas informações sobre eletrólitos nos livros didáticos do Ensino Médio, o tempo reduzido das aulas semanais de Química e a falta de um laboratório em algumas escolas sugerem a necessidade de uma adequação para o ensino deste tópico, com abordagem experimental e usando-se materiais de fácil acesso. Assim, este trabalho está voltado para o desenvolvimento e aplicação de um kit de experimentos para uso no ensino de eletrólitos, fornecendo informações sobre como construir (projeto e montagem) um indicador de condutividade elétrica, e sugestões de como aplicar o kit e avaliar os resultados obtidos experimentalmente. Isso foi feito tendo como referencial teórico a aprendizagem significativa de Ausubel. O kit desenvolvido compreende possíveis experimentos para uso deste indicador de condutividade como ferramenta para apreensão do conceito de eletrólitos e questionários visando coletar resultados obtidos pelos alunos. Além disso, o kit foi elaborado tendo em mente a disponibilização em sala de aula de experimentos simples, utilizando substâncias de fácil acesso e de uso cotidiano, buscando também a curiosidade e a motivação científica dos alunos, com manuseio seguro e respeito ao meio ambiente. A atividade experimental, que poderá ser abordada com uma aproximação investigativa, complementa a exposição teórica e deve proporcionar uma melhor compreensão dos alunos sobre eletrólitos, assim contribuindo para a fixação dos conhecimentos e suas relações pertinentes. O kit foi aplicado com alunos de Ensino Médio Profissionalizante de quatro turmas de uma escola pública, compreendendo: uma avaliação diagnóstica; um questionário-pesquisa (a ser respondido em casa), seguido de uma avaliação; exercícios numa folha de trabalho (nº 1), respondidos sem e com o uso do kit de experimentos; finalmente, exercícios numa outra folha de trabalho (nº 2). A análise dos resultados obtidos ao longo do processo de aplicação proporcionou evidências de aprendizagem sobre eletrólitos, propiciada pelo uso do kit de experimentos. Portanto, professores do Ensino Médio poderão usar este kit como uma ferramenta auxiliar no ensino de eletrólitos e tópicos correlatos e, de forma interdisciplinar, no ensino de Ciências, através da experimentação.

## ABSTRACT

**CONSTRUCTION, APPLICATION, AND EVALUATION OF A KIT OF EXPERIMENTS FOR THE TEACHING OF ELECTROLYTES** – The limited information on electrolytes in high-school textbooks, the reduced time of weekly chemistry classes, and the lack of a laboratory in some schools suggest the need for an adaptation, for the teaching of this topic, with an experimental approach and using easily found materials. Thus, this work is focused on the development and application of a kit of experiments for use in the teaching of electrolytes, providing information on the construction (design and assembly) of an indicator of electrical conductivity and suggestions on how to apply the kit and evaluate the experimentally obtained results. This was done having Ausubel's meaningful learning theory as frame of reference. The developed kit comprises possible experiments for use of the indicator of conductivity as a tool for understanding the concept of electrolytes and questionnaires to collect the results obtained by the students. The kit was elaborated so as to make available simple classroom experiments, using easily found and daily used substances, and also seeking the scientific curiosity and motivation of the students, with safe handling and respect for the environment. The experimental activity, which may be addressed with an investigative approach, complements the theoretical exposition and should provide the students with a better understanding about electrolytes, thus contributing to the incorporation of knowledge and its relevant relationships. The kit was applied with four classes of students from a professionalizing public high school, encompassing: a diagnostic evaluation; a research-questionnaire (to be answered at home), followed by an evaluation; exercises in a worksheet (n<sup>o</sup> 1), carried out without and with the use of the kit of experiments; finally, exercises in another worksheet (n<sup>o</sup> 2). From the analysis of the results obtained throughout the application process, it was possible to conclude that there were evidences of student learning about electrolytes, rendered by the use of the kit of experiments. Hence, high-school teachers might use this kit as an auxiliary tool in the teaching of electrolytes and related topics and, in an interdisciplinary way, in the teaching of science, through experimentation.

## SUMÁRIO

1 – Introdução.....	1
1.1 – Caracterização do problema.....	1
1.2 – Fundamentação teórica .....	5
1.3 – Eletrólitos e sua condutividade: sugestões de experimentos de ensino .....	16
1.3.1 – Artigos em periódicos.....	16
1.3.2 – Alguns livros-textos nacionais.....	19
1.4 – Objetivos e metas .....	24
2 – Metodologia .....	25
2.1 – Autorização para aplicação do kit de experimentos .....	25
2.2 – Formatação do projeto.....	27
2.3 – Construção do indicador de condutividade elétrica .....	28
2.3.1 – Projeto do indicador de condutividade elétrica.....	28
2.3.2 – Especificação do resistor limitador de corrente.....	30
2.3.3 – Montagem do indicador de condutividade.....	32
2.4 – Aplicações do kit de experimentos .....	36
2.4.1 – Procedimentos experimentais gerais .....	38
2.4.2 – Experimentos com água potável e água desmineralizada .....	41
2.4.3 – Experimentos com sulfato de magnésio .....	44
2.4.4 – Experimentos com ácido acético.....	45
2.4.5 – Experimentos com etanol.....	46
2.4.6 – Experimentos com cloreto de sódio .....	47
2.4.7 – Experimentos com bicarbonato de sódio .....	48
2.4.8 – Experimentos com sacarose (açúcar).....	49
2.4.9 – Experimentos com hidróxido de magnésio .....	50
2.4.10 – Experimentos com óxido de cálcio.....	51
2.4.11 – Experimentos com sabão.....	52
2.4.12 – Experimentos com suco de limão .....	53
2.5 – Avaliações .....	54
2.5.1 – Atividade 1: Avaliação diagnóstica.....	56
2.5.2 – Atividade 2: Solicitação de questionário-pesquisa .....	56
2.5.3 – Atividade 3: Recebimento do questionário e discussões em sala.....	58

2.5.4 – Atividade 4: Avaliação pós-pesquisa.....	58
2.5.5 – Atividades 5 e 6: Folha de Trabalho nº 1 .....	61
2.5.6 – Atividade 7: Folha de Trabalho nº 2 .....	63
2.6 – Plano de trabalho .....	63
3 – Resultados e análise dos dados.....	69
3.1 – Resultados e análise da avaliação diagnóstica .....	69
3.1.1 – Primeira parte: Química .....	70
3.1.2 – Segunda parte: Corrente elétrica .....	73
3.2 – Resultados e análise do impacto do questionário pós-pesquisa .....	76
3.3 – Resultados e análise da Folha de Trabalho nº 1 .....	82
3.4 – Resultados e análise da Folha de Trabalho nº 2 .....	94
3.5 – Alguns comentários sobre as respostas de questões dissertativas.....	99
3.6 – Algumas considerações sobre o kit e suas aplicações.....	106
4 – Conclusões.....	109
5 – Referências bibliográficas.....	110
Anexo .....	114
Apêndice.....	115

# 1 – Introdução

## 1.1 – Caracterização do problema

Ao longo da minha experiência docente, lecionei várias disciplinas na área de Química. Em algumas delas, em função da carga horária disponibilizada, desenvolvi um trabalho quase que totalmente teórico, enquanto que em outras disciplinas da área de Química, em função de uma maior carga horária e disponibilidade física da escola, foi possível trabalhar a parte prática (experimentação), o que dava sempre um sabor diferente às aulas de Química. A prática do dia a dia demonstra que a experimentação sempre melhora a aprendizagem, ajuda a esclarecer o assunto e os conceitos ficam mais fáceis de serem trabalhados.

Quando lecionei Química Experimental I para os alunos do 1º ano do Curso Técnico de Química do Instituto Federal de São Paulo me deparei com roteiros experimentais que já vinham prontos, e estes documentos tinham seus pontos positivos e negativos. De forma positiva, os roteiros facilitavam o trabalho de execução experimental, mas de forma negativa eles prejudicavam as possibilidades investigativas sobre o tema central da experiência e de assuntos correlatos, pois, pelo fato do roteiro já estar pronto, ele não despertava o questionamento dos alunos sobre como preparar aquele experimento.

Durante os anos de magistério, também percebi que se alguns assuntos tivessem sido trabalhados de forma prévia com os alunos, não necessariamente experimental, a compreensão sobre os novos assuntos decorrentes desses teria sido facilitada pela interação entre o novo e o velho conhecimento ancorado na árvore cognitiva de cada aluno. Os antigos conceitos são assim substituídos pelos novos através das aulas teóricas, informações técnicas dos manuais, pelas notícias em revistas, jornais e televisão, pela internet, assim como também nas abordagens pedagógicas através da experimentação.

Eletrólitos, um dos temas abordados no ensino de Química no 1º ano do Ensino Médio, está relacionado com as práticas do nosso cotidiano, pois os

eletrólitos estão em toda parte (em bebidas, remédios, alimentos, produtos de limpeza, etc.), atuando como produtos ou subprodutos em diversos processos químicos. Assim, decidimos colocar como desafio, a produção de material didático que contribuísse para a melhoria do ensino de “eletrólitos”, envolvendo experimentação. Cabe aqui registrar o que se entende por eletrólito: “substância que forma íons em solução” (ATKINS e JONES, 2012, p. F66). Soluções que contêm eletrólitos são referidas como *soluções eletrolíticas*, as quais são um dos tipos de condutores iônicos (os outros são os sais fundidos e outros líquidos iônicos, os condutores iônicos sólidos e os cristais dopados) (OLDHAM et al., 2012). Destaque-se que o solvente não necessariamente precisa ser água, mas, na Educação Básica, comumente trabalha-se somente com soluções aquosas. Em um livro texto para o Ensino Médio (PERUZZO e CANTO, 2006; p. 194), consta a seguinte definição de eletrólitos:

“As substâncias que, dissolvidas em água, produzem solução condutora de corrente elétrica são denominadas eletrólitos. O NaCl e o HCl são exemplos de eletrólitos. Os eletrólitos nada mais são que as substâncias que, ao serem dissolvidas em água, sofrem dissociação iônica ou sofrem ionização.”

Portanto, pensando nos alunos da Educação Básica, podemos aqui resumir que, entender eletrólitos é entender que algumas substâncias são capazes de conduzir eletricidade quando dissolvidas em solução aquosa.

O conceito de eletrólito, conforme a grade curricular, é trabalhado com os alunos do 1º ano do Ensino Médio, muito embora, a maioria deles já conheçam alguns tópicos de Química e Física trabalhados em Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental, quando estudaram modelos atômicos, átomos e íons, partículas atômicas, moléculas, eletricidade, etc. O foco deste trabalho de pesquisa foi a construção, aplicação e avaliação de um kit de experimentos voltado para o ensino de eletrólitos, sendo este desenvolvido para ser usado por alunos do Ensino Médio e Técnico Integrado ao Ensino Médio, quando os alunos já embasados pelos conceitos de ligações químicas e das teorias da dissociação eletrolítica e da ionização de Svante Arrhenius estiverem iniciando os estudos das funções químicas (ácidos, bases, sais e óxidos). Entretanto, não houve, neste trabalho a preocupação em distinguir força de um eletrólito (eletrólitos fortes, moderados e fracos), mas somente conceituar e caracterizar o que é um eletrólito.

O público-alvo especificamente escolhido para a aplicação e avaliação do kit de experimentos compreende alunos do 1º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Eletrônica e Informática, cuja grade curricular contempla, entre outros, os seguintes tópicos:

1. A História da Química - Aspectos históricos da sua evolução;
2. Transformações físicas e químicas;
3. A estrutura da matéria;
4. Os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr, até o conceito de orbital;
5. Distribuição eletrônica em camadas e em orbitais;
6. Átomos e íons;
7. Ligações químicas: iônica, covalente e metálica;
8. Polaridade das ligações;
9. Teoria da Ionização e Dissociação Iônica;
10. Eletrólitos, soluções iônicas e moleculares;
11. Estudo das funções químicas (ácidos, bases, sais e óxidos).

Nos atuais livros didáticos, encontramos poucas informações a respeito de eletrólitos, e, quando abordados, é comumente feito de forma superficial. Assim, nosso intuito é produzir um material didático opcional para facilitar as explicações sobre eletrólitos, mediante atividades avaliativas, questionários e experimentação visando produzir momentos conceituais cumulativamente esclarecedores. Desta forma, na medida do possível, sempre partiremos dos conhecimentos prévios para trabalharmos as narrativas necessárias e experimentos simples de modo a familiarizar e preparar os alunos para o entendimento do conceito de eletrólitos.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio), no volume que trata de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (MEC-SEB, s.d.; p. 23), menciona-se que dar oportunidade aos estudantes para conhecerem e se posicionarem diante desses problemas é parte necessária da função da educação básica. Por outro lado, o contexto dessa discussão constitui motivação importante para o aprendizado mais geral e abstrato.

Na mesma obra (p. 84), as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais demarcam pontos importantes à proposta de ensino de Química. A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM

se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados. Assim, em consonância com a própria história do desenvolvimento desta ciência, a Química deve ser apresentada estruturada sobre o seguinte tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos.

Ainda segundo a mesma obra, PCN+ Ensino Médio (MEC-SEB, s.d.; p. 85), as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais abordam as competências, onde nosso foco é contemplado pela investigação e compreensão. As competências gerais a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dizem respeito aos seguintes domínios: a) da representação e comunicação, envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos; b) da investigação e compreensão, ou seja, o uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina; c) da contextualização sociocultural, ou seja, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas.

Segundo MELO (2002), no Ensino Médio, não existe uma preocupação com a discussão do termo modelo. No máximo percebe-se uma abordagem, não profunda, quando da apresentação de modelos atômicos, dando-se ao aluno a sensação de que toda a teoria posterior é imutável e definitiva. Tal discussão é fundamental, visto que a Química está baseada em modelos, não somente os atômicos, mas também os moleculares, os de reações, os matemáticos, e essa ideia não é passada ao aluno. Fala-se de moléculas e não de modelos de moléculas, de reações e não de modelos de reações.

Ainda segundo MELO (2002), outro ponto a considerar é que, provavelmente, o aluno que inicia o Ensino Médio já apresenta uma concepção de modelo. Ele o considera como sendo a miniatura do que ele é capaz de ver, pois no seu cotidiano ele convive com modelos de aviões, bonecos como modelos de pessoas, enquanto que a construção dos modelos científicos difere da construção dos modelos conhecidos pelo aluno. Isso mostra que, na concepção do aluno, o modelo pode ser imaginado, existe e é algo concreto, que pode ser até manuseado. Portanto, se a abordagem de modelo científico não é feita com o aluno, prevalece o conceito de modelo que este carrega e não a concepção adequada de modelo para ciência.

### 1.2 – Fundamentação teórica

Serão apresentados nesta seção alguns aspectos teóricos relativos, entre outros, à educação e ao ensino experimental, bem como sugestões para elucidar o tema “eletrólitos” e dar sustentação à teoria de forma experimental. Em muitos casos, os autores originais serão citados diretamente, com, portanto, transcrição literal do texto por eles publicado.

O início deste trabalho de pesquisa começa nas concepções dos alunos, suas ideias, conceitos prévios, no intuito de trabalhar os conceitos existentes e aperfeiçoar as informações ancoradas de forma a construir os conhecimentos necessários ao entendimento de eletrólitos. Desta forma, conhecendo o que os alunos pensam e acreditam a respeito de determinados conceitos, ao apresentarmos de forma consistente os novos conceitos, dar-se-á início à aprendizagem, que se caracteriza por uma interação entre o novo e o velho conceito na árvore cognitiva de quem aprende.

No campo da Psicologia Cognitiva, particularmente o cognitivismo construtivista, encontramos diversos nomes, entre eles os de Novak, Ausubel, Piaget, Paulo Freire e outros, pessoas que colaboraram com trabalhos aplicados na construção do conhecimento.

Este trabalho de pesquisa, que envolve teoria e prática, tem como referencial teórico a *aprendizagem significativa*, segundo proposto por David Paul Ausubel.

DESCARTES (1996, p. 23), em sua obra *Discurso do Método*, datada de 1637, destaca como principais regras:

“O primeiro era de nunca aceitar coisa alguma como verdadeira sem que a conhecesse evidentemente como tal; ou seja, evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção, e não incluir em meus juízos nada além daquilo que se apresentasse tão clara e distintamente a meu espírito, que eu não tivesse nenhuma ocasião de pô-lo em dúvida. O segundo, dividir cada uma das dificuldades que examinasse em tantas parcelas quantas fosse possível e necessário para melhor resolvê-las. O terceiro, conduzir por ordem meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos; e supondo certa ordem mesmo entre aqueles que não se precedem naturalmente uns aos outros. E, o último, fazer em tudo enumerações tão completas, e revisões tão gerais, que eu tivesse certeza de nada omitir.”

VYGOTSKY (1998, p. 77), quanto aos métodos de investigação e análise, afirma que:

“Em geral, qualquer abordagem fundamentalmente nova de um problema científico leva, inevitavelmente, a novos métodos de investigação e análise. A criação de novos métodos, adequados às novas maneiras de se colocar os problemas, requer muito mais do que uma simples modificação dos métodos previamente aceitos. Com respeito a isso, a experimentação psicológica contemporânea não constitui exceção; seus métodos sempre refletiram a maneira pela qual os problemas psicológicos fundamentais eram vistos e resolvidos. [...] Com isso queremos dizer que, independentemente do processo psicológico em discussão, o psicólogo procura confrontar o sujeito com algum tipo de situação-estímulo planejada para influenciá-lo de uma determinada maneira, e, então examinar e analisar a(s) resposta(s) eliciada(s) por aquela situação estimuladora. Afinal de contas, a verdadeira essência da experimentação é evocar o fenômeno em estudo de uma maneira artificial (e, portanto, controlável) e estudar as variações nas respostas que ocorrem em relação às várias mudanças nos estímulos.

AUSUBEL et al. (1980, p. viii) quanto à aprendizagem, afirmam que:

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”

Segundo MOREIRA e MASINI (2006, p. 17), a *aprendizagem significativa* se baseia em um processo em que o aluno procura dar sentido ou estabelecer relações entre os novos conceitos, ou a nova informação, e os conhecimentos que o indivíduo já possui. Quando ocorre um fato novo ou uma nova informação, esta nova informação interage com o conceito anterior que está na árvore cognitiva do indivíduo.

Segundo MOREIRA (2008), para Ausubel, “aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva”. Além disso:

“Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos.”

Por outro lado, segundo MOREIRA e MASINI (2006, p. 14):

“A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para a sua diferenciação, elaboração e estabilidade. [...] uma experiência consciente claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados”.

No ensino de Química, a questão da experimentação é um aspecto importante e que vem sendo discutido por diferentes pesquisadores. Por exemplo, segundo GUIMARÃES (2009):

“O professor pode considerar em aulas expositivas, as descobertas dos aprendizes para trabalhar significativamente os conteúdos pretendidos, pois ao trabalhar com as dificuldades e explicações dos alunos ao fenômeno, ele aliará as concepções prévias aos novos conhecimentos. Não se trata de trabalhar a química que só existe no livro e para a escola. Ao utilizar a experimentação, associando os conteúdos curriculares ao que o educando vivenciou, o educador trabalhará de forma contextualizada, pois não é o problema proposto pelo livro ou a questão da lista de exercício, mas os problemas e as explicações construídas pelos atores do aprender diante de situações concretas”.

MACHADO (2004, p.165-166), entretanto, alerta que os discentes, mesmo tendo participado de uma reação química (executando ou acompanhando visualmente), não são capazes de relatar com detalhes o experimento, pois o entendimento do fenômeno químico necessita da mediação do professor.

SILVA e ZANON (2000, p. 121-136) também afirmam ser essencial o papel do professor como mediador nos processos ensino-aprendizagem, fazendo intervenções que promovem o conhecimento. Segundo estes autores, a ciência se alimenta da dúvida e da indagação e são os questionamentos que provocam os avanços do conhecimento, devendo-se valorizar os momentos de construção do conhecimento ao invés de tomar o conhecimento como sendo definitivo; também defendem que as atividades de experimentação podem constituir um ponto fundamental na promoção de uma aprendizagem significativa em ciências.

Ainda segundo GUIMARÃES (2009):

“A experimentação pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados, mas utilizar a experimentação na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa. No entanto, para isso, é necessário desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a superar os problemas que parecem intransponíveis; permitir a cooperação e o trabalho em grupo; avaliar não numa perspectiva de apenas dar uma nota, mas na intenção de criar ações que intervenham na aprendizagem.”

Por outro lado, baseando-se em IZQUIERDO et al. (1999), GUIMARÃES (2009) também menciona que:

“A experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. No entanto, essa última, acrescentam esses autores, é a que mais ajuda o aluno a aprender”.

Segundo SILVA et al. (2010, p. 231-232), desde o século XVIII é reconhecido o papel da experimentação como ferramenta no ensino de Ciências, sendo que, no Brasil, iniciou-se seu uso no século XIX, numa aplicação associada às técnicas de obtenção de metais a partir dos minérios. A experimentação levou pesquisadores a trabalharem o entendimento dos fenômenos, com base nos conhecimentos teóricos e vivenciados pelos mesmos, respeitando que a validação de um fenômeno deve estar sustentada em teoria aceita pela comunidade científica.

Por outro lado, SILVA et al. (2010, p. 235-237) mencionam que a interligação entre fenômenos e teorias, assim como o fazer e o pensar, nos leva respectivamente à experimentação e a aprender ciências. Assim, o uso da relação teoria-experimento (relação entre o pensar e o fazer) para a explicação e previsão de um fenômeno é parte vital das atividades experimentais. É justamente a capacidade de generalização e de previsão de uma teoria que podem dar o caráter investigativo à uma atividade experimental de ensino. Desta forma, readaptar um experimento, transformando-o de mero instrumento comprobatório em instrumento investigativo, favorece o ensino de ciências. Segundo esses autores:

“No que tange à capacidade de previsão de uma teoria, consideremos, por exemplo, a experiência de se medir a condutividade elétrica de uma determinada solução contendo íons, utilizando-se de uma lâmpada ligada a dois eletrodos e a uma pilha. A teoria existente explica que o acender da lâmpada ocorre, dentre outras coisas, devido à presença imprescindível de íons na solução. Se a teoria for adequada para explicar tal fenômeno, então, se aumentarmos a quantidade de íons em solução, poderíamos inferir que a luminosidade da lâmpada iria aumentar.”

SILVA et al. (2010, p. 238-246) ainda destacam que as primeiras atividades de experimentação feitas pelo homem foram as imagens nas cavernas e a escrita. O uso das imagens e palavras provocaram mudanças e permitiram ao homem trabalhar as abstrações, que resultaram em novos conceitos, que devidamente mediados formaram o que conhecemos como conhecimento científico. Na visão desses autores, experimentações com a finalidade de apenas reproduzir e comprovar uma situação são inadequadas quando se almeja trabalhar a relação entre a teoria e o mundo concreto que as pessoas têm diante de si. Da mesma forma, afirmam que a ausência da experimentação na maioria das escolas tem várias causas, entre elas destacam-se: a falta e a deficiência de laboratórios; a inadequação dos espaços disponibilizados para aulas experimentais e o reduzido número de aulas semanais de ciências que dificultam a realização experimental; situações desmotivadoras aos alunos, como experimentos com roteiros prontos, experimentos que trabalham apenas os aspectos macroscópicos e a falta de clareza ao aluno sobre a atividade experimental. Por outro lado, os autores também afirmam que as atividades experimentais têm basicamente cinco eixos norteadores: o ensinar e o aprender; a relação teoria-experimento; a interdisciplinaridade, a contextualização e a educação ambiental.

Ademais, SILVA et al. (2010, p. 245-248) sugerem várias abordagens relativas às atividades experimentais, inclusive atividades do tipo demonstrativo-investigativas (abordagem usada neste trabalho de pesquisa), em que o professor, durante as aulas teóricas, apresenta fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir os aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado. Estas atividades favorecem o envolvimento dos alunos na questão científica, a interação deles entre si e com os professores, o levantamento de concepções prévias, a formulação de exercícios geradores de conflitos cognitivos a partir das concepções prévias, a maturidade de habilidades cognitivas por meio da formulação e testes de hipóteses, valorizando o ensino por investigação, o vivenciar valores e atitudes além dos conteúdos científicos. Por outro lado, no contexto da abordagem CTSA (ciência-tecnologia-sociedade-ambiente), essas atividades devem envolver o uso de pequenas quantidades de reagentes devidamente escolhidos, de modo que os prováveis resíduos produzidos nos experimentos possam ser reaproveitados ou então descartados na rede de esgoto ou em lixo comum. Após dar início a uma atividade do tipo demonstrativo-investigativa, durante sua realização

o professor deve trabalhar, de forma separada, os três níveis do conhecimento químico, ou seja, a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional. A observação macroscópica refere-se ao que é visualizado pelos alunos durante o experimento, a interpretação microscópica envolve o uso de teorias científicas para explicar o fenômeno observado na experimentação e a expressão representacional trata de representar em linguagem apropriada (fórmulas, equações, modelos, gráficos, etc.) para representar o fenômeno em questão. Nesse sentido, a discussão com os alunos dos três níveis do conhecimento químico, relacionando-os entre si e com a abordagem CTSA, é mais importante que realizar a atividade experimental, conferindo um caráter investigativo ao experimento demonstrativo. Finalmente, no tocante à avaliação da aprendizagem, os autores sugerem fornecer aos alunos um fato novo (situação do cotidiano), solicitando-lhes que o analisem e expliquem usando os conceitos usados na atividade demonstrativo-investigativa.

SILVA e ZANON (2000, p. 145) valorizam o olhar sobre a experimentação como sendo uma estratégia dinâmica e interativa que enaltece os significados de saberes e que favorece a construção dos conhecimentos estimulando as atividades cognitivas dos alunos.

AUSUBEL, novamente citado por MOREIRA e MASSINI (2006, p.17), menciona que as concepções já estabelecidas na mente do aprendiz (subsunçores ou âncoras) permitirão que as novas informações sejam organizadas de forma hierárquica, na qual, elementos mais específicos do conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos. *Estrutura cognitiva* significa, portanto, uma estrutura hierárquica de subsunçores da experiência do indivíduo.

COLL et. al. (2000, p. 43) afirmam que:

“Dessa forma, a aprendizagem significativa estaria relacionada com uma disposição ou orientação para a aprendizagem diferente da que é requerida pela aquisição memorística de informação (ideia desenvolvida por Novak e Gowin, 1984, entre outros). Não se trata do aluno reproduzir dados, mas encontrar um significado naquilo que está fazendo. [...] Compreender *conceitos* requer aproximar-se das tarefas de aprendizagem com uma determinada atitude, que, por sua vez, traduz-se em envolver-se em certo tipo de atividades ou *procedimentos* de aprendizagem (fazer-se perguntas, comparar, relacionar alguns conceitos com outros, representá-los mediante um esquema ou mapa conceitual, etc.).”

GIORDAN (1999) menciona que:

“É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta.”

Cabe aqui também lembrar colocações bastante pertinente feitas por PAULO FREIRE (1998, p. 32):

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino, continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade. Pensar certo, em termos críticos, é uma exigência que os momentos do ciclo gnosiológico vão pondo à curiosidade que, tornando-se mais e mais metodicamente rigorosa, transita da ingenuidade para o que venho chamando “curiosidade epistemológica”. A curiosidade ingênua, do que resulta indiscutivelmente um certo saber, não importa que metodicamente desrigoroso, é a que caracteriza o senso comum. O saber de pura experiência feito. Pensar certo, do ponto de vista do professor, tanto implica o respeito ao senso comum no processo de sua necessária superação quanto o respeito e o estímulo à capacidade criadora do educando. Implica o compromisso da educadora com a consciência crítica do educando cuja “promoção” da ingenuidade não se faz automaticamente.”

Adicionalmente, AUSUBEL, novamente citado por MASINI e MOREIRA (2008, p. 21) menciona que:

“O conhecimento prévio normalmente é facilitador (indispensável) da aprendizagem significativa, mas também pode, em certos casos, funcionar como impedidor, bloqueador dessa aprendizagem. É nesse sentido que Ausubel afirmou que se fosse possível isolar um único fator como o que mais influencia a aprendizagem, este seria o conhecimento prévio. O conhecimento prévio é o fator que mais influencia a aprendizagem de novos conhecimentos, assim como a percepção prévia é o fator que mais influencia novas percepções. Não há hoje teoria de aprendizagem ou de ensino que possa prescindir desse princípio.

Reiterando, então as condições para a aprendizagem significativa são: 1) que o material de aprendizagem seja *potencialmente significativo*, ou seja, relacionável à estrutura cognitiva (na qual deve haver disponibilidade de subsunçores) e 2) que o sujeito faça um *esforço deliberado para relacionar* de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária o novo conhecimento (potencialmente significativo) a sua estrutura cognitiva.”

Por outro lado, segundo ROCHA e CAVICCHIOLI (2005):

“Existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos que iniciam o estudo de química nos ensinos Fundamental e Médio em reconhecer, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria e de suas entidades constituintes. [...] Por essa razão, a pretensão de aproximar os alunos dos conceitos relacionados às entidades constituintes da matéria, através das definições encontradas nos livros didáticos do Ensino Médio, esbarra com a dificuldade de realizar a transição entre os níveis macro e microscópicos no primeiro contato com a disciplina.”

Segundo MACHADO (2004, p. 181):

“Concordando com Eduardo Mortimer, mas ampliando um pouco mais o espectro do olhar para as implicações das ideias de Vygotsky e Bakhtin para a nossa compreensão sobre a aula de Química, e entrelaçando minha voz na voz de Bakhtin, poderia dizer que aula de Química é muito mais do que um tempo durante o qual o professor vai dedicar-se a ensinar Química e os alunos aprenderem alguns conceitos e desenvolverem algumas habilidades. Com os olhos na perspectiva histórico-cultural, aula de Química é espaço de construção do pensamento químico e de (re)elaborações de visões do mundo e, nesse sentido é espaço de constituição de sujeitos que assumem vozes, perspectivas, posições nesse mundo. Sujeitos que aprendem várias formas de ver, de conceber e de falar do mundo. Desse ponto de vista, aula de Química é espaço de participação em um diálogo: interrogar, escutar, responder, concordar, etc. É participar todo e com toda a sua vida: com os olhos, com os lábios, as mãos, a alma, o espírito, com o corpo todo, com todas as suas ações. É participar deste diálogo, podendo conhecer um certo modo de pensar e de falar do mundo, compreendendo que existem muitos modos de conhecer e de dizer. É se por todo na palavra e com essa palavra, entrar no tecido dialógico da existência humana, no simpósio universal”.

Por outro lado, segundo MOREIRA (1999):

“Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.”

Cabe aqui ainda destacar outras colocações feitas por GUIMARÃES (2009) sobre a questão da experimentação:

“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. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera tampouco apetecer que o conhecimento seja construído pela mera observação. Fazer ciência, no campo científico, não é atóxico. Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação. Logo, é necessário nortear o que os estudantes observarão. Expressões como “observe a reação entre o ácido sulfúrico e o ferro” exige questionamentos: Observar o quê? A produção de gases ou a liberação de energia? Além disso, quando o experimento é realizado com a intenção de que os alunos obtenham os resultados esperados pelo professor, não há problema algum a ser resolvido, e o aprendiz não é desafiado a testar suas próprias hipóteses ou encontrar inconsistência entre sua forma de explicar e a aceita cientificamente. Terá apenas que constatar a teoria e desprezar as divergências entre o que ele percebeu e o que acha que o professor espera que ele obtenha. [...] Ensinar ciência na escola é completamente diferente de fazer ciência no campo científico. O que é ensinado na escola são conceitos construídos em outro ambiente: o da ciência. Entretanto, não

podemos dizer que aquilo que é ensinado na escola é mera cópia da ciência. O conhecimento escolar tem uma epistemologia própria.”

Segundo BORGES (2002), as experimentações investigativas iniciais devem ser simples e preferencialmente realizadas com pequeno grupo de alunos, e ao longo do tempo aumentar de forma gradativa o nível das investigações. De forma compatível, o planejamento das atividades experimentais deve levar em conta o conhecimento prévio dos alunos relativo ao tópico a ser investigado, e o professor desempenha o papel de mediador entre os alunos e a tarefa a ser realizada.

Segundo MAAR (2008, p.800):

“Num relato “autobiográfico” de Lavoisier, recentemente descoberto, analisado e divulgado por Attico I. Chassot, “Lavoisier, o pedagogo” expõe ideias bastante próximas das nossas sobre o ensino de Química, tomando como base sua própria experiência de aprendizagem. Chassot vê ideias construtivistas *avant la lettre* (“Assim, ao começar a ensinar, duas perguntas devem ser feitas aos alunos: O que vocês sabem? E o que vocês querem saber?”) e de interdisciplinariedade (“[A tarefa] desta ciência supõe conhecimentos elementares de todas as demais...”).

Segundo COLL et. al. (1999, p. 88):

“A aprendizagem, entendida como *construção* de conhecimento, pressupõe entender tanto na sua dimensão como produto quanto sua dimensão como processo, isto é, o caminho pelo qual os alunos elaboram pessoalmente os conhecimentos. Ao aprender, o que muda não é apenas a quantidade de informação que o aluno possui sobre um determinado tema, mas também a sua competência (aquilo que é capaz de fazer, de pensar, compreender), a qualidade do conhecimento que possui e as possibilidades pessoais de continuar aprendendo”.

Segundo DRIVER et al. (1999):

“A aprendizagem é vista, portanto, como algo que envolve um processo de mudança conceitual. As abordagens do ensino de ciências baseadas nessa perspectiva concentram-se em fornecer às crianças experiências físicas que induzam ao conflito cognitivo e, assim, encorajam os aprendizes a desenvolver novos esquemas de conhecimento que são mais bem adaptados à experiência”.

O docente tem o papel mais importante neste preparo de caminhos rumo à aprendizagem, pois compete a ele o trabalho mediador e facilitador entre o conhecimento e os aprendizes.

Segundo MOREIRA e MASINI (2006, p. 40):

“A utilização *cognitiva* de conceitos existentes é exemplificada pelo tipo de *aprendizagem receptiva*, na qual exemplos menos evidentes de uma classe genérica conhecida devem ser identificados como tal (categorização cognitiva), na qual novos conceitos relacionados, subconceitos ou preposições são adquiridos por assimilação sob entidades conceituais ou proposicionais mais inclusivas”.

Segundo FRANÇA et al. (2009):

“Um grande número de fenômenos biológicos, físicos e químicos só podem ser explicados pelo entendimento das mudanças no rearranjo e movimento de átomos e moléculas. Assim, o entendimento do conceito de íon pode levar os alunos a compreender melhor vários fenômenos que estão presentes no seu cotidiano, como por exemplo, os sais solúveis em água se dissociam e tornam o meio condutor de eletricidade; o mar, importante fonte de materiais, é constituído por íons; soluções aquosas de certos íons têm grande importância no crescimento de vegetais.”

Diversos conceitos em Química puderam ser desenvolvidos a partir dos mecanismos envolvendo os íons. Muitas reações hoje conhecidas, ocorrem em ambiente rico em íons, o entendimento de ligações químicas, os processos como eletrodeposição, os estudos de pH e pOH (acidez e alcalinidade), os deslocamentos de equilíbrio químico, na química do corpo humano onde fenômenos biológicos se devem à atuação iônica em órgãos do nosso corpo, nos diversos processos industriais que ocorrem mediante a aplicação de íons, nos alimentos, nos medicamentos, etc.

Mas as ações do cotidiano nos ensinam que alguns compostos quando dissolvidos em água tornam a solução condutora de corrente elétrica, assim como algumas substâncias quando derretidas tem esta mesma capacidade. A explicação está no fato de que os íons estando livres podem se movimentar.

Quando uma substância é colocada em contato com a água, e são liberados íons à partir desta substância, estes íons (cátions e ânions) são envolvidos por moléculas de água num processo chamado solvatação, que resulta em diminuir as forças de atração que antes existiam entre estas partículas, diminuindo, portanto a atração entre os íons. Assim, eles ficam livres para se movimentarem. Quando na solução estiverem mergulhados os terminais de uma fonte de energia (pilha ou bateria), os íons ficarão sob o efeito de um campo elétrico pois cargas de sinais opostos sofrem atração. Surge assim, uma corrente elétrica em meio à solução, pois os ânions sendo atraídos para o polo positivo, lá deixaram a carga de elétrons excedente à sua estrutura quando na forma atômica ou sofrem combinações formando substâncias simples, enquanto que os cátions serão atraídos ao polo negativo e lá receberam elétrons de modo a estabilizarem quando à carga elétrica voltando à condição atômica.

Todos os anos percebemos nos alunos ingressantes no Ensino Médio a natural dificuldade no entendimento dos modelos atômicos, átomos e íons. É muito

abstrato para eles pensarem que em algo tão pequeno, como o modelo atômico segundo Ernest Rutherford, existam em seu interior grandes espaços vazios.

JULIÁN et al. (2002), fazem uma abordagem relacionando o olhar dos alunos quanto ao macroscópico e suas relações e como os alunos entendem o mundo microscópico. Há muita dificuldade no pensar em como seria o mundo microscópico. Como colocado por estes autores, os alunos têm a tendência em atribuir às partículas microscópicas as mesmas propriedades observadas ao nível do macroscópico. Por exemplo, para eles, átomos de cobre deveriam ter aparência avermelhada e moléculas de água seriam como pequenas gotas de água. Por outro lado, ainda segundo esses autores, faz muito tempo que pesquisas sobre a aprendizagem da ciência vêm mostrando como o conhecimento cotidiano e concepções alternativas firmemente arraigadas concorrem, com vantagem, com o conhecimento científico que se tenta transmitir através da escola. Este conhecimento cotidiano seria estruturado em torno de alguns pressupostos ou princípios subjacentes diferentes daqueles que estruturam as teorias científicas. Consequentemente, essas diferenças estariam na base de grande parte das dificuldades de aprendizagem de ciências no contexto escolar.

Segundo CAAMAÑO e ESCRIVÀ (2004), para o aluno pensar microscopicamente não é uma tarefa tão simples e, portanto, extrapolar essa visão para explicar a formação do íon também se tem mostrado problemática.

Segundo FRANÇA et al. (2009), do ponto de vista didático:

“O ensino visando à construção do modelo atômico poderia auxiliar o aluno na elaboração do conceito de íon, uma vez que a introdução da estrutura atômica, a qual relaciona as interações eletrostáticas entre os prótons do núcleo e os diferentes níveis energéticos dos elétrons, possibilita desencadear ideias a respeito de as partículas estarem ‘mais ou menos atraídas entre si’, podendo ocorrer a saída ou a entrada de partículas (elétrons) nessa estrutura, gerando o íon”.

Analisar as propriedades e as mudanças de matéria envolve a passagem do ponto de vista macroscópico com que essas propriedades são expressas e da qual vemos o mundo através dos nossos sentidos para a perspectiva microscópica, além do observável, que apresenta a ciência. Um dos objetivos do ensino de Química no Ensino Médio é que os alunos aprendam a interpretar esses fenômenos macroscópicos em termos microscópicos, ou seja, aprender a usar o modelo corpuscular cinético da matéria como uma ferramenta interpretativa dos vários fenômenos que ocorrem na natureza. O modelo de partículas é essencial

para explicar, por exemplo, as diferenças entre os diferentes estados de matéria, as suas propriedades e alterações, físico ou químico, que experimentam. No entanto, descer ao terreno microscópico envolve assumir que, para explicar a realidade macroscópica da matéria, que em muitos casos, é apresentado como um processo contínuo, ciência estática que nos oferece um modelo interpretativo que tem uma natureza descontínua e consiste de pequenas partículas que não se pode ver, e que estão em movimento, e podem ser combinadas para originar estruturas mais complexas e, entre os quais não há absolutamente nada, o que leva a algo tão absurdo como a noção de vazio.

### 1.3 – Eletrólitos e sua condutividade: sugestões de experimentos de ensino

Nesta seção apresentaremos uma visão rápida, sem qualquer pretensão de ser exaustiva, de como demonstrações ou investigações sobre a questão da condutividade de soluções eletrolíticas têm sido objeto de preocupações dos educadores desde há muito tempo. Inicialmente será apresentada uma breve revisão da literatura (periódicos) e, em seguida, de alguns livros-textos nacionais.

#### 1.3.1 – Artigos em periódicos

Já no primeiro volume da hoje conceituada revista *Journal of Chemical Education*, DAVISON (1924) relatou um novo aparato de mesa, com terminais de platina, para demonstrar condutividade em classe. Este aparato envolvia uma lâmpada incandescente de 10 watts ligada diretamente à rede elétrica. O autor sugeria o uso dos seguintes materiais para teste, com resultado previsto para o brilho da lâmpada: sal de cozinha seco (sem brilho), água destilada (sem brilho), água de torneira (brilho fraco, às vezes), solução de sal de cozinha (brilhante), hidróxido de amônio diluído (brilho fraco), hidróxido de amônio concentrado (*sic*) (sem brilho), hidróxido de sódio (brilhante), ácido acético glacial (sem brilho), ácido acético glacial diluído (brilho fraco), ácido clorídrico (brilhante), ácido sulfúrico diluído (brilhante), ácido sulfúrico concentrado (brilhante), ácido nítrico diluído (brilhante), glicerina (sem brilho), álcool (sem brilho), açúcar seco (sem brilho), solução de açúcar (sem brilho) e suco de limão (brilhante). O autor termina seu artigo

comentando como os alunos ficavam admirados ao ver que a adição de somente 2 mL de ácido clorídrico concentrado tornava 3 L de água destilada um condutor. No mesmo ano, WATTS (1924) relatou, usando um aparato similar, uma demonstração de que a condutividade de uma solução se deve aos seus íons, descrita a seguir. Iniciando com uma solução de hidróxido de bário 5% (luz acesa brilhante, já que a substância é uma base moderadamente forte), ao mesmo tempo que se agita a solução, lentamente adiciona-se ácido sulfúrico de uma bureta. À medida que a base é neutralizada, a lâmpada passa a brilhar menos e menos, até que se apaga totalmente quando toda a base é neutralizada. A adição de excesso do ácido faz com que a lâmpada volte a brilhar. A demonstração fica mais chamativa ainda se fenolftaleína for inicialmente adicionada à solução de hidróxido de bário, pois sua coloração vai sumindo ao mesmo tempo que o brilho da lâmpada diminui.

Diversas variações desse tipo de aparato foram publicadas nos anos seguintes; veja-se, por exemplo, DOANE (1925), DAY e DAVIS (1928), CURRIER e BUSER (1934), MATTUCK (1944), SUTER e KAELBER (1955), EISEMAN JR. (1956), SCHMUCKLER e SCHENCK (1956). Aos poucos também surgiram aparatos que, em vez de uma lâmpada incandescente (que permite comparações qualitativas entre distintas soluções eletrolíticas), usavam diretamente uma bateria e um miliamperímetro (que permite comparações quantitativas) – veja-se, por exemplo, PETERSON (1932). THIESSEN (1946), por sua vez, considerando que amperímetros eram razoavelmente caros, sugere o uso alternativo de uma lâmpada incandescente de 10 watts e de uma lâmpada de neônio de 0,5 watt, pois, para uma voltagem de 100 volts, esta é capaz de se mostrar brilhante com a passagem de uma corrente de somente 0,005 ampères, enquanto aquela necessita de 0,1 ampère; portanto, a lâmpada de neônio conseguia indicar condutividade em casos em que a lâmpada incandescente comum não conseguia. Posteriormente, BOURN (1950), tendo em mente que amperímetros de corrente alternada eram pouco disponíveis e que o uso de corrente contínua levava a erros devido a efeitos de polarização dos eletrodos, sugeriu o uso de um diodo de germânio como um retificador, de modo que se conseguia ter corrente alternada circulando na célula de teste de condutividade e corrente contínua em um circuito de medida em paralelo.

A partir dos últimos anos da década de 1960, diodos emissores de luz, conhecidos pela sigla inglesa LED (*light-emitting diode*), passaram a se tornar disponíveis comercialmente e a preços cada vez mais acessíveis. Assim, RUSSO

(1986), considerando que naquela época demonstrações de condutividade eram feitas com multímetros ou condutímetro relativamente caros (entre 50 e 100 dólares), propôs um aparato barato, usando um LED piscante vermelho e uma bateria de 9 volts, com um custo de menos de 3 dólares para os componentes (assim, dez conjuntos podiam ser construídos para uso em classe, gastando-se menos de 30 dólares). Interessante, neste caso, é que dependendo da condutividade (maior ou menor corrente circulando, o LED piscaria (HCl ou NaOH 2 mol L<sup>-1</sup>, por exemplo), brilharia normalmente (ácido acético 1 mol L<sup>-1</sup>, por exemplo), brilharia fracamente (água destilada, por exemplo) ou não brilharia (tolueno, por exemplo).

Logo após, VITZ (1987), preocupado com a falta de segurança associada ao uso ainda recorrente de lâmpadas incandescentes de 120 V para indicar a condutividade de soluções, relatou um aparato com LEDs, mais sofisticado que o proposto por RUSSO (1986), mas também usando um amperímetro em série, para quantificações. No mesmo ano, GADEK (1987) relatou outro aparato para indicação de condutividade baseado em LED. Poucos anos depois, BATTINO (1991), também preocupado com a falta de segurança associada ao uso lâmpadas incandescentes de 110 V, propôs um demonstrador de condutividade baseado no uso de lâmpadas de 12 volts e 15 watts juntamente com transformadores de baixa voltagem.

Curiosamente, como alternativa a lâmpadas, campainhas ou indicadores de corrente, SOLOMON e FÜLEP-POSZMIK (1991) propuseram o uso de um rotor com pás (com motor acionado por uma bateria de 9 volts) para identificar soluções de eletrólitos fortes. Já MERCER (1991) relatou um aparelho portátil, seguro e de baixo custo, operado a bateria, mas com aplicação de corrente alternada na célula de condutividade (para evitar polarização), para demonstrações de condutividade em anfiteatros grandes. O aparelho, baseado em amplificadores operacionais de baixa potência e resistores apropriados, tem três lâmpadas, de modo que o número de lâmpadas acessas indica a força do eletrólito: nenhuma lâmpada acessa (não eletrólito; água desionizada ou solução de açúcar 1 mol L<sup>-1</sup>, por exemplo), uma lâmpada acessa (eletrólito muito fraco; água de torneira, por exemplo), duas lâmpadas acesas (eletrólito moderadamente fraco; cloreto de sódio 0,002–0,05 mol L<sup>-1</sup>, por exemplo), três lâmpadas acesas (eletrólito forte; cloreto de sódio >0,05 mol L<sup>-1</sup>, por exemplo).

Posteriormente, KATZ e WILLIS (1994) relataram duas versões de aparatos para indicação de condutividade, baseados em LEDs, que são versões mais sofisticadas e mais quantitativas do aparato proposto por RUSSO (1986). Eles, além de indicar como construir os aparatos, propuseram um experimento de condutividade em microescala. Uma versão barata, semi-quantitativa e portátil de um testador de condutividade, baseado em uma barra gráfica de LED de 10 segmentos e uma bateria de 9 volts, foi proposto por ZAWACKY (1995) para testes de soluções de eletrólitos na faixa concentração de 1 a 100 mmol L<sup>-1</sup>. O número de segmentos aceso do LED indicaria a condutividade (um segmento, para NaCl 1 mmol L<sup>-1</sup>, e 10 segmentos, para NaCl 100 mmol L<sup>-1</sup>).

### 1.3.2 – Alguns livros-textos nacionais

Nos livros-textos disponíveis no mercado nacional não é incomum que a condutividade elétrica seja indicada por meio de lâmpadas incandescentes alimentadas por corrente alternada, mesmo em livros para o Ensino Superior. O livro de ATKINS e JONES (2012, p. F67), por exemplo, contém fotos de tal montagem (com um interruptor) para indicação da condutividade da água, de um eletrólito fraco e de um eletrólito forte.

Em diversos livros-textos para o Ensino Médio da década de 1990 aparecem ilustrações de montagens (aparatos) para a verificação se uma solução é eletrolítica ou não. NEHMI (1994), após definir eletrólito, apresenta uma ilustração, com montagem análoga à de ATKINS e JONES (2012), para distinguir entre água e uma solução eletrolítica – vide Figura 1.1.



FIGURA 1.1 – Reprodução de montagem para verificação de condutividade apresentada no livro-texto de NEHMI (1994, p. 161).

Outros autores apresentam ilustrações similares, mas com o uso de corrente contínua de baixa voltagem, fornecida por pilhas ou baterias. Neste sentido, SARDELLA e MATEUS (1992, p. 221-222), ao apresentarem a “teoria da dissociação eletrolítica de Arrhenius”, sugerem a montagem de uma aparelhagem com lâmpada incandescente e alimentação por seis pilhas em série (9,0 V) para testar a condutividade de uma solução de vinagre e de uma de açúcar. FELTRE (1994), também ao comentar a “teoria da dissociação iônica de Arrhenius”, apresenta montagem similar, mas com alimentação de uma bateria chumbo-ácido de 12 V, referida como “gerador” – vide Figura 1.2. HARTWIG et al. (1999) apresentam ilustração similar.



FIGURA 1.2 – Reprodução de montagem para verificação de condutividade apresentada no livro-texto de FELTRE (1994, p. 192).

Em alguns livros-textos do Ensino Fundamental, também são apresentadas montagens com lâmpadas incandescentes e pilhas. É o caso, por exemplo, dos livros de GOWDAK e MARTINS (2003) e de GEWANDSZNAJDER (2006), ao apresentarem as funções químicas.

A seguir apresentaremos alguns exemplos de montagens presentes em livros-textos de Química pertencentes ao PNLEM e PNLD. BIANCHI et al. (2005, p. 222-224), cuja obra fez parte do PNLEM 2007, ao apresentarem soluções eletrolíticas, mostram um circuito com uma lâmpada de lanterna (incandescente) alimentado por uma pilha de 1,5 V – vide Figura 1.3.

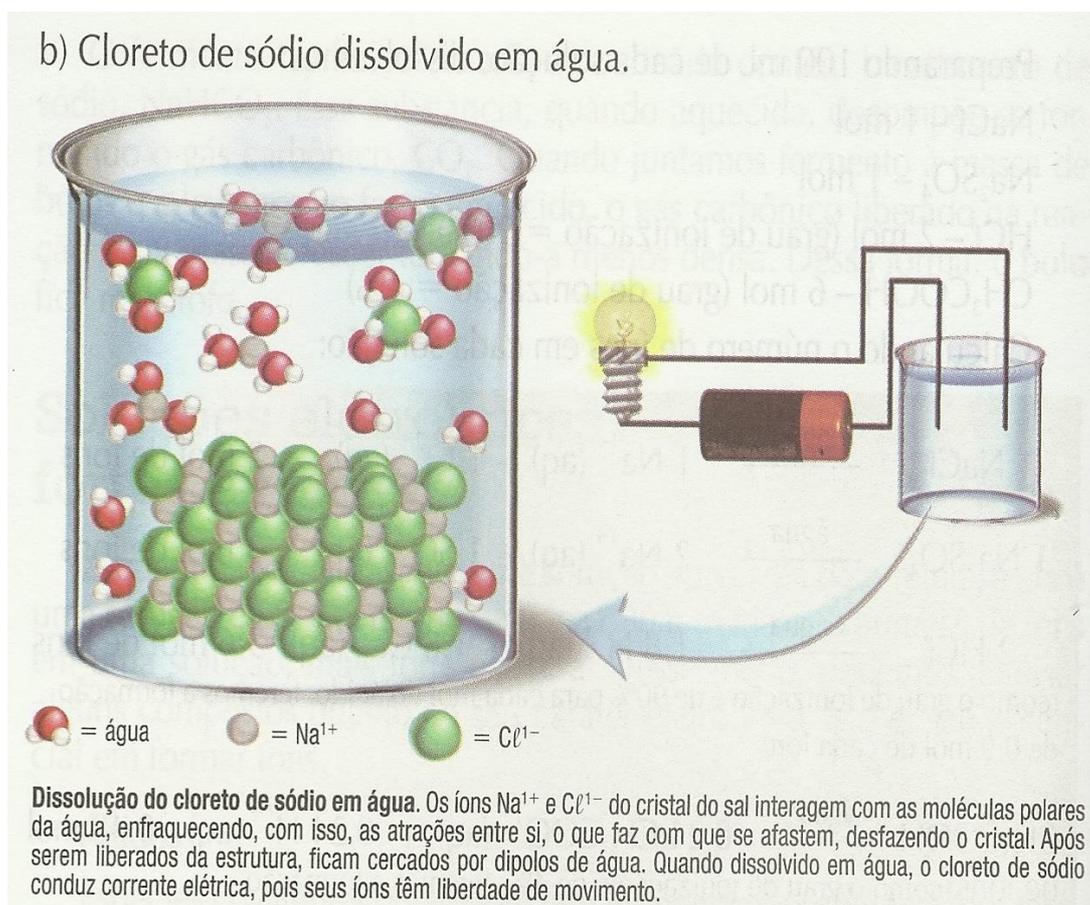
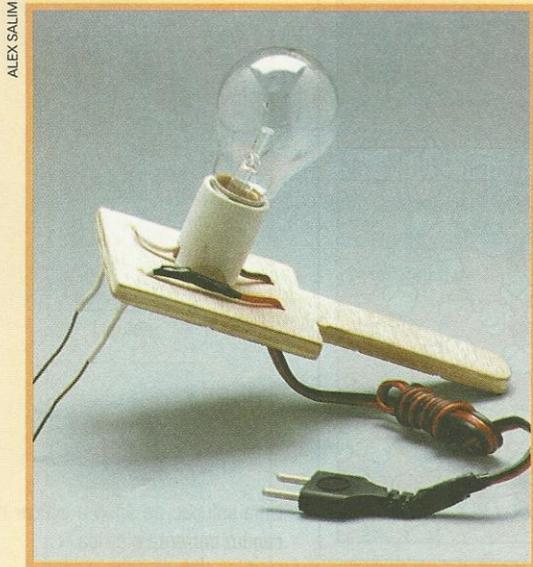


FIGURA 1.3 – Reprodução de circuito para verificação de condutividade apresentado no livro-texto de BIANCHI et al. (2005, p. 224).

Pertencentes ao PNLEM 2009-2011, tem-se FELTRE (2004, p. 188), que apresenta circuito similar, só que alimentado por duas pilhas de 1,5 V em série, MORTIMER e MACHADO (2005, p. 182), que mostram foto de circuito similar, só que alimentado por uma bateria de 9,0 V, e NÓBREGA et al. (2005, p. 190), que apresentam um circuito com uma lâmpada incandescente de prova alimentado por energia elétrica da rede – vide Figura 1.4. Este dispositivo apresenta sérios riscos de choque elétrico, se inadequadamente manuseado, dado ser alimentado por energia elétrica da rede. Mesmo assim, no texto do livro, nenhuma advertência é feita neste sentido.

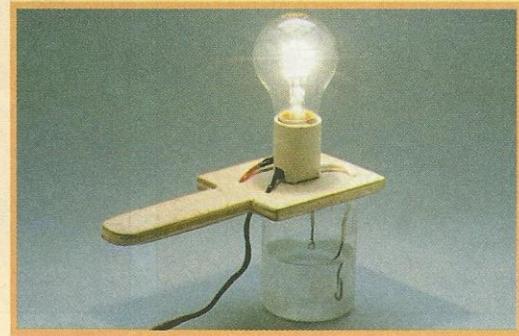
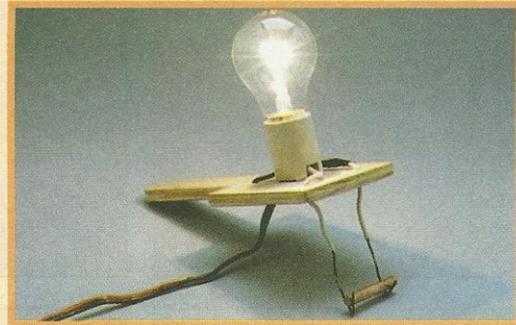
### Medida da condutibilidade elétrica

A foto a seguir mostra um dispositivo com o qual podemos verificar a condutibilidade elétrica de um sistema.



O dispositivo apresenta o circuito aberto (fios separados), não permitindo a passagem de corrente elétrica.

A condutibilidade elétrica de um sistema pode ser determinada utilizando o sistema para unir os fios do dispositivo, conforme mostram as fotos.



Se a lâmpada acender, houve passagem de corrente elétrica pelo circuito; portanto, podemos concluir que no sistema testado existem cargas elétricas livres. Se a lâmpada permanecer apagada, não há passagem de corrente elétrica pelo circuito; logo, o sistema não apresenta cargas elétricas livres.

FIGURA 1.4 – Reprodução de circuito para verificação de condutividade apresentado no livro-texto de NÓBREGA et al. (2005, p. 224).

Do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2012-2014, do livro-texto de PERUZZO e CANTO (2006, p. 192), apresentamos a montagem através de figuras ilustrando a condução (ou não) de corrente elétrica em três situações – vide Figura 1.5, sendo que no circuito elétrico também se utiliza lâmpada incandescente conectada à rede domiciliar, normalmente em 127 ou 220 V, mas, neste caso, os autores fazem um alerta sobre os cuidados a serem tomados.

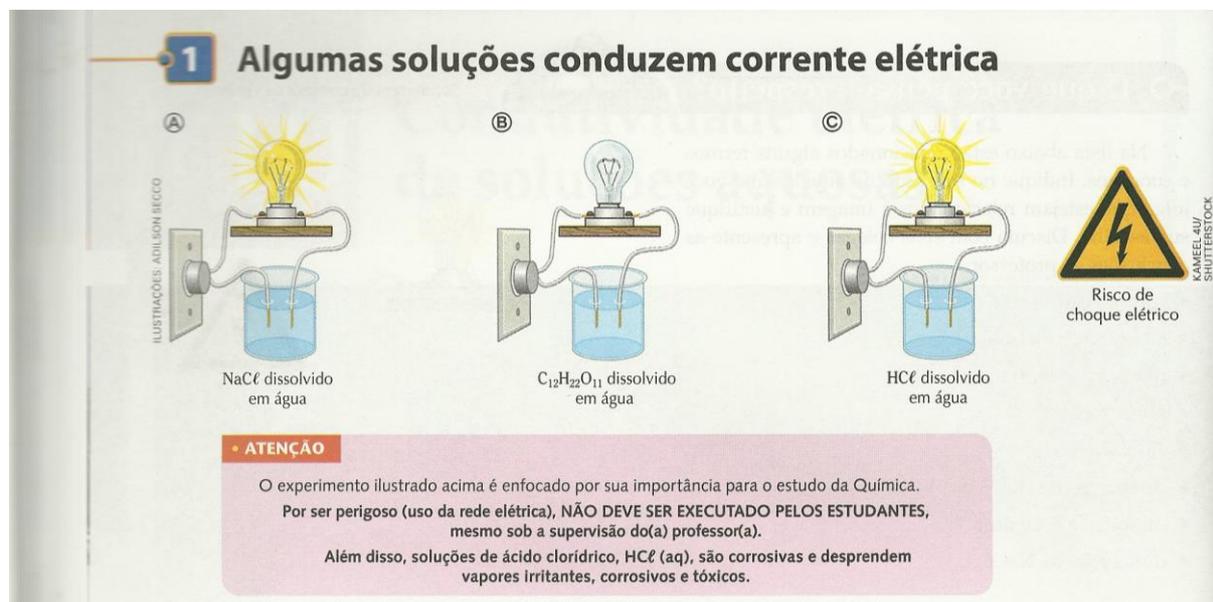


FIGURA 1.5 – Reprodução de circuito para verificação de condutividade apresentado no livro-texto de PERUZZO e CANTO (2006, p. 192).

## 1.4 – Objetivos e metas

O objetivo principal deste trabalho é a elaboração e aplicação de um kit de experimentos voltado ao ensino de eletrólitos, com um indicador de condutividade elétrica simples, de fácil construção e seguro para manuseio por alunos do Ensino Básico, em especial os do Ensino Médio.

Portanto, têm-se as seguintes metas específicas:

- a. Engendrar e construir um indicador de condutividade elétrica simples, barato, e de manuseio seguro, cuja construção possa ser facilmente replicada por outros docentes/pessoas interessados/as;
- b. Montar uma série de experimentos que, ao serem usados pelos alunos, lhes permitam uma aprendizagem significativa do conceito de eletrólitos (os experimentos deverão envolver materiais de fácil acesso, que não ofereçam riscos à saúde e, preferencialmente, pertençam ao grupo de funções químicas estudadas pelos alunos – ácidos, bases, sais e óxidos);
- c. Testar o kit de experimentos em sala de aula e analisar os resultados obtidos.

## 2 – Metodologia

A metodologia empregada nesta pesquisa configura-se como uma abordagem qualitativa descritiva de estudo de caso.

Segundo SILVA (2006, p. 30-31), a investigação qualitativa se caracteriza por apresentar questões a investigar não estabelecidas mediante operacionalização de variáveis, e os fenômenos são abordados em toda a sua complexidade. Por outro lado, ela é descritiva porque tem como objetivo descrever as características do fenômeno, procurando estabelecer relações entre variáveis (SILVA, 2006 p. 59).

Já LUDKE e ANDRÉ (1986, p. 5), referindo-se à pesquisa qualitativa e ao papel do pesquisador, afirmam:

“O papel do pesquisador é justamente o de servir como veículo inteligente e ativo entre o conhecimento acumulado na área e as novas evidências que serão estabelecidas à partir da pesquisa.”

Portanto, de acordo com o exposto por LUDKE e ANDRÉ (1986, p18-19) e por SILVA (2006, p. 40), o trabalho apresenta a abordagem qualitativa de estudo de caso, que se caracteriza por estudar em profundidade um grupo ou caso isolado, entendendo que determinado caso que se estude em profundidade pode ser representativo de muitos outros.

### 2.1 – Autorização para aplicação do kit de experimentos

A pesquisa envolvida neste trabalho (aplicação do kit de experimentos com alunos do Ensino Básico) bem como a sua metodologia foram analisadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UFSCar: parecer 403.394, aprovado em 23/09/2013 com CAAE nº 19910913.4.0000.5504. Para poder participar desta pesquisa, todos os envolvidos (alunos e professores) assinaram termos de consentimento livre e esclarecido (esta documentação encontra-se arquivada, à disposição, se necessário).

Antes de iniciarmos este trabalho de pesquisa, foi efetuada uma amostragem intencional (ou por julgamento), que é definida como (POLIT, 1995; p.148):

*“Amostragem intencional ou seleção racional origina-se a partir da crença de que os conhecimentos de um pesquisador sobre a população e seus elementos podem ser utilizados para selecionar os casos que serão incluídos na amostra.”*

Como público-alvo, optamos por trabalhar com as turmas de uma escola pública da cidade de São João da Boa Vista – SP, com quatro turmas do 1º ano do curso técnico integrado ao Ensino Médio nas áreas de Eletrônica e Informática que totalizavam cerca de 90 alunos. A escolha das turmas de 1º ano do Ensino Médio (curso técnico integrado) para esta pesquisa foi devida ao fato do assunto “eletrólitos” ter sido apresentado em sala, no final do 1º semestre de 2013. Como nosso estudo só iniciar-se-ia no 2º semestre, julgamos que seria uma escolha adequada, pois, apesar das férias de julho, os assuntos foram estudados recentemente pelos alunos. Pelo próprio termo de consentimento livre e esclarecido, a pesquisa não era obrigatória e os alunos poderiam, a qualquer instante, optar por não mais participar dos trabalhos. Desta forma, 83 alunos com faixa de idade entre 14 e 17 anos participaram de todas as atividades.

No final do mês de setembro de 2013, após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UFSCar, foi realizada nas dependências da escola pública de Ensino Médio, uma reunião com os professores das quatro turmas de 1º ano, quando foi solicitado o apoio dos professores a esta pesquisa, foram apresentados a eles os documentos de autorização de pesquisa por parte do CEP/UFSCar e também a autorização por parte da diretoria do campus que permitia desenvolver com os alunos esta pesquisa e também permitia o uso das dependências (salas e laboratórios). Nesta mesma reunião, foram colhidas as assinaturas dos professores nos respectivos termos de consentimento de cada professor, para que fosse dado início aos trabalhos de pesquisa de forma oficial.

Assim, foram disponibilizadas salas de aula comuns e o laboratório de Química para as atividades de pesquisa, sendo que, em conformidade com os

termos aprovados pelo CEP/UFSCar, estas foram desenvolvidas no horário regular das aulas.

### 2.2 – Formatação do projeto

Neste trabalho, está embutida a construção de um kit de experimentos com base nas abordagens educacionais anteriormente mencionadas. Em linhas gerais, a metodologia contempla a construção, aplicação e avaliação do kit de experimentos, buscando verificar se estes favorecem ou não um melhor entendimento dos alunos dos conteúdos referentes a eletrólitos, sendo que estas verificações serão medidas antes e após a experimentação.

Como a carga de aulas semanais de Química é de duas aulas por semana, entendemos que o número de experimentos planejado está adequado e não compromete o plano de aula/ensino de Química Geral dos alunos do 1º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio (Ensino Médio Profissionalizante) envolvidos na pesquisa. Cada aula tem a duração de 50 minutos e, em nosso planejamento, numa mesma aula poderíamos ter mais de uma atividade, como será apresentado a seguir.

Como já mencionado, o objetivo central deste trabalho visa auxiliar o ensino do tópico eletrólitos através de um kit de experimentos. O tema eletrólitos bem como suas aplicações está relacionado com as práticas do nosso cotidiano, pois os eletrólitos estão em toda parte (em bebidas, remédios, cremes, alimentos, produtos de limpeza, etc.), atuando como produtos ou subprodutos em diversos processos químicos.

Este trabalho foi dividido em quatro partes básicas: a) construção do indicador de condutividade elétrica; b) preparação de um conjunto de experimentos e elaboração de avaliações a serem aplicadas aos alunos; c) aplicação do conjunto de experimentos com os alunos, usando o indicador de condutividade; d) análise e discussão dos resultados obtidos. As metodologias associadas às três partes básicas iniciais são apresentadas neste capítulo.

O intuito deste trabalho é fornecer aos alunos e professores uma opção para facilitar o entendimento a respeito de eletrólitos através de procedimentos experimentais simples, com narrativa um pouco mais organizada e detalhada. Portanto, esperamos produzir momentos facilitadores e esclarecedores sobre os

eletrólitos, partindo sempre dos conhecimentos prévios dos alunos, de modo a familiarizá-los com o conceito de eletrólito. Assim, esperamos trabalhar e permitir o aprofundamento dos conceitos subjacentes, ou seja, o entendimento de que algumas substâncias são capazes de conduzir eletricidade quando em solução.

Cabe ressaltar que, por razões de segurança, evitando problemas decorrentes de manuseio inadequado, optamos por não fazer uso direto de alguns compostos, deixando-os como eventuais opções de apresentação em experimentos em sala de aula: água sanitária (solução de hipoclorito de sódio, NaClO), soda cáustica comercial (NaOH), ácido muriático (ácido clorídrico comercial, HCl), entre outros.

Ao longo do material impresso produzido, apresentamos sugestões para abordar temas que levam ao conceito de eletrólitos. Entretanto, também procuramos deixar o docente à vontade para usufruir no todo ou de forma parcial as sugestões apresentadas.

### 2.3 – Construção do indicador de condutividade elétrica

O indicador de condutividade elétrica é formado por: um circuito eletrônico simples, usando bateria de 9 volts conectada a um LED em série com um resistor limitador de corrente, todos ligados em série. O kit de experimentos é formado por este indicador de corrente, juntamente com os recipientes com tampa para guarnecer os compostos e soluções a serem utilizadas nos experimentos, um multímetro digital e uma maleta plástica para guardar este conjunto (kit). Mostraremos a seguir, passo a passo, a construção do circuito eletrônico com LED (indicador de condutividade) que consiste em duas etapas: o projeto e a montagem.

#### 2.3.1 – Projeto do indicador de condutividade elétrica

O circuito é bastante simples, de modo que pode ser reproduzido com muita facilidade. Por outro lado, a partir das fórmulas apresentadas neste projeto, o leitor poderá projetar outros circuitos com outros valores de tensão, escolhendo um LED diferente (numa outra cor) e também outro valor de resistor limitador de corrente. A ideia é permitir que o professor (leitor) possa projetar tendo como base um dispositivo que ficou prático e ofereceu aos alunos a observação desejada e de

forma segura, pois ele trabalha em baixa tensão (bateria de 9,0 volts) e com corrente elétrica extremamente pequena, não oferecendo quaisquer riscos aos usuários.

O circuito do indicador de condutividade elétrica é formado por três componentes básicos: uma fonte de alimentação (bateria), um LED e um resistor limitador de corrente, que tem a função de não deixar o LED queimar, limitando a corrente elétrica proveniente da bateria e que fluirá por ele. Resumindo, escolhidos os dois itens (tensão de alimentação e LED), determinaremos com as fórmulas a seguir o terceiro e último componente deste simples projeto.

Poderia ter sido escolhida uma fonte de tensão de valor menor. Entretanto, por questões práticas, optamos por uma bateria de 9,0 V, por sua durabilidade e por se tratar de item único, cuja troca (substituição) poderá ser feita facilmente.

Foram escolhidos os seguintes itens: a) alimentação por bateria de 9,0 V (DC); b) LED vermelho, de baixa corrente (diâmetro de 5 mm). Assim, a partir destes dois itens, passamos agora a calcular o resistor limitador para fechar o projeto do circuito eletrônico.

No Anexo está indicado como encontrar dados técnicos sobre a teoria e os princípios básicos de funcionamento dos LEDs, bem como uma listagem dos LEDs mais usados atualmente no mercado nacional e outros detalhes sobre LEDs, para futuros e simples projetos.

Neste circuito básico (vide Figura 2.1), como já citado, o resistor estará em série com o LED e a polarização do circuito deverá ser respeitada para o seu bom funcionamento.

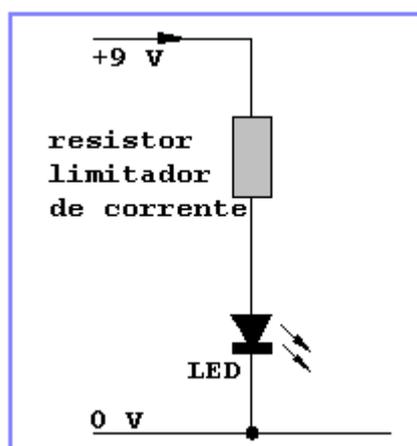


FIGURA 2.1 – Esquema do circuito eletrônico com LED.

Para projetarmos o circuito com LED, que através da emissão de luz será o indicador de condutividade das soluções, devemos considerar inicialmente o LED escolhido e, assim, saberemos qual a queda de tensão sobre ele e qual a corrente máxima que passa por ele. Para o LED escolhido (de baixa corrente – vermelho), os parâmetros são (vide sítios indicados no Anexo): a) corrente máxima (IF max.) = 30 mA; b) voltagem típica (VF typ.) = 1,7 V; c) tensão máxima (VF max.) = 2,0 V; d) tensão máxima inversa (VR max.) = 5,0 V; e) intensidade luminosa (brilho) = 5 mcd (para uma corrente de 2 mA); f) ângulo de projeção de luz = 60°; g) comprimento de onda (determina a cor da luz) = 625 nm.

Observe-se que a corrente máxima é de 30 mA. Assim, para garantir o bom funcionamento do LED, consideraremos que a corrente elétrica de trabalho será da ordem de 10 mA. Portanto, no circuito usaremos um resistor em série com o LED para limitar a corrente elétrica (evitando queimar o LED), pois apesar do LED apresentar queda de tensão, ele não oferece qualquer resistência à passagem de corrente elétrica. Conforme já citado, nossa fonte é uma bateria de 9,0 V.

Passemos então aos cálculos.

### 2.3.2 – Especificação do resistor limitador de corrente

Ao projetar um circuito eletrônico, devemos estar atentos aos valores de tensão já padronizados para os componentes comerciais a serem usados. Como, para funcionar, o LED escolhido solicita uma tensão de 1,7 V (vide sítios indicados no Anexo), fizemos a opção de usar uma bateria de 9,0 V, que atende perfeitamente e é facilmente encontrada no comércio e dispensa quaisquer montagens extras. Se tivéssemos optado por valores de tensão como 3,0 V, ou 4,5 V ou 6,0 V, teríamos que necessariamente usar uma caixinha-suporte para as pilhas ou fazer uma conexão para deixá-las conectadas, o que daria mais trabalho de montagem (lembramos que as pilhas comuns, alcalinas ou não, têm uma tensão de 1,5 V).

O LED vermelho escolhido pode suportar uma corrente máxima de cerca de 30 mA sem "queimar" e nele há uma queda de tensão de 1,7 V para um bom funcionamento. Para efeito de cálculo, como citado acima, estamos admitindo inicialmente (por segurança) que a corrente de trabalho será de no máximo 10 mA. Portanto, para garantir que a corrente elétrica através do LED fique nesse valor ou

próximo deste valor, devemos calcular o valor do resistor que limitará a corrente a esse valor.

Analisando o circuito elétrico (Figura 2.1), observamos que o resistor a ser determinado está em série com o LED e que a tensão de 9,0 V da bateria está aplicada aos dois componentes. Portanto, podemos dizer que a soma das tensões sobre os componentes é igual à tensão total aplicada. Assim, a tensão da bateria ( $V_{\text{BATERIA}} = 9,0 \text{ V}$ ) está aplicada aos dois componentes (resistor e LED) e, portanto, esta tensão estará distribuída sobre esses componentes. Consultando a Tabela A1.1, verificamos que a queda de tensão sobre o LED escolhido é de 1,7 V.

Então podemos escrever:

$$V_{\text{BATERIA}} = 9,0 \text{ V} = V_{\text{resistor}} + V_{\text{LED}}$$

Como  $V_{\text{LED}} = 1,7 \text{ V}$ , a queda de tensão sobre o resistor será:

$$V_{\text{resistor}} = V_{\text{BATERIA}} - V_{\text{LED}} = 9,0 \text{ V} - 1,7 \text{ V} = 7,3 \text{ V}$$

Sabemos agora que a queda de tensão sobre o resistor limitador de corrente ( $V_{\text{resistor}}$ ) é de 7,3 V e que a corrente de trabalho adotada deverá ser de 10 mA. Portanto, usando a 1ª lei de Ohm, podemos calcular o valor da resistência do resistor, simplesmente substituindo os parâmetros conhecidos, isto é:

$$V_{\text{resistor}} = R I_{\text{circuito}}$$

onde  $V_{\text{resistor}}$  é a tensão (7,3 V) sobre o resistor,  $I_{\text{circuito}}$  a corrente elétrica do circuito (10 mA =  $10 \times 10^{-3} \text{ A}$ ) e  $R$  o valor do resistor limitador de corrente que desejamos calcular (em  $\Omega$ , sendo que  $\Omega \times \text{A} = \text{V}$ ). Portanto:

$$R = \frac{V_{\text{resistor}}}{I} = \frac{7,3 \text{ V}}{10 \times 10^{-3} \text{ A}} = 0,73 \text{ kW}$$

Comercialmente não existe resistor de 0,73 k $\Omega$  (730  $\Omega$ ); o valor comercial mais próximo é de 680  $\Omega$ . Como em nossos cálculos, consideramos uma corrente de 10 mA, que é um terço da corrente máxima de 30 mA (vide sítio indicado no Anexo), então podemos usar um resistor de 680  $\Omega$ , o que não comprometerá o funcionamento do LED, como demonstrado a seguir. Usando-se novamente a 1ª Lei de Ohm, para um resistor de 680  $\Omega$  e mantendo o mesmo valor para a queda de

tensão sobre o resistor (7,3 V), encontramos uma nova corrente no valor de ~10,7 mA, ainda bem abaixo do valor máximo de 30 mA.

Para finalizar a especificação do resistor, é importante também calcular a potência ( $P$ ) nele dissipada, a qual nada mais é que o produto da queda de tensão pela corrente, ou seja:  $P = V \times I$  (lembramos que volt  $\times$  ampère = watt). Portanto:

$$P = V \times I = 7,3 \text{ V} \times 10,7 \text{ mA} = \sim 78 \text{ mW}$$

Portanto, a potência dissipada no resistor é de ~78 mW. Assim, usaremos um resistor (comercial) de 125 mW (1/8 de watt), (vide sítio indicado no Anexo).

Tendo em conta o acima colocado, podemos concluir com a especificação final do resistor a ser usado no circuito com o LED vermelho:  $R = 680 \Omega$  /  $P = 1/8 \text{ W}$ .

No tocante aos parâmetros elétricos, a Norma Regulamentadora NR-10 “Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade”, estabelecida pela Portaria do Ministério do Trabalho e Emprego nº 598, de 07/12/2004, publicada no Diário Oficial da União de 08/12/2004, exclui riscos para os valores elétricos apresentados neste projeto de pesquisa. Neste contexto, no que tange à segurança dos alunos e professores, o indicador de condutividade elétrica usado apresenta riscos mínimos aos seus usuários, pois trabalha com uma bateria de 9 V (DC) e corrente próxima de 10 mA.

### 2.3.3 – Montagem do indicador de condutividade

Nesta montagem, usamos cabos flexíveis de  $0,5 \text{ mm}^2$  e solda de estanho. Inicialmente, ao invés de resistor utilizamos um potenciômetro (resistor variável) de  $3,8 \text{ k}\Omega$ , sendo que com o auxílio de um multímetro ajustamos o valor de sua resistência para  $680 \Omega$  (vide Figura 2.2). O fato de usarmos um potenciômetro ao invés do resistor calculado é apenas uma prática para testes, não sendo necessariamente obrigatória, porém conveniente, conforme veremos adiante.



FIGURA 2.2 – Foto da montagem do indicador de condutividade.

Para efetuar as soldagens necessárias, devemos observar as polaridades do LED (vide informações sobre isto nos sítios indicados no Anexo) e procedemos assim:

1. Para a montagem ficar organizada, o potenciômetro foi colado no corpo da bateria com uma fita dupla-face, para fixá-lo provisoriamente e se poder ajustar o valor da sua resistência em  $680 \Omega$ .
2. Com o auxílio do multímetro (configurado como ohmímetro), ajustamos o valor da resistência do potenciômetro em  $680 \Omega$ , conectando o multímetro nos terminais extremidade e central.
3. Soldamos um pedaço pequeno de cabo flexível, ligando o polo positivo da bateria a uma das extremidades do potenciômetro.
4. Em seguida, fizemos duas soldagens: uma solda conectando o terminal central do potenciômetro ao ânodo (+) do LED e uma outra fixando um cabo flexível ao cátodo do LED.
5. Agora, com solda, fixamos garras jacaré nas extremidades dos cabos flexíveis (condutores), lembrando que o condutor preto com garra preta corresponde ao terminal negativo e o condutor vermelho com garra vermelha ao terminal positivo. Imediatamente após, fizemos testes com o LED (Figuras 2.3 (a) e 2.3 (b)).

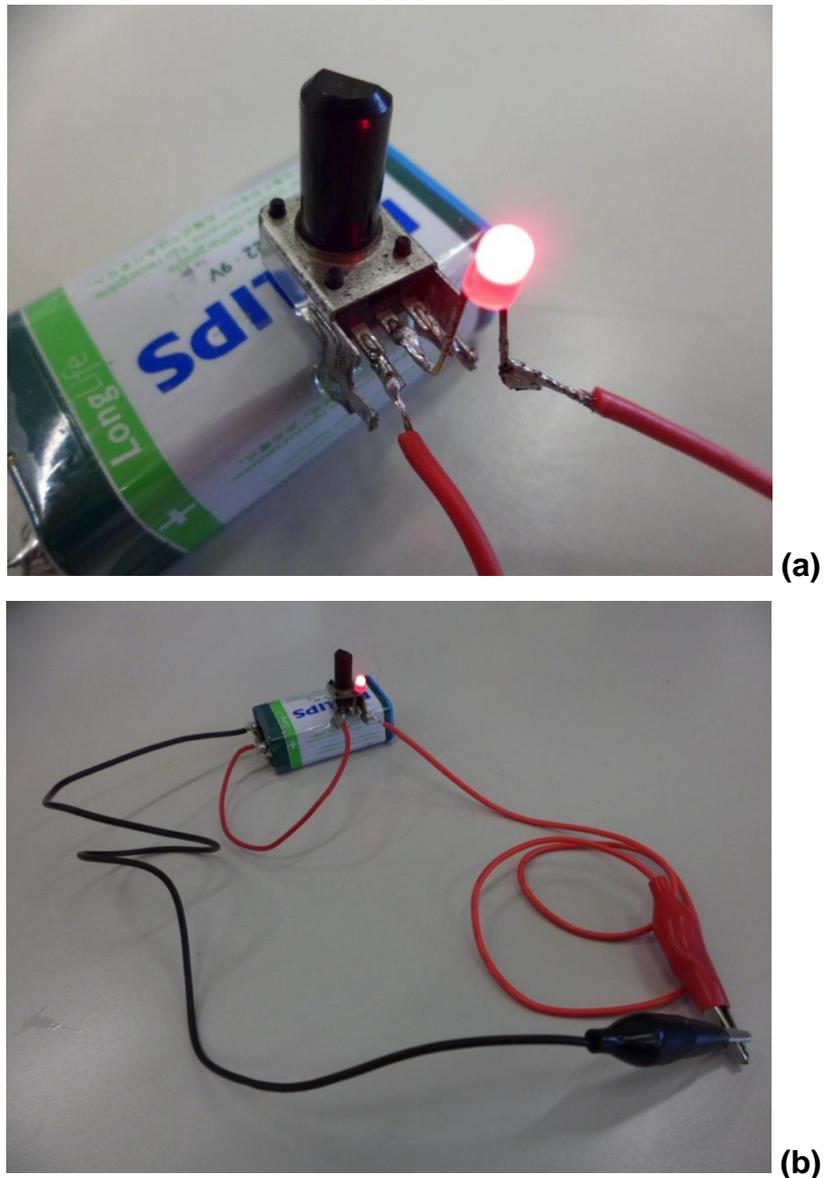


FIGURA 2.3 – Teste do indicador de condutividade. (a) Um detalhe do LED aceso, potenciômetro e bateria; (b) Visão completa do protótipo montado.

Lembremos que o potenciômetro utilizado no protótipo será posteriormente substituído por um resistor de  $680 \Omega$  com  $1/8 \text{ W}$ . Foi apenas uma montagem teste para verificar os resultados quanto ao brilho emitido, pois estamos trabalhando com uma corrente de  $\sim 10,7 \text{ mA}$ , que é um terço da corrente suportável pelo LED. Caso o brilho não fosse satisfatório, deveríamos recalcular o resistor para uma corrente de trabalho um pouco superior ( $15$  ou  $20 \text{ mA}$ ) e novamente verificar o brilho emitido. Mas com  $\sim 10,7 \text{ mA}$  o brilho foi bom, como fica claro nas fotos

mostradas na Figura 2.3. Assim, vamos adotar o valor de  $680 \Omega$  para o resistor limitador de corrente.

Cabe ressaltar que, para finalizar as conexões com solda, usamos cabos de multímetros e mini-garras do tipo jacaré (Figura 2.4), ambos em vermelho e preto, que são facilmente encontrados em casas de material eletrônico. A cor vermelha simboliza o polo positivo do circuito, enquanto que a cor preta simboliza o polo negativo do circuito, muito embora para verificar a condutividade de soluções a polaridade, ou seja a cor seja irrelevante.

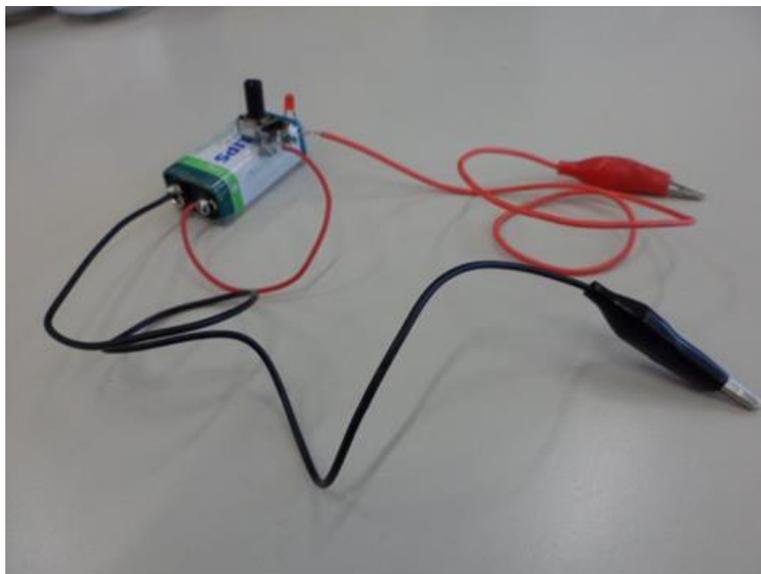


FIGURA 2.4 – Visão das conexões do indicador de condutividade.

Depois de diversos testes e situações de usos do protótipo de indicador de condutividade, foi efetuada uma outra montagem deste mesmo circuito do indicador de condutividade usando uma caixa plástica e, como opção, usamos uma caixa de fonte de alimentação. O material necessário neste caso é: LED vermelho de 5 mm, resistor de  $680 \Omega$ , bateria de 9 V, caixa de fonte de alimentação e conexões (cabos e garras tipo-jacaré) – vide Figura 2.5.



FIGURA 2.5 – Material para a montagem do indicador de condutividade.

Cabe ressaltar que, nas montagens que envolvem conexões elétricas, os pontos de contato sempre devem ser lixados e soldados para que não ocorram casos de mau-contato (solda fria), que podem comprometer todo o trabalho (vide figura 2.6(a)). Por outro lado, na tampa da caixa, foi feito um furo para instalação do LED vermelho de modo a permitir sua visualização. Finalmente, a bateria de 9 V, o resistor limitador de corrente e os cabos e garras jacaré foram acondicionados no interior da caixa da fonte (vide Figura 2.6(b)).

## 2.4 – Aplicações do kit de experimentos

A metodologia de execução dos experimentos desenvolvidos é bem simples e deve ser utilizada para todos eles.

O kit de experimentos tem como aplicação básica a ilustração de quando um meio é condutor ou não de corrente elétrica. Para isso é usado o indicador de condutividade elétrica cujo projeto e montagem foram descritos nas seções anteriores. Quando um meio for condutor, isso será indicado pelo fato do LED estar aceso, brilhando.

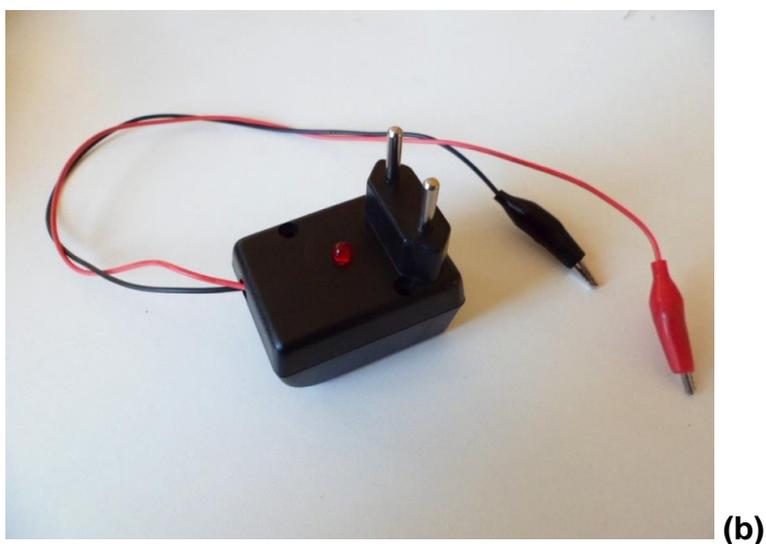
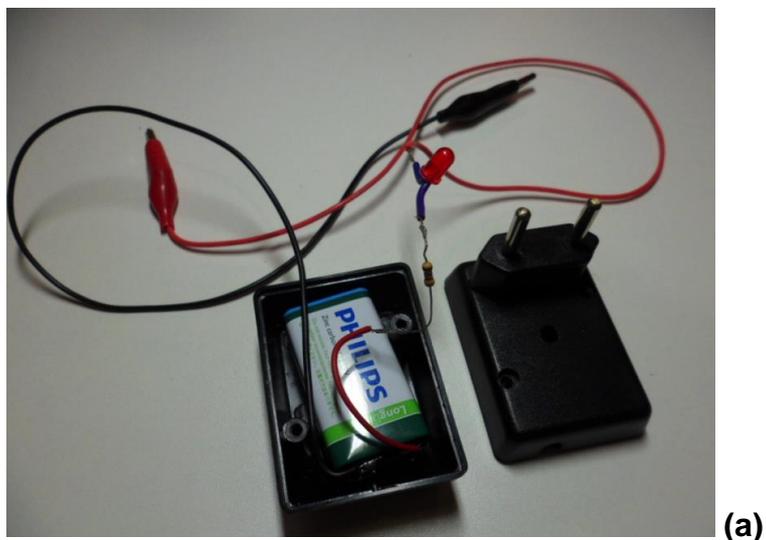


FIGURA 2.6 – Solda e acabamento: (a) soldagem efetuada entre LED, resistor e terminais da bateria; (b) indicador de condutividade (circuito pronto e acabado); (c) indicadores de condutividade usando a estrutura de mouses, para uso dos alunos.

A seguir, apresentaremos experimentos que julgamos importantes ao desenvolvimento de conceitos ligados à Química e à Eletricidade, fundamentais ao entendimento do conceito de eletrólitos. Como sugestão, os experimentos deverão preferencialmente ser realizados sequencialmente e durante o mesmo período de aulas.

#### 2.4.1 – Procedimentos experimentais gerais

Antes da realização dos experimentos, deve-se verificar a existência de carga na bateria do indicador de condutividade, através de um rápido contato entre os terminais, o que provocará um brilho no LED se houver carga. Feita a verificação que a bateria tem carga, para cada experimento, deve-se:

1. Remover cuidadosamente a tampa do frasco que contém o composto ou solução, pois todos os materiais a serem analisados encontram-se em recipientes fechados.
2. Colocar as pontas de prova (jacarés) do aparelho indicador de condutividade em contato com o material contido no interior do recipiente (substâncias e soluções) e observar se o LED acende ou não.
3. Fazer anotações das observações.

Portanto, para verificar a condutividade elétrica de uma solução, deve-se apenas colocar os terminais do indicador de condutividade em contato com a solução. Se o LED acender, a solução é condutora de corrente elétrica, isto é, existem íons presentes na solução, sendo que a solução é conhecida como iônica ou eletrolítica e o composto dissolvido é, portanto, um eletrólito. Se o LED não acender, a solução não é condutora de corrente elétrica, ou seja, não existem íons na solução (ou existem íons numa concentração baixíssima), sendo que a solução é conhecida como molecular ou não-eletrolítica e, portanto, o composto dissolvido não é um eletrólito.

Cabe ressaltar que o brilho emitido pelo LED é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica que o atravessa. Como um trecho do circuito a ser percorrido pela corrente elétrica é a solução, se a solução for rica em íons, o fluxo de corrente vai ocorrer sem problemas. Portanto, um fator limitante da intensidade deste fluxo de corrente é a concentração de íons na solução. Assim,

podem acontecer situações em que uma solução tem uma alta concentração de íons e outra apresenta uma baixa concentração de íons. Nestes casos, o brilho da luz emitida pelo LED será maior para a primeira solução e menor para a segunda solução.

Já no caso de medida de corrente elétrica usando diretamente um multímetro (configurado como amperímetro), deve-se colocar o aparelho em série com o indicador de condutividade de modo a se quer medir a corrente elétrica que passa.

Com relação às quantidades de material usadas nos experimentos, como sugestão, para os líquidos utilizamos volumes entre 80 e 100 mL, e para os sólidos, massas entre 100 e 150 g, aproximadamente.

O kit de experimentos completo é formado por:

- Indicador de condutividade
- Multímetro de 3½ dígitos
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) sulfato de magnésio
  - 2) solução aquosa de sulfato de magnésio
  - 3) ácido acético
  - 4) vinagre
  - 5) etanol
  - 6) solução aquosa de etanol
  - 7) cloreto de sódio
  - 8) soro fisiológico (solução aquosa de cloreto de sódio 9 g/L)
  - 9) bicarbonato de sódio
  - 10) solução aquosa de bicarbonato de sódio
  - 11) sacarose
  - 12) solução aquosa de sacarose
  - 13) hidróxido de magnésio
  - 14) suspensão aquosa de hidróxido de magnésio
  - 15) óxido de cálcio
  - 16) solução aquosa de hidróxido de cálcio
  - 17) sabão
  - 18) solução aquosa de sabão (sabão líquido)
  - 19) suco de limão

- 20) ácido cítrico
- 21) água potável (água de torneira)
- 22) água desmineralizada

A seguir, alguns dos experimentos serão descritos, incluindo seu objetivo, comentários relacionados ao experimento, material necessário, tempo estimado, ilustrações (se for o caso) e procedimentos.

## 2.4.2 – Experimentos com água potável e água desmineralizada

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a respeito da condutividade elétrica da água potável e da água desmineralizada, utilizando um indicador de condutividade e um multímetro (configurado como amperímetro).

**Comentários:** As águas aqui estudadas são água de abastecimento (água potável) e água desmineralizada, sendo que a água potável apresenta uma concentração de íons em solução bem superior à na água desmineralizada.

Destacamos que, no experimento com água potável, o LED apresenta brilho fraco, indicando a passagem de corrente elétrica pela água, enquanto que, na água desmineralizada, o LED apresenta um brilho de baixíssima intensidade ou até imperceptível – vide Figura 2.7. Em função destes brilhos de baixa e baixíssima intensidades, foi efetuada a medição da corrente elétrica que atravessa cada uma dessas águas. Desta forma, sobre a condução de corrente elétrica na água, deve ficar claro aos alunos que a água não é um isolante elétrico, mas sim um péssimo condutor de corrente elétrica e o acendimento do LED deve-se a uma pequena corrente elétrica decorrente da baixa concentração de íons ali presentes em virtude das substâncias adicionadas na Estação de Tratamento de Águas do município.

A água desmineralizada e a água destilada apresentam características semelhantes, pois elas diferem nos seus métodos de obtenção.

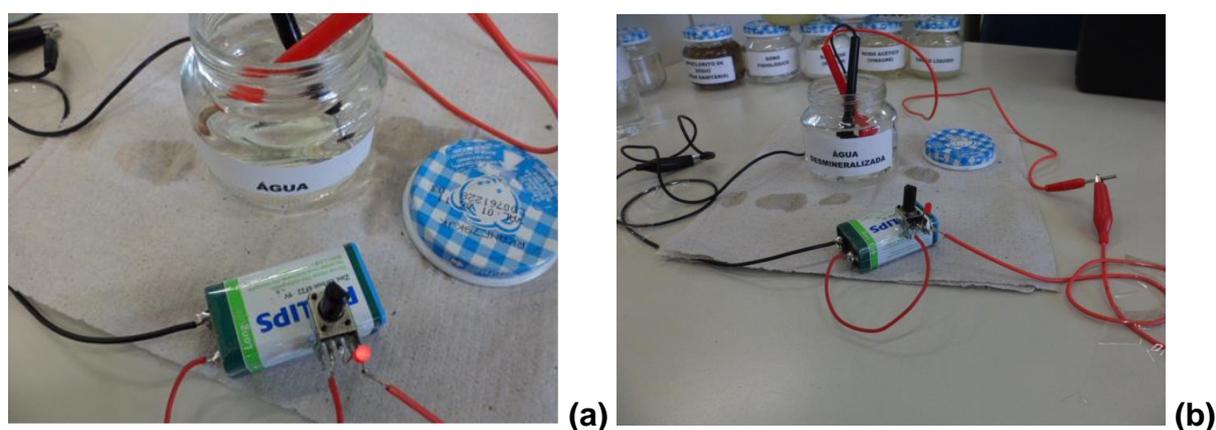
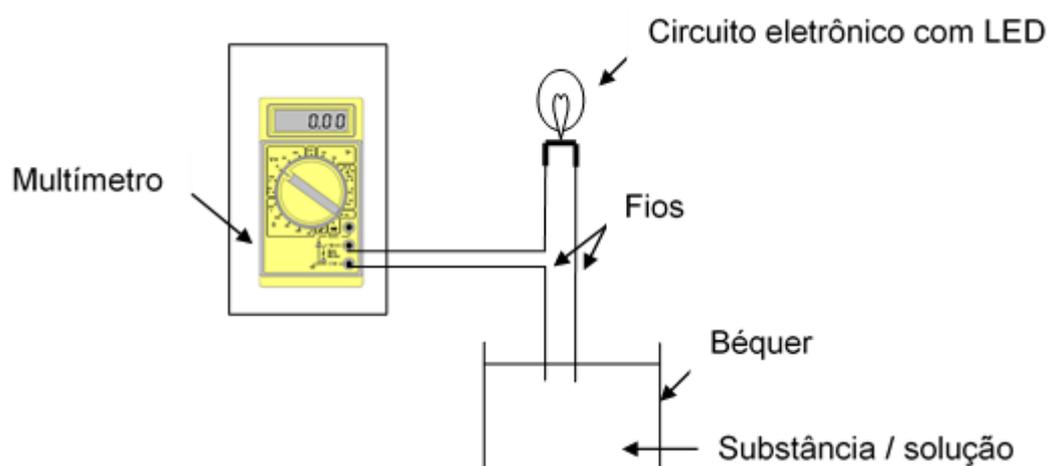


FIGURA 2.7 – Teste do indicador de condutividade em diferentes amostras de água: (a) água potável; (b) água desmineralizada.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Multímetro de 3½ dígitos
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) água potável (água de torneira);
  - 2) água desmineralizada.

A ilustração a seguir mostra como inserir um amperímetro num experimento para medir a corrente elétrica.



Para medir a corrente elétrica, foi efetuada a montagem acima representada que utiliza um multímetro (configurado como um amperímetro) conectado em série com o indicador de condutividade (com LED). Utilizamos dois béqueres, onde em cada um deles colocaremos 100 mL de cada uma das águas a serem testadas.

**Medição de corrente elétrica em água potável**

**Procedimento:**

- Selecionar, no multímetro (na função amperímetro), a escala de corrente contínua (DC) de 20 mA.
- Conectar o multímetro (na função amperímetro) em série com o indicador de condutividade. Para isso basta conectar um dos terminais do detector (garra jacaré) a um dos terminais do multímetro e o outro terminal do multímetro

deve ser colocado na água. A Figura 2.8 mostra esta montagem em série para medição de corrente elétrica em água potável.



FIGURA 2.8 – Medição de corrente elétrica em água potável com um multímetro conectado em série com o indicador de condutividade elétrica.

**Comentários:** A escala de corrente usada no multímetro foi de 20 mA e, portanto, a medição acusou uma corrente elétrica de 1,50 mA – vide Figura 2.8. Em função desta baixa corrente, o LED apresentou pouca intensidade luminosa (fraco brilho).

### Medição de corrente elétrica em água desmineralizada

#### Procedimento:

- Selecionar, no multímetro (na função amperímetro), a escala de corrente contínua (DC) de 2000  $\mu\text{A}$ .
- De forma semelhante ao experimento anterior, conectar o multímetro (na função amperímetro) em série com o indicador de condutividade. Para isso basta conectar um dos terminais do detector (garra jacaré) a um dos terminais do multímetro e o outro terminal do multímetro deve ser colocado na água. A Figura 2.9 mostra essa montagem em série para medição de corrente elétrica em água desmineralizada.

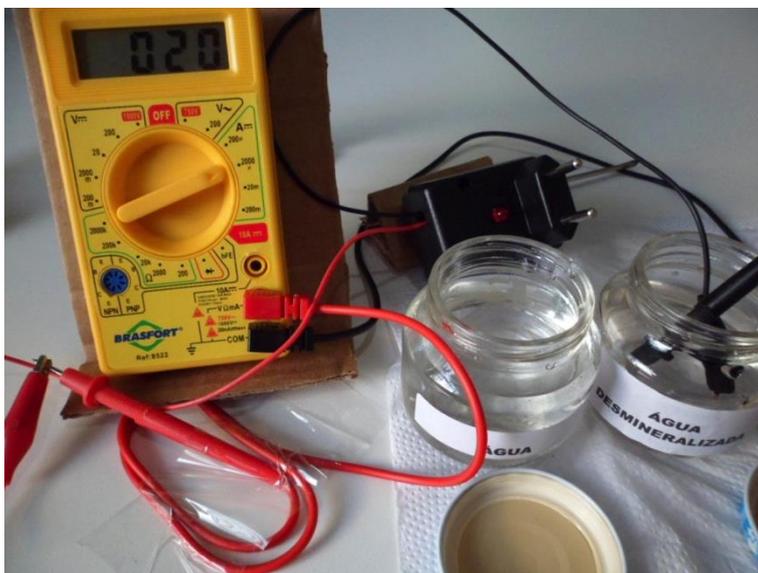


FIGURA 2.9 – Medição de corrente elétrica em água desmineralizada com um multímetro conectado em série com o indicador de condutividade elétrica.

**Comentários:** Nesta medição usando água desmineralizada (Figura 2.9), em função da baixíssima concentração de íons nesta água, já era prevista uma corrente menor. Assim, no multímetro (na função de amperímetro), foi selecionado o fundo de escala de corrente de  $2000 \mu\text{A}$  (dois mil microampères que é equivalente a dois miliampères), sendo que o aparelho acusou uma corrente de  $20 \mu\text{A}$  e o LED apresentou fraquíssimo brilho (um brilho quase imperceptível).

### 2.4.3 – Experimentos com sulfato de magnésio

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do sulfato de magnésio puro e em solução aquosa, utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** O sulfato de magnésio é um sal inorgânico, de cor branca, sólido nas condições ambientes, que apresenta ligação iônica. Na Medicina, é utilizado como laxante (purgante). Como os demais sais, quando puro (estado sólido) não tem íons livres e, portanto não conduz corrente elétrica. Mas, é um eletrólito, pois, em solução aquosa, sofre dissociação, liberando íons que tornam a solução iônica, ou seja, condutora de corrente elétrica.

Deve-se lembrar aos alunos que a solução aquosa de sulfato de magnésio foi preparada dissolvendo este composto em água desmineralizada, com uma baixíssima concentração de íons (como mostrado em experimento anterior).

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) sulfato de magnésio;
  - 2) solução aquosa de sulfato de magnésio.

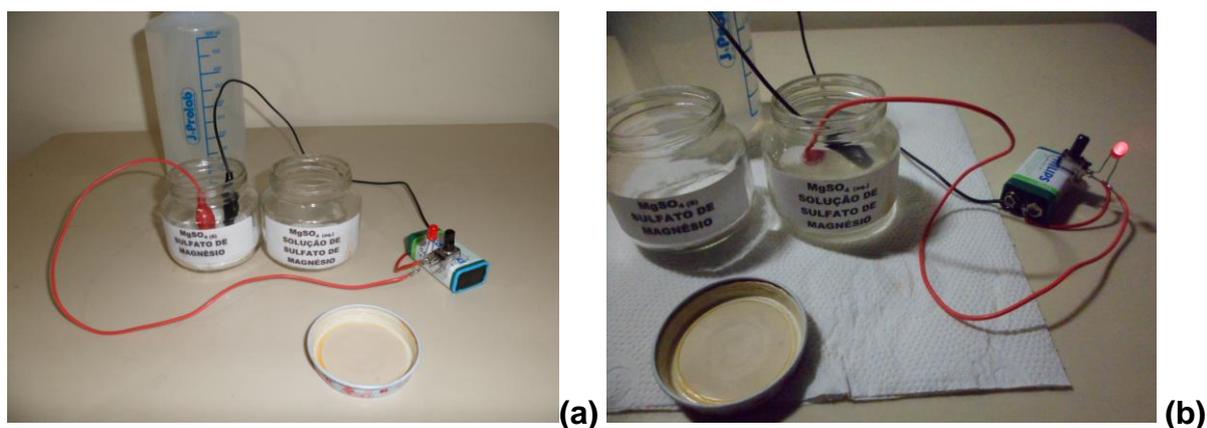


FIGURA 2.10 – Indicador de condutividade no sulfato de magnésio (a) puro e (b) em solução.

#### 2.4.4 – Experimentos com ácido acético

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do ácido acético puro (glacial) e em solução aquosa (vinagre), utilizando um indicador de condutividade.

**Comentários:** O ácido acético é um ácido carboxílico (um ácido fraco), também conhecido como ácido etanoico, com várias aplicações e muito utilizado na culinária, pois é o componente principal do vinagre. Em sua forma pura, é conhecido como ácido acético glacial, é isento de íons e, portanto não conduz corrente elétrica. Entretanto, o ácido acético é um eletrólito, pois é um composto molecular que em solução aquosa sofre ionização, introduzindo íons na solução, tornando-a iônica e, portanto, condutora de corrente elétrica (assim, em teste, acende o LED).

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) ácido acético glacial; 2) vinagre (solução aquosa de ácido acético).

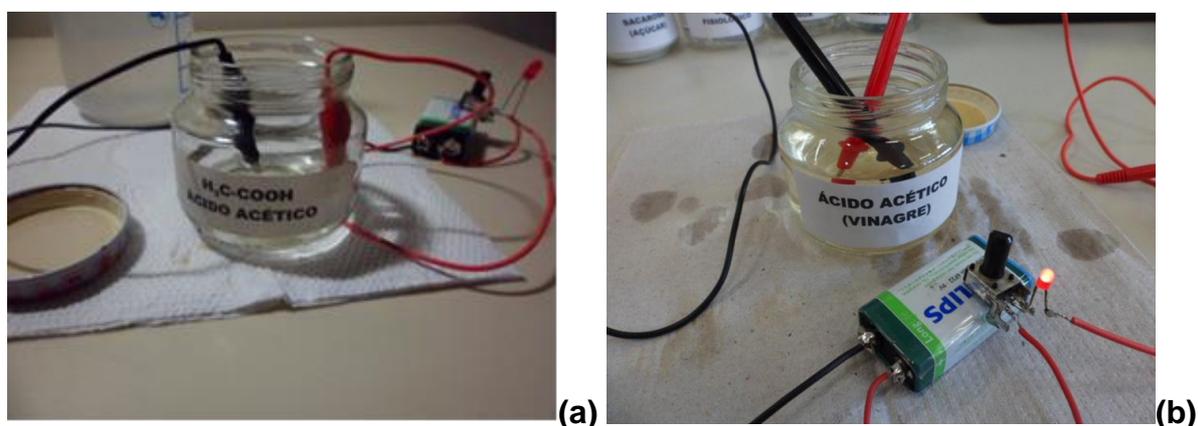


FIGURA 2.11 – Indicador de condutividade no ácido acético glacial (a) puro e (b) em solução (vinagre).

#### 2.4.5 – Experimentos com etanol

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do etanol puro e em solução (álcool comercial), utilizando um indicador de condutividade.

**Comentários:** O etanol é um álcool, um composto molecular orgânico também conhecido como álcool etílico, que apresenta ligações covalentes. É encontrado em bebidas, é usado como combustível e na Medicina é muito utilizado para assepsia. Quando puro não apresenta íons livres e, portanto, não conduz corrente elétrica; assim, submetido ao teste, o LED do indicador de condutividade não acenderá.

O etanol não é um eletrólito, pois em solução aquosa, que é o caso do álcool etílico hidratado comercial (álcool de supermercado), não sofre ionização, não liberando íons. Portanto, a solução formada é molecular (não eletrolítica), ou seja, não condutora de corrente elétrica; assim, novamente o LED do indicador de condutividade não acenderá.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) álcool etílico puro;
  - 2) álcool etílico comercial.

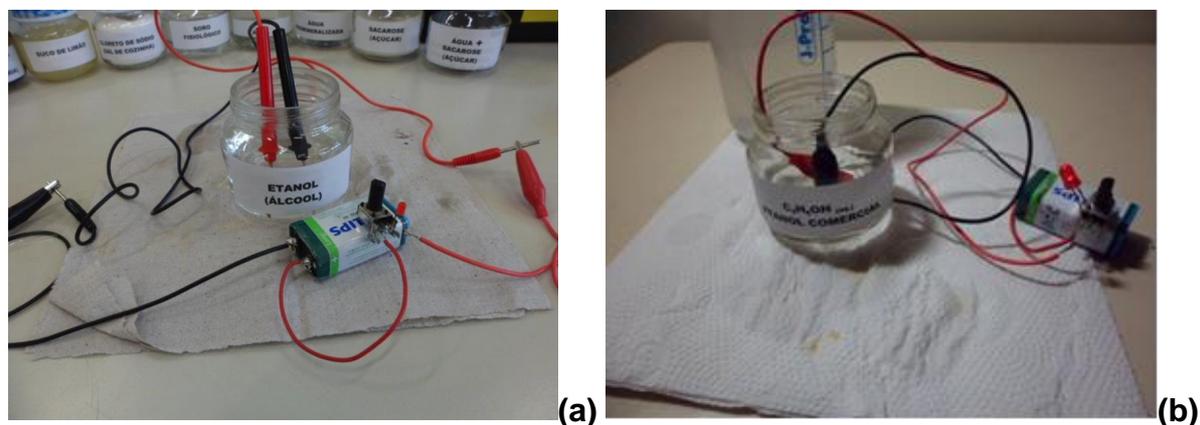


FIGURA 2.12 – Indicador de condutividade no etanol (a) puro e (b) em solução.

#### 2.4.6 – Experimentos com cloreto de sódio

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do cloreto de sódio puro e do soro fisiológico (solução aquosa de cloreto de sódio 9,0 g/L), utilizando um indicador de condutividade.

**Comentários:** O cloreto de sódio, sólido de cor branca, usado na conservação de alimentos, na produção do papel, de sabões e detergentes. É um composto iônico (sal) inorgânico que apresenta ligações iônicas. No estado sólido, não possui íons livres, portanto, quando submetido ao teste de condutividade elétrica, o LED do indicador de condutividade não acenderá devido à ausência de corrente elétrica.

É um eletrólito pois, em solução aquosa, sofre dissociação, liberando íons que tornam a solução iônica, ou seja, condutora de corrente elétrica e o LED do indicador de condutividade acenderá.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) cloreto de sódio puro;
  - 2) soro fisiológico.

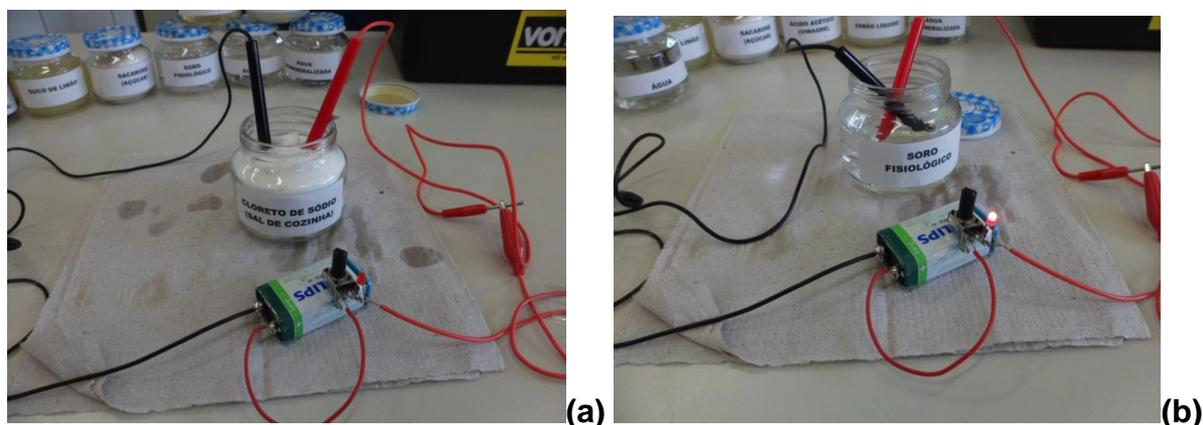


FIGURA 2.13 – Indicador de condutividade no cloreto de sódio (a) puro e (b) em solução (soro fisiológico).

#### 2.4.7 – Experimentos com bicarbonato de sódio

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do bicarbonato de sódio puro e em solução aquosa, utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** O bicarbonato de sódio é um sal inorgânico, sólido de cor branca, com várias aplicações, como antiácido estomacal, fermento para pães e bolos, etc. É um composto iônico, não conduzindo corrente elétrica quando submetido ao teste de condutividade (o LED não acenderá).

É um eletrólito, pois, em solução aquosa, sofre dissociação, liberando íons, tornando a solução iônica, ou seja, condutora de corrente elétrica e quando submetido ao teste de condutividade elétrica, o LED acenderá.

A solução aquosa de bicarbonato de sódio foi preparada dissolvendo este composto em água desmineralizada, com uma baixíssima concentração de íons.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) bicarbonato de sódio puro;
  - 2) solução aquosa de bicarbonato de sódio.

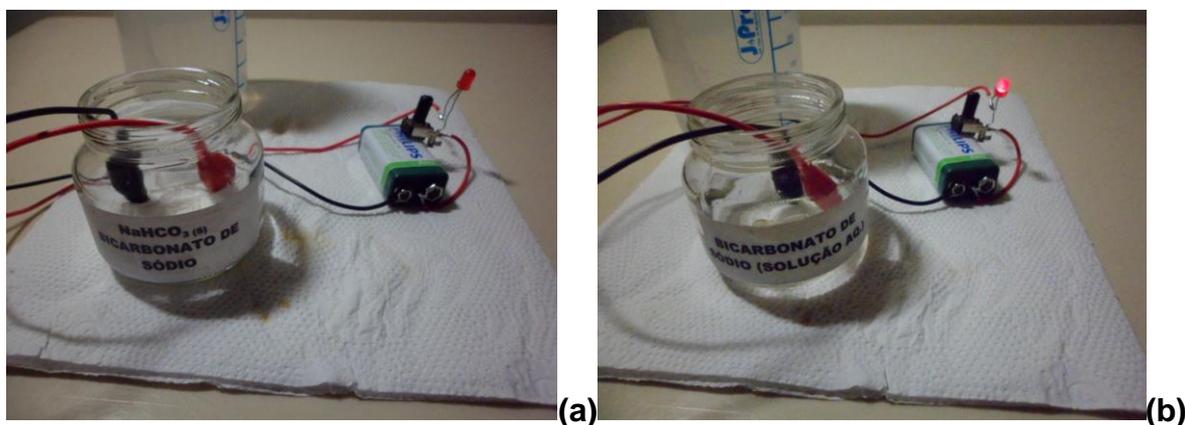


FIGURA 2.14 – Indicador de condutividade no bicarbonato de sódio (a) puro e (b) em solução.

#### 2.4.8 – Experimentos com sacarose (açúcar)

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica da sacarose (açúcar) pura e em solução aquosa, utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** A sacarose (açúcar) é um composto sólido molecular que apresenta ligações covalentes, portanto, não possui íons livres. Assim, não há condução de corrente elétrica pela sacarose pura (sólida) e, portanto o LED do indicador de condutividade não acenderá.

A sacarose em contato com a água não sofre ionização, não produz íons. Portanto, a solução formada é molecular, não possui íons livres, não há condução de corrente elétrica pela solução aquosa de sacarose, portanto quando submetido ao teste de condutividade, o LED do indicador não acenderá.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) sacarose pura (açúcar);
  - 2) solução aquosa de sacarose.

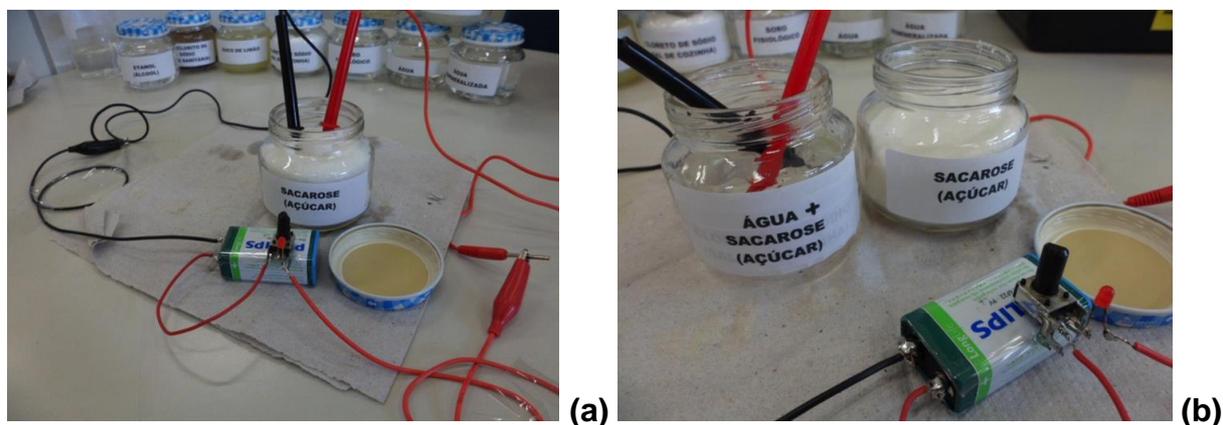


FIGURA 2.15 – Indicador de condutividade na sacarose (açúcar) (a) pura e (b) em solução.

#### 2.4.9 – Experimentos com hidróxido de magnésio

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do hidróxido de magnésio puro e em solução aquosa, utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** O hidróxido de magnésio é uma base inorgânica, sólido de cor branca, com várias aplicações, e talvez a mais conhecida por ser pouco solúvel em água, forma uma suspensão aquosa alcalina denominada “leite de magnésia”.

Esta base é um composto iônico, não possui íons livres, não conduz corrente elétrica quando submetido ao teste de condutividade (o LED não acenderá).

É um eletrólito, pois em suspensão aquosa, possui íons livres que tornam o meio iônico, ou seja, condutor de corrente elétrica e quando submetido ao teste de condutividade, o LED do indicador acenderá.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) hidróxido de magnésio puro;
  - 2) leite de magnésia (suspensão aquosa).

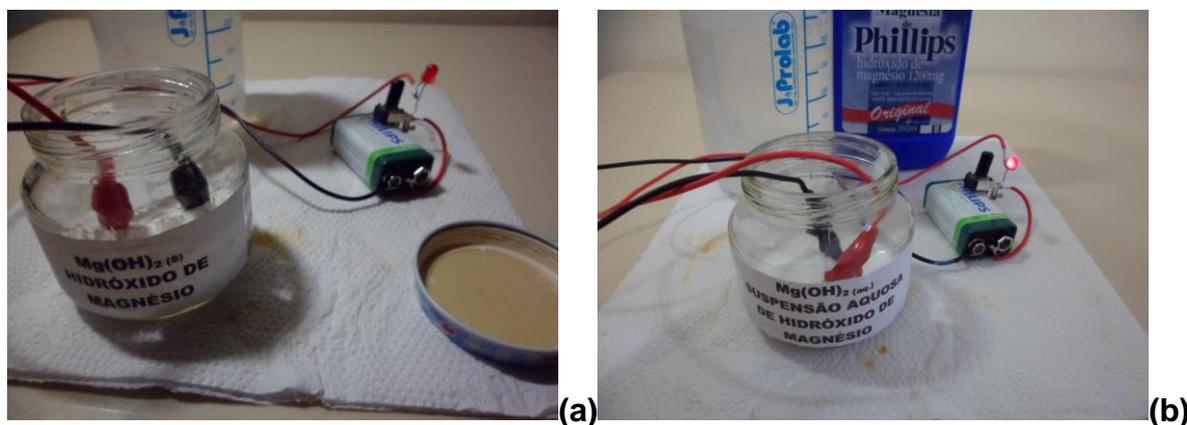


FIGURA 2.16 – Indicador de condutividade no hidróxido de magnésio (a) puro e (b) em solução.

#### 2.4.10 – Experimentos com óxido de cálcio

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do óxido de cálcio puro e em solução utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** O óxido de cálcio, sólido de cor branca, conhecido como cal virgem, com várias aplicações na indústria de papel e na construção civil. Reage com a água num processo exotérmico, dando origem ao hidróxido de cálcio (composto iônico).

Este óxido, é um composto iônico, que não possui íons livres, não conduz corrente elétrica e submetido ao teste de condutividade, o LED não acenderá.

É um eletrólito, pois, a solução aquosa de hidróxido de cálcio é iônica, e quando submetida a solução ao teste de condutividade, o LED acenderá.

A solução aquosa foi preparada com água desmineralizada.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) óxido de cálcio puro;
  - 2) solução aquosa de hidróxido de cálcio.

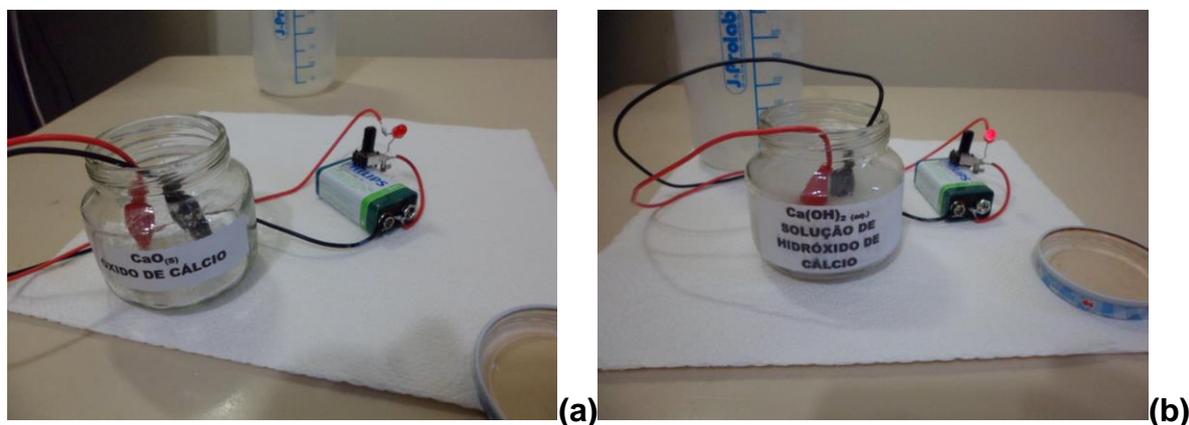


FIGURA 2.17 – Indicador de condutividade no hidróxido de cálcio (a) puro e (b) em solução.

#### 2.4.11 – Experimentos com sabão

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do sabão puro e em solução (sabão líquido) utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** O sabão é um sal orgânico (derivado de um ácido carboxílico), é um composto iônico e no estado sólido não possui íons livres, não conduz corrente elétrica e submetido ao teste de condutividade, o LED do indicador não acenderá.

É um eletrólito, pois, em solução aquosa, sofre dissociação, liberando íons que tornam a solução iônica, ou seja, condutora de corrente elétrica e, portanto, submetida ao teste de condutividade, o LED do indicador acenderá.

A solução aquosa de sabão foi preparada dissolvendo este composto em água desmineralizada, uma água de melhor qualidade, com uma baixíssima concentração de íons.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) sabão (sólido);
  - 2) solução aquosa de sabão.

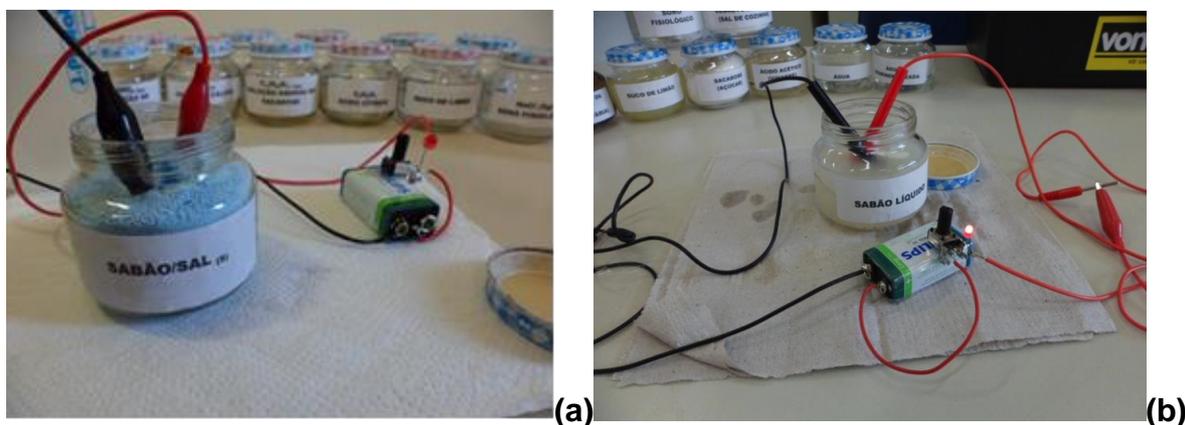


FIGURA 2.18 – Indicador de condutividade no sabão (a) puro e (b) em solução (sabão líquido).

#### 2.4.12 – Experimentos com suco de limão

**Objetivo:** Observar e discutir com os alunos a condutividade elétrica do ácido cítrico (puro) e do suco de limão (solução) utilizando o indicador de condutividade.

**Comentários:** O ácido cítrico, apesar de ser um composto molecular, na forma pura (sólida) não tem íons livres, portanto não conduz corrente elétrica e submetido ao teste de condutividade o LED não acenderá.

O suco de limão contém ácidos orgânicos dissolvidos em água. Estes ácidos sofrem ionização, produzindo uma solução rica em íons, que conduz corrente elétrica, portanto, submetido ao teste de condutividade, o LED do indicador acenderá.

**Material necessário:**

- Indicador de condutividade
- Recipientes com tampa contendo:
  - 1) ácido cítrico (puro);
  - 2) suco de limão.

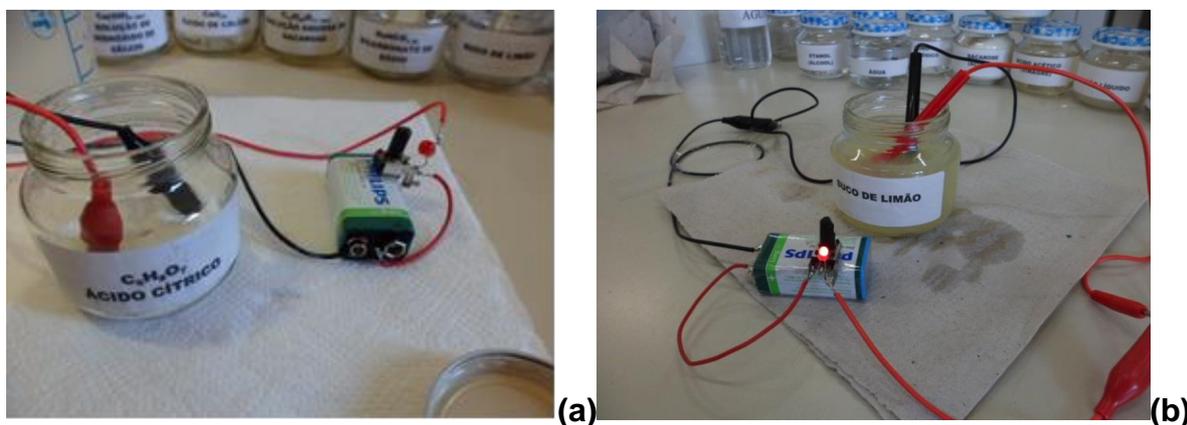


FIGURA 2.19 – Indicador de condutividade no ácido cítrico (a) puro e (b) em solução (suco de limão).

## 2.5 – Avaliações

Quanto à metodologia utilizada nas avaliações, no tocante à sua distribuição de atividades, esta foi dividida em encontros com os alunos (aulas), com as suas respectivas atividades, conforme descrito a seguir:

**Aula 1:** Atividade 1 – Avaliação diagnóstica.

Atividade 2 – Entrega de questionário-pesquisa para os alunos resolverem em casa/biblioteca.

**Aula 2:** Atividade 3 – Recebimento pelo pesquisador do questionário respondido pelos alunos e discussões sobre as questões solicitadas, com elaboração de mapa conceitual (exercício livre) envolvendo tópicos do questionário.

**Aula 3:** Atividade 4 - Avaliação pós-pesquisa

**Aula 4:** Atividade 5 - Folha de Trabalho nº 1 (sem o kit de experimentos)

**Aula 5:** Atividade 6 - Folha de Trabalho nº1 (com o kit de experimentos)

**Aula 6:** Atividade 7 - Folha de Trabalho nº 2 (sem o kit de experimentos)

Começamos os trabalhos de pesquisa com 84 alunos participantes, inicialmente alguns alunos se posicionaram em não participar o que foi respeitado, até no próprio termo de consentimento livre e esclarecido está descrito que o aluno

participante tem a liberdade de escolha em participar ou não da pesquisa e até mesmo sair dela a qualquer momento, se assim desejar.

Com o intuito de preservar a identidade dos alunos, eles foram numerados inicialmente de 1 a 84, sendo que logo após a avaliação diagnóstica um aluno foi transferido (aluno 7) e assim a pesquisa foi até o seu final com 83 alunos. Portanto qualquer referência neste trabalho aos alunos será feita de forma numérica. Esta numeração foi feita de forma totalmente casual (aleatória), os alunos foram numerados logo na 1ª atividade (avaliação diagnóstica), e essa numeração foi feita à medida que os alunos foram entregando as avaliações ao pesquisador, o primeiro aluno a entregar ficou sendo o número 1 e assim sucessivamente, e portanto, cada um dos alunos participantes da pesquisa, nos registros do pesquisador, tem um número de identificação. A primeira turma a participar da pesquisa tinha 21 alunos, quando a pesquisa foi aplicada na segunda turma, a numeração dos alunos foi feita da mesma forma, ou seja o primeiro aluno desta segunda turma a entregar a avaliação diagnóstica recebeu o número 22 e assim foi feito com as demais turmas até completar os 84 alunos.

A seguir apresentamos as ideias que embasaram as avaliações dos alunos realizadas neste trabalho, que envolve o ensino de eletrólitos.

Inicialmente, decidimos que necessitávamos saber dos conceitos básicos dos alunos sobre Química e Eletricidade. Os conceitos básicos de Química referem-se a: modelo de Rutherford-Bohr, elétrons, íons, ligações químicas, ionização e dissociação eletrolítica. Quanto à Eletricidade, buscamos verificar conceitos simples relativos às ligações elétricas simples envolvendo uma pilha comum, fios e uma lâmpada de lanterna.

É importante conhecer os conhecimentos que os alunos trazem consigo, quais são as suas concepções a respeito e, a partir daí, apresentar e desenvolver os conteúdos necessários sobre os assuntos ligados ao tema.

Fazendo menção ao referencial teórico deste trabalho, a aprendizagem significativa de Ausubel, os conteúdos devem sempre ter significado para o aluno, devem ter sentido, devem ter aplicação, para que a aprendizagem aconteça e que os novos conceitos permaneçam na estrutura cognitiva do aluno. Devemos sempre iniciar os estudos a partir do que os alunos já sabem e, se necessário, fornecer informações se valendo da aprendizagem mecânica para buscar um equilíbrio conceitual da turma e prosseguir nestes estudos de forma homogênea.

Apresentamos a seguir questionários que usamos para avaliação diagnóstica, para uma pesquisa (revisão de conceitos), avaliação pós-pesquisa e folhas de trabalho para serem aplicadas após as práticas experimentais.

### 2.5.1 – Atividade 1: Avaliação diagnóstica

A aplicação de uma avaliação diagnóstica (diagnóstico piloto) foi feita para conhecer, em linhas gerais, um pouco dos conhecimentos (concepções) dos alunos acerca de princípios básicos de eletrólitos (química e corrente elétrica) e, então, a partir dos resultados obtidos (análise das respostas dos alunos), elaborar um plano de trabalho.

A avaliação diagnóstica foi aplicada aos alunos durante o período de uma aula (50 min) e dividida em duas partes (1ª e 2ª parte), em folhas separadas. Para a aplicação de cada parte, utilizou-se de 20 minutos, totalizando 40 minutos de aplicação. Os alunos receberam inicialmente a folha 1, referente à 1ª parte, as questões foram lidas pelo pesquisador e, após todas as dúvidas serem sanadas, foi então iniciada a avaliação. Decorrido o tempo de 20 min, as avaliações foram recolhidas pelo pesquisador e pelo professor da turma e, na sequência, foi distribuída a 2ª parte da avaliação, cuja aplicação foi iniciada após os esclarecimentos iniciais e sanadas as dúvidas.

A avaliação diagnóstica, conforme já citado, estava dividida em duas partes. A primeira delas era composta por quatro questões que buscavam conhecer as ideias dos alunos sobre átomos, elétrons e íons. A segunda parte era formada por quatro questões que buscavam conhecer conceitos básicos dos alunos em eletricidade e vida prática, conexões elétricas simples envolvendo fios condutores, lâmpada de lanterna e pilha (ou bateria). As questões utilizadas nesta avaliação diagnóstica (avaliação piloto), 1ª e 2ª partes, encontram-se no Apêndice (A.1 e A.2). A seguir, nas Tabelas 2.1 e 2.2, listamos os objetivos das questões sugeridas.

### 2.5.2 – Atividade 2: Solicitação de questionário-pesquisa

O pesquisador após receber a segunda parte da avaliação diagnóstica com as respostas dos alunos, forneceu material impresso, solicitando a resolução de questionário-pesquisa em casa e sua entrega no próximo encontro (na semana

seguinte). Esse questionário (pesquisa/revisão), que está no Apêndice (A.3), foi baseado em sua maior parte nos conceitos já estudados pelos alunos em sala de aula.

TABELA 2.1 – Objetivos referentes às questões da avaliação diagnóstica – 1ª parte.

Perguntas/Questões	Objetivos
Questão 1	Verificar os conhecimentos dos alunos sobre o modelo de átomo segundo Rutherford-Bohr.
Questão 2	Verificar os conceitos dos alunos sobre elétrons.
Questão 3	Verificar as concepções dos alunos sobre íons, seus tipos e cargas.
Questão 4	Verificar a concepção dos alunos sobre a representação gráfica de um átomo de flúor que ganhou um elétron (ânion fluoreto).

TABELA 2.2 – Objetivos referentes às questões da avaliação diagnóstica – 2ª parte.

Perguntas/Questões	Objetivos
Questão 5	Verificar capacidade do aluno em interpretar e desenhar uma pilha, uma lâmpada e as conexões.
Questão 6	Verificar a concepção dos alunos sobre o motivo que leva ao acendimento da lâmpada.
Questão 7	Verificar os conhecimentos dos alunos sobre uso de metais para condução de corrente elétrica.
Questão 8	Verificar o conhecimento dos alunos sobre soluções condutoras e não condutoras de corrente elétrica.

Para responder as questões, os alunos deveriam preferencialmente usar as notas de aula, o livro-texto de Química do 1º ano do Ensino Médio usado por eles atualmente ou os livros existentes na biblioteca da escola. Mas, se estas fontes indicadas não fossem necessárias, os alunos poderiam pesquisar através de buscas na internet. Foi solicitado também que, ao final da resposta de cada pergunta

respondida do questionário, os alunos deveriam citar a fonte das informações (nome do livro, capítulo, página, etc.).

A ideia por trás deste questionário era favorecer uma revisão de conceitos, pois ao responderem as perguntas mediante consulta às notas de aula e livros (ou internet), os alunos estariam estudando o tema de forma orientada, recordando tópicos considerados essenciais para o entendimento da teoria dos eletrólitos.

### 2.5.3 – Atividade 3: Recebimento do questionário e discussões em sala

Uma boa parte dos alunos respondeu e entregou o questionário (revisão de conceitos) com as resoluções das questões na forma de relatório individual. No dia da entrega do questionário-pesquisa, após receber dos alunos os questionários respondidos, procuramos favorecer uma discussão em sala sobre todas as questões deste instrumento proposto para casa, criando, assim, um momento para responder e tirar as eventuais dúvidas dos alunos. Neste momento de discussão sobre as perguntas do questionário proposto, os alunos ficaram à vontade para fazer anotações que julgassem necessárias sobre a correção do questionário proposto.

Portanto, todas as questões desse questionário-pesquisa foram respondidas pelo pesquisador, no intuito de confirmar respostas, eliminar dúvidas e tentar revisar os conhecimentos para iniciar os trabalhos sobre eletrólitos com os alunos.

Após todos os esclarecimentos sobre os conteúdos trabalhados pelos alunos nas respostas ao questionário-pesquisa, foi construído no quadro branco da sala de aula, juntamente com os alunos, um mapa conceitual amarrando os principais tópicos ligados a eletrólitos (composto iônico e molecular, solução iônica e molecular, ionização, dissociação, etc.). Esta foi mais uma atividade que favoreceu a revisão de conceitos, pois todos puderam participar, responder e fazer colocações a respeito de conceitos ligados aos tópicos do questionário.

### 2.5.4 – Atividade 4: Avaliação pós-pesquisa

Na semana seguinte, após as discussões em sala e montagem do mapa conceitual, foi aplicada aos alunos uma avaliação pós-pesquisa, tratando dos

tópicos que foram trabalhados no questionário-pesquisa. Os alunos responderam a esta avaliação de forma individual e sem qualquer consulta a livros, notas de aula, etc.

O tempo de aplicação deste questionário pós-pesquisa foi de 20 min. As questões desta avaliação pós-pesquisa estão apresentadas no Apêndice (A.4) e os objetivos de cada questão estão listados na Tabela 2.3.

Com as respostas dos alunos apresentadas nesses instrumentos de avaliação (diagnóstico e pós-pesquisa) pudemos traçar um perfil das concepções dos alunos.

Assim, após a análise das respostas dos alunos aos questionários, levando-se em conta o conhecimento por eles demonstrado, suas escritas e seus desenhos, eventuais conceitos errados e/ou mal estruturados apresentados nas respostas, foram produzidas as Folhas de Trabalho nº 1 e nº 2.

TABELA 2.3 – Objetivos referentes às questões da avaliação pós-pesquisa.

Questões/Perguntas	Objetivos
Questão 1	Verificar o conceito dos alunos sobre o conceito de eletrólitos e não eletrólitos.
Questão 2	Verificar a concepção dos alunos sobre compostos moleculares, assim como a ocorrência (ou não) de ionização quando uma substância é colocada em contato com a água.
Questão 3	Verificar a concepção dos alunos sobre compostos iônicos, assim como a ocorrência da dissociação quando uma substância é colocada em contato com a água.
Questão 4	Verificar as concepções dos alunos sobre a formação de uma solução iônica (ou eletrolítica) a partir de um composto iônico.
Questão 5	Verificar as concepções dos alunos sobre as condições de certos compostos moleculares produzirem solução molecular (ou não eletrolítica) ou iônica (ou eletrolítica).
Questão 6	Verificar as concepções dos alunos sobre a ionização segundo Arrhenius, produzindo uma solução iônica.
Questão 7	Verificar as concepções teóricas dos alunos sobre como produzir uma solução iônica a partir de compostos iônicos e moleculares.
Questão 8	Verificar as concepções teóricas dos alunos sobre como produzir uma solução molecular a partir de um composto molecular.
Questão 9	Verificar as concepções dos alunos sobre dissociação eletrolítica, ionização e solução iônica.
Questão 10	Verificar as concepções dos alunos sobre quesitos básicos para garantir condução de corrente elétrica em solução aquosa.

### 2.5.5 – Atividades 5 e 6: Folha de Trabalho nº 1

A Folha de Trabalho nº 1 (vide Apêndice – A.5 e A.6) é aplicada aos alunos de dois modos diferenciados, inicialmente as questões são apresentadas para serem resolvidas com os conhecimentos que os alunos possuem sobre eletrólitos e sem qualquer consulta a livros e notas de aula. Alguns dias depois os mesmos exercícios são apresentados para que os alunos respondam usando agora o kit de experimentos.

Esta Folha de Trabalho nº 1 é basicamente formada por exercícios com substâncias e soluções que fazem parte do nosso dia a dia. Estes exercícios apresentam enunciados ricos em informações teóricas que auxiliam os alunos a optarem de forma correta ao que se pede na questão, ou seja, no próprio enunciado estão as informações necessárias para resolver corretamente a questão.

A Folha de Trabalho nº 1 traz questões sobre sulfato de magnésio (sal de Epsom) puro e em solução, ácido acético, vinagre (solução aquosa de ácido acético), etanol, solução aquosa de etanol (etanol comercial), cloreto de sódio (sal de cozinha), soro fisiológico (solução aquosa de cloreto de sódio), bicarbonato de sódio (fermento) puro e em solução, sacarose (açúcar), solução aquosa de sacarose, hidróxido de magnésio, leite de magnésia, óxido de cálcio (cal virgem), hidróxido de cálcio (cal hidratada), sabão puro e em solução, ácido cítrico, suco de limão, água potável e água desmineralizada. Esses compostos e as suas soluções fazem parte do kit de experimentos, por meio do qual, através da experimentação o aluno constrói o seu conhecimento com os resultados obtidos e reforça a teoria aprendida em sala de aula.

As versões da Folha de Trabalho nº 1 sem e com o kit de experimentos abordam os mesmos assuntos, são muito parecidas, tratam de questões sobre os mesmos compostos e as mesmas soluções. A única diferença é que a versão com kit de experimentos, por envolver experimentação, contém um desenho a mais (multímetro) e campos para lançar as medidas de corrente elétrica para os casos de água potável e água desmineralizada.

Ao usar a versão da Folha de Trabalho nº 1 sem kit de experimentos (Atividade 5), o aluno não podia usar notas de aula, livros, etc. Deveria resolvê-la apenas com os conhecimentos que possuía, sem auxílio de qualquer fonte de esclarecimento. A Folha de Trabalho nº 1 sem o kit de experimentos foi aplicada aos

alunos em sala de aula durante o período de uma aula (50 min). Os alunos começaram a entregar os exercícios respondidos a partir de aproximadamente 30 min de aplicação.

Ao usar a versão da Folha de Trabalho nº 1 com o kit de experimentos (Atividade 6), o aluno respondia as mesmas questões, mas agora usando o kit de experimentos. Como se trata de experimentos usando materiais de fácil acesso e sem perigo ao manuseio, os alunos foram facilmente orientados ao correto e seguro modo de trabalho, que foi realizado sempre sob orientação. Esta Atividade 6 foi realizada no laboratório de Química da Instituição de Ensino, alguns dias depois da aplicação da Atividade 5, durante o período de uma aula (50 min). Na execução da parte experimental, os alunos de cada uma das quatro turmas foram divididos em grupos de 4 e/ou 5 alunos por bancada do laboratório. Em cada bancada existia um kit de experimentos com indicadores de condutividade de diferentes cores, montados na estrutura de um mouse óptico. Nesta atividade os alunos de todas as turmas utilizaram todos os 50 min da aula.

Os experimentos deveriam fortalecer os conceitos vistos em sala de aula e minimizar as dúvidas e também permitir ao professor criar e apresentar situações-problema e observar a resolução dada pelos alunos.

Posteriormente, ao analisar as respostas fornecidas nas duas versões da Folha de Trabalho nº 1 (atividades 5 e 6) teremos um panorama das respostas obtidas com os dois modos de aplicação. Além disso, poderá ser avaliada a aplicação do kit de experimentos.

Como já amplamente colocado anteriormente, o kit de experimentos, além dos compostos e soluções, tem também um indicador de condutividade com LED que acende quando os terminais do circuito estão em contato com um meio condutor de corrente elétrica.

O que buscamos com esta pesquisa é a compreensão pelos alunos dos fenômenos observados, que com a experimentação se tornam muito claros. No caso de teste com uma solução, se o LED acender a solução é condutora de corrente elétrica e, portanto, ela é iônica (ou eletrolítica), ou seja, rica em íons dissolvidos, e a substância dissolvida é um eletrólito. Com base na estrutura do composto (iônico ou molecular), pode-se concluir se houve dissociação ou ionização.

Em caso contrário, resumindo, se no teste da solução o LED não acender, a solução não é condutora (não eletrolítica), também chamada de solução molecular, e, portanto, o composto dissolvido não é um eletrólito.

### 2.5.6 – Atividade 7: Folha de Trabalho nº 2

Esta atividade foi realizada em sala de aula, na semana seguinte à Atividade 6, e sem qualquer forma de consulta. Isto é, a Folha de Trabalho nº 2 (vide Apêndice – A.7) foi usada pelos alunos sem acesso ao kit de experimentos, lançando mão apenas dos conceitos teóricos adquiridos e dos resultados experimentais obtidos durante a utilização do kit de experimentos quando da aplicação da Folha de Trabalho nº 1.

### 2.6 – Plano de trabalho

Para realizar as atividades necessárias e propostas nesta pesquisa, estas foram divididas e organizadas num plano de trabalho envolvendo teoria e experimentos, conforme exposto nas Tabelas 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8.

TABELA 2.4 – Plano de trabalho da Aula 1 (atividades 1 e 2).

AULA 1 / ATIVIDADES	OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
<b>Atividade 1 –</b> Avaliação diagnóstica	Conhecer o que os alunos sabem a respeito de Química básica e Eletricidade básica.	Mediante questões abertas e fechadas, permitir que os alunos apresentem algumas concepções básicas sobre átomos e íons, conexões elétricas, e condutividade de duas soluções.	Questionário (piloto) individual, respondido em sala de aula.
<b>Atividade 2 –</b> Solicitação de questionário-pesquisa aos alunos	Este questionário tem o objetivo de promover uma revisão de conceitos básicos para o entendimento da teoria dos eletrólitos	Usando questionário-pesquisa, os alunos farão uma revisão de conceitos. Eles poderão consultar notas de aula, livro-texto e demais livros adotados pela biblioteca da escola, e internet.	Questionário para ser feito em casa ou na escola, com produção de relatório individual.

TABELA 2.5 – Plano de trabalho da Aula 2 (atividade 3).

AULA 2 / ATIVIDADES	OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
<p><b>Atividade 3 –</b> Recebimento do questionário-pesquisa respondido pelos alunos</p> <p>Revisão das questões do questionário-pesquisa.</p>	<p>Rever os conceitos já ensinados em sala de aula através de questionário direcionado. Os alunos ficam à vontade para responder a pesquisa consultando notas de aula, livros e até sites de busca (internet). Exemplificar e esclarecer as situações em que ocorre e que não ocorre a condução de corrente elétrica.</p>	<p>Pesquisa para casa sobre eletrólitos com tópicos orientados pelo docente na forma de questionário. Questões que buscam conceitos sobre compostos iônicos e moleculares, dissociação e ionização e soluções iônicas e moleculares. Após a entrega dos questionários, promover discussões sobre as questões</p>	<p>Recebimento do questionário-pesquisa com as respostas dos alunos.</p> <p>Promoção, em sala, de uma discussão sobre as questões propostas.</p>
<p>Mapa conceitual em sala de aula</p>	<p>A partir das perguntas do questionário-pesquisa, reunir e interligar conceitos relativos a eletrólitos.</p> <p>Verificar os conhecimentos teóricos trabalhados sobre eletrólitos.</p>	<p>Após discussões e correções das questões contidas no questionário-pesquisa, junto com os alunos montar no quadro um esquema de conceitos ligados a eletrólitos (mapa conceitual)</p>	<p>Construção do mapa conceitual em sala, baseado em conceitos importantes e básicos ao estudo de eletrólitos (atividade livre).</p>

TABELA 2.6 – Plano de trabalho das Aulas 3 e 4 (atividades 4 e 5).

AULA 3 / ATIVIDADES	OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
<b>Atividade 4 –</b> Questionário pós- pesquisa	Conhecer as concepções dos alunos sobre tópicos importantes ligados ao conceito de eletrólitos.	Aplicação de questões fechadas sobre assuntos ligados ao conceito de eletrólitos.	Questionário individual aplicado em sala de aula.
AULA 4 / ATIVIDADES	OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
<b>Atividade 5 –</b> Folha Trabalho nº 1 (sem o kit de experimentos)	Verificar os conceitos dos alunos mediante questionário teórico envolvendo compostos e soluções em duas situações (puro e em solução aquosa), além de correlacionar a condução ou não de corrente elétrica.	Questionário com 22 itens utilizando compostos iônicos e moleculares e também soluções iônicas e soluções moleculares, para julgamento teórico pelos alunos tendo em vista os conceitos estudados em sala de aula referentes a eletrólitos.	Questionário individual.

TABELA 2.7 – Plano de trabalho da Aula 5 (atividade 6).

AULA 5 / ATIVIDADES	OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
<p><b>Atividade 6 –</b> Medida de corrente elétrica usando um multímetro e o indicador de condutividade</p>	<p>Demonstrar aos alunos o fraco brilho proveniente do LED quando em teste de condutividade com água potável e o fraquíssimo brilho do LED quando no mesmo teste com água desmineralizada.</p> <p>Também mostrar as medidas de corrente elétrica em cada caso.</p>	<p>Fortalecer os conceitos sobre eletrólitos ministrados em sala de aula através da experimentação.</p> <p>Observar o brilho do LED e medir o valor de corrente elétrica usando um amperímetro em série com o indicador de condutividade com os terminais em água potável e em água desmineralizada.</p> <p>Utilizar os conhecimentos teóricos sobre compostos iônicos e moleculares, soluções moleculares e iônicas e conceitos de dissociação e ionização, reforçando a caracterização de eletrólitos e não eletrólitos.</p>	<p>Leitura e anotações pelos alunos dos valores de corrente elétrica no multímetro.</p>
<p>Folha Trabalho nº 1 (com o kit de experimentos)</p>	<p>Verificar os conhecimentos dos alunos mediante questionário teórico (o mesmo da aula anterior), sendo que agora os alunos fazem uso do kit de experimentos.</p>	<p>Resolução de exercícios. Aplicar conceitos e teóricos e também observações experimentais na resolução de problemas.</p>	<p>Questionário a ser respondido pelos alunos, com uso do kit de experimentos.</p>

TABELA 2.8 – Plano de trabalho da Aula 6 (atividade 7).

AULA 6 / ATIVIDADES	OBJETIVOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	INSTRUMENTO DE TRABALHO / COLETA DE DADOS
<p><b>Atividade 7 –</b> Folha Trabalho nº 2 (sem o kit de experimentos)</p>	<p>Questionário idêntico ao anterior. Agora os alunos trabalharão com os mesmos compostos e soluções, nas mesmas situações para que possa ser feita uma análise de desempenho (sem kit de experimentos).</p> <p>Verificar a aprendizagem relativa ao conceito de eletrólitos, com base nos conhecimentos teóricos e experimentais.</p>	<p>Resolução de exercícios.</p> <p>Aplicar conceitos teóricos na resolução de problemas.</p>	<p>Exercícios de aplicação envolvendo o conceito de eletrólitos, sem o uso do kit de experimentos.</p>



### **3 – Resultados e análise dos dados**

Antes de iniciarmos as apresentações dos resultados desta pesquisa, cabe esclarecer que, pensando na facilidade de consulta por parte dos leitores, utilizamos gráficos de barras (2D, produzidos usando o software Excel 2010) com os quantitativos medidos alocados logo acima delas. Colocamos também na parte superior dos gráficos, um trecho da referida questão.

Para consulta sobre todo o conteúdo das questões, deve-se consultar o Apêndice.

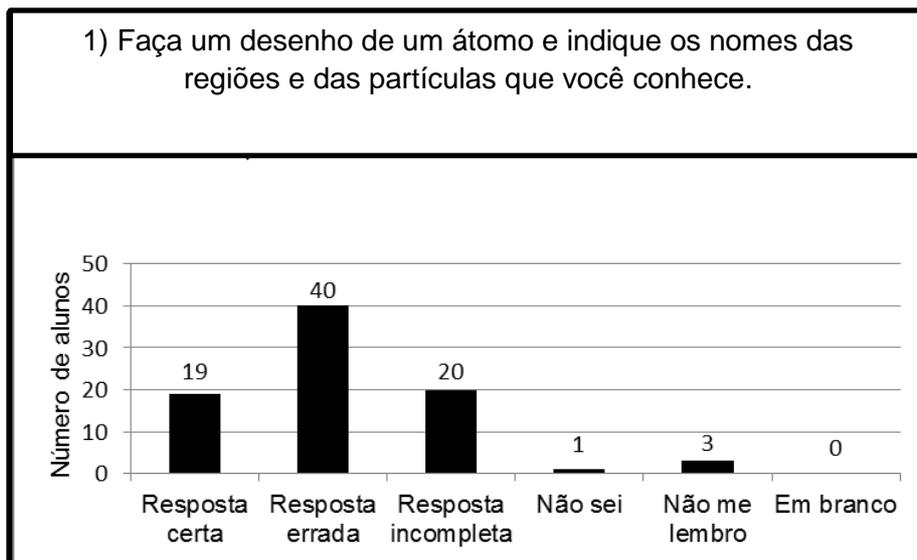
Como mencionado anteriormente, a pesquisa foi completamente trabalhada com 83 alunos do 1º ano do Ensino Médio integrado das turmas de Eletrônica e Informática.

#### **3.1 – Resultados e análise da avaliação diagnóstica**

Como colocado anteriormente, uma avaliação diagnóstica foi feita para levantar, em linhas gerais, um pouco dos conhecimentos dos alunos acerca de princípios básicos envolvendo eletrólitos (química e corrente elétrica).

### 3.1.1 – Primeira parte: Química

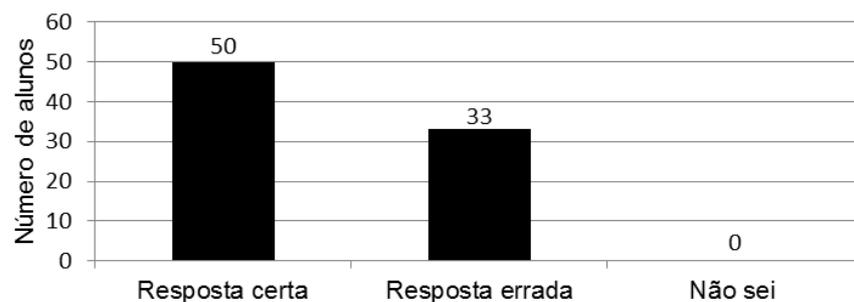
#### Resultados da 1ª questão:



Como pode ser depreendido dos dados acima, o número de alunos que apresentaram respostas erradas é praticamente igual ao dos que apresentaram respostas corretas ou incompletas. Somente 23% dos alunos desenharam corretamente um átomo e descreveram regiões e nomes das partículas. Com um percentual muito próximo (24% – resposta incompleta), encontramos alunos que desenharam o modelo de Rutherford (planetário), entretanto não colocaram nomes para regiões e/ou partículas. Por outro lado, três alunos declararam não se lembrar e um deles que não sabia.

**Resultados da 2ª questão:**

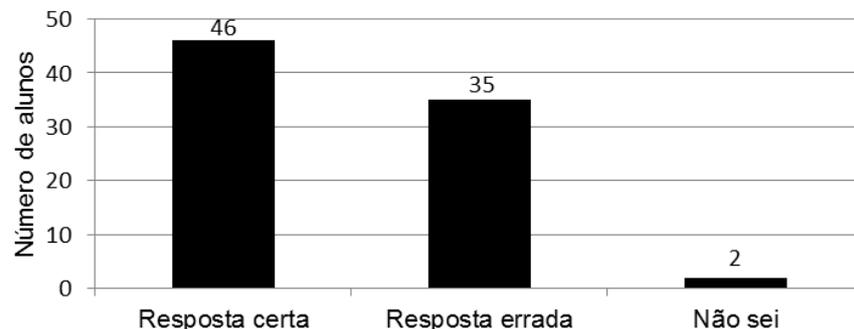
- 2) Quanto aos elétrons, assinale as opções relativas a essas partículas.
- ( ) Têm carga positiva (X) Têm carga negativa  
( ) Estão localizados no núcleo do átomo (X) Têm mobilidade  
( ) Não sei



Neste caso, 60% dos alunos marcaram duas opções e, portanto, responderam corretamente que os elétrons têm carga negativa e mobilidade.

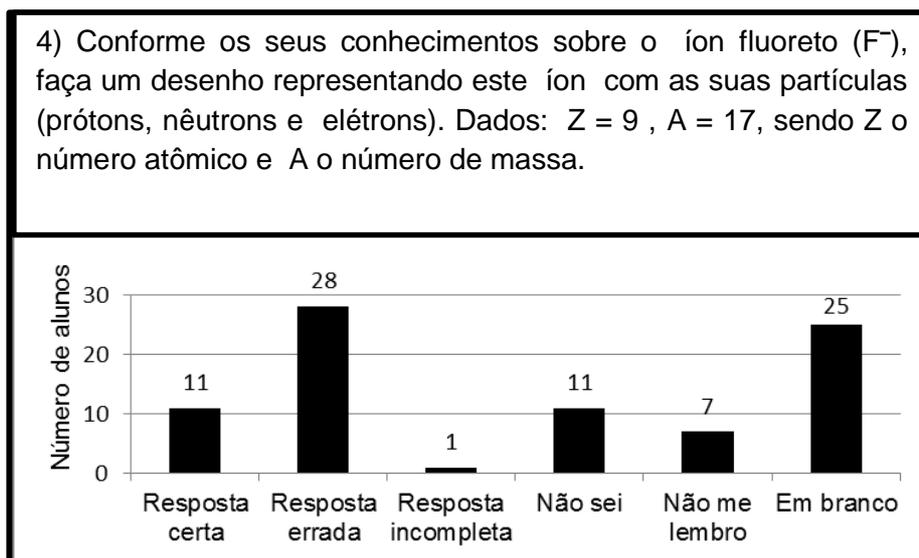
**Resultados da 3ª questão:**

- 3) Quanto aos íons, assinale a opção correta:
- ( ) Os cátions são espécies que ganharam elétrons.  
( ) Os ânions tem carga positiva.  
( ) Todos os íons têm elétrons em excesso.  
(X) Os íons em meio aquoso têm mobilidade.  
( ) Não sei.



Dos dados acima, conclui-se que cerca de 55% dos alunos indicaram a opção correta, acertando que os íons em meio aquoso têm mobilidade. Portanto, cerca de 45% dos alunos assinalaram cargas trocadas para cátions e ânions.

**Resultados da 4ª questão:**

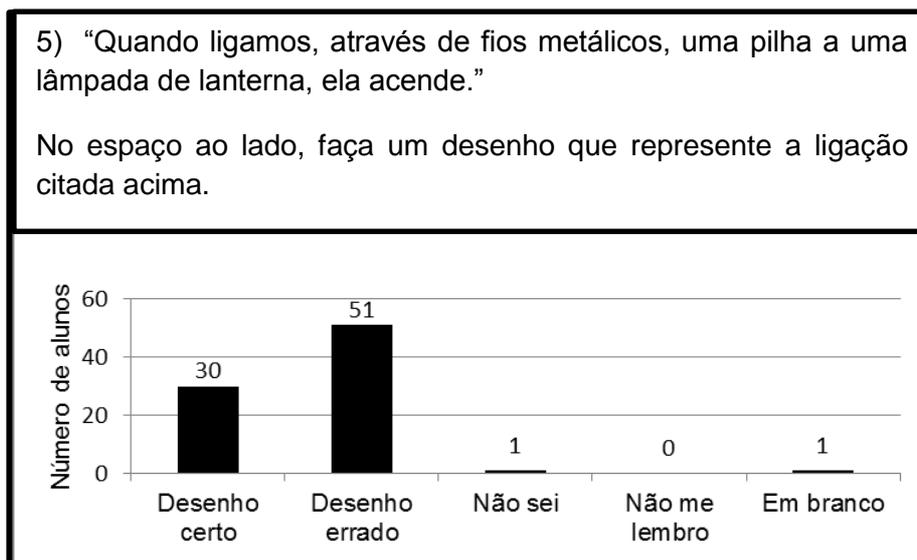


Neste caso, claramente os alunos tiveram bastante dificuldade para atender ao solicitado na questão, pois somente 13% deles fizeram o desenho correto representando o íon fluoreto ( $F^-$ ), ou seja o átomo de flúor com 8 elétrons na sua última camada, enquanto outros 34% responderam errado. Mais da metade dos alunos (52%) simplesmente não trabalharam a questão (não sei + não me lembro + em branco).

Os resultados obtidos pelos alunos nestas quatro questões envolvendo conceitos de Química indicaram que tais conceitos precisavam ser retrabalhados para que uma fração mais significativa dos alunos passasse a mostrar indícios de que tinham um melhor domínio desses conceitos. Esta deveria ser a função do questionário-pesquisa e da sua discussão.

### 3.1.2 – Segunda parte: Corrente elétrica

#### Resultados da 5ª questão:



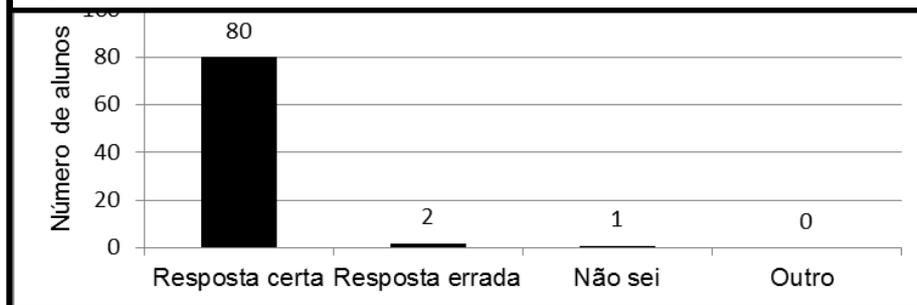
Como pode ser depreendido destes dados, a maioria dos alunos (cerca de 61%) não conseguiu fazer um desenho que corretamente representasse a ligação entre uma pilha e uma lâmpada de lanterna por fios metálicos. Somente cerca de 36% o fizeram e cerca de 2% deixaram de responder. O problema principal detectado foi a falta de correta identificação dos polos de ligação na lâmpada.

Resultados da 6ª e 7ª questões:

6) Entre as opções abaixo, qual descreve adequadamente porque usamos fios metálicos para ligar a lâmpada na bateria?  
 a) São mais duráveis e não estragam;  
b) Permitem a passagem de corrente elétrica;  
 c) São bons isolantes elétricos;  
 d) Não sei;  
 e) Outro: \_\_\_\_\_



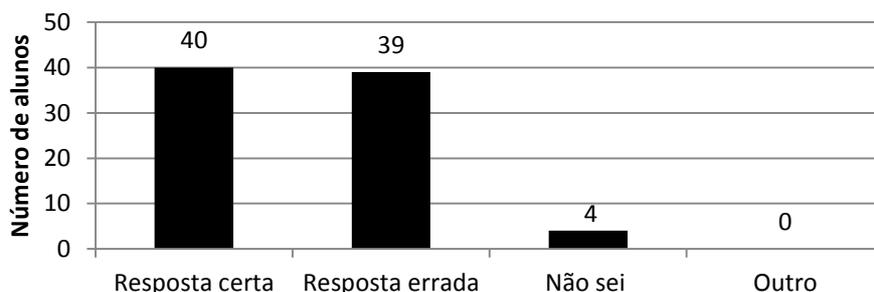
7) Entre as opções abaixo, qual complementa corretamente a frase “a lâmpada acende devido ...”:  
 a) à energia armazenada na própria lâmpada;  
 b) ao fato de estar muito próxima da bateria;  
c) aos elétrons que circulam pelo filamento da lâmpada;  
 d) Não sei;  
 e) Outro: \_\_\_\_\_



O fato de todos os alunos terem acertado a Questão 6 e cerca de 98% a Questão 7 indica que eles tinham claro que a corrente elétrica circula pelos fios e pelo filamento da lâmpada, não tendo havido outras opções que os deixassem em dúvida sobre isso.

**Resultados da 8ª questão:**

8) “Temos duas soluções aquosas, a primeira uma solução de água + sal de cozinha e a segunda de água + açúcar”.  
 Marque a afirmativa correta.  
 a) As duas soluções não conduzem corrente elétrica;  
 b) As duas soluções conduzem corrente elétrica;  
c) A primeira solução conduz e a segunda não conduz corrente elétrica;  
 d) Não sei;  
 e) Outro: \_\_\_\_\_



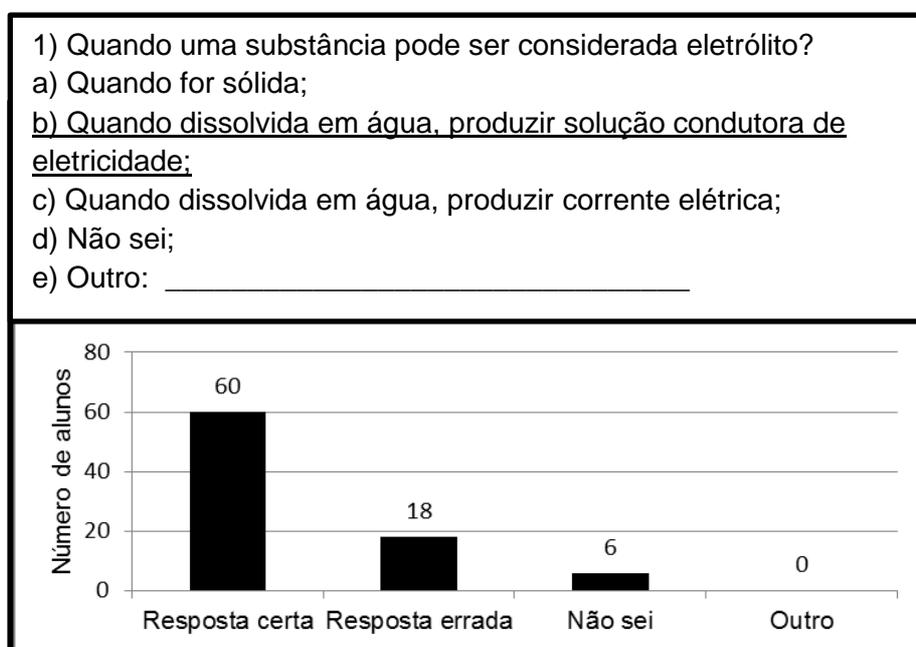
Ao ter que distinguir simultaneamente entre uma substância que é um eletrólito (cloreto de sódio) e outra que não (açúcar), os alunos tiveram dificuldade, sendo que 48% acertaram a questão, 47% erraram e 5% declararam não saber.

Os resultados obtidos pelos alunos nas primeiras três questões desta segunda parte da avaliação diagnóstica, envolvendo questões sobre corrente elétrica, indicam que eles têm bom domínio sobre a circulação da corrente elétrica por fios, mas necessitam rever a parte de conexão de uma lâmpada a um circuito diretamente com fios. Já os resultados obtidos na última questão desta parte, novamente envolvendo conceitos de química (como caracterizar se uma substância é um eletrólito), indicaram que isso precisava ser retrabalhado para que uma fração mais significativa dos alunos realmente passasse a mostrar indícios de bom domínio desta questão. Cabe ressaltar novamente que esta deveria ser a função do questionário-pesquisa e da sua discussão.

### 3.2 – Resultados e análise do impacto do questionário pós-pesquisa

Recebido o questionário-pesquisa, o conteúdo do mesmo foi amplamente discutido em sala, questão por questão, e, ao final, foi feita a montagem de mapas conceituais. Para avaliar o efeito disso sobre os conhecimentos dos alunos acerca de princípios básicos envolvendo eletrólitos, em uma aula seguinte foi aplicada uma avaliação pós-pesquisa, tratando dos tópicos que foram trabalhados no questionário-pesquisa. Os alunos responderam a esta avaliação de forma individual e sem qualquer consulta a livros, notas de aula, etc.

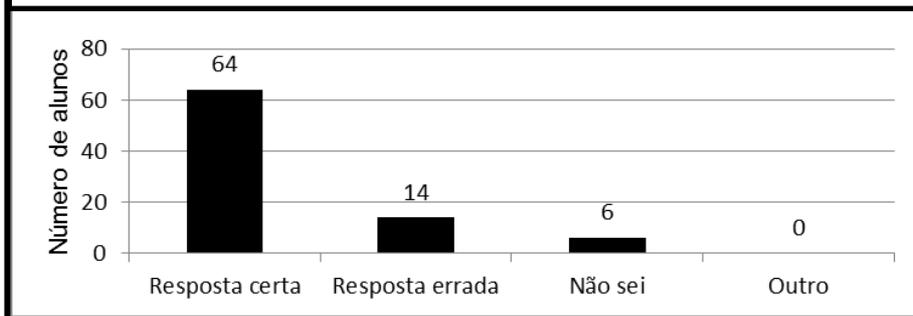
#### Resultados da 1ª questão:



A maioria dos alunos (cerca de 71%) apontou a definição correta de eletrólito, 21% erraram e 7% declararam não saber.

**Resultados da 2ª questão:**

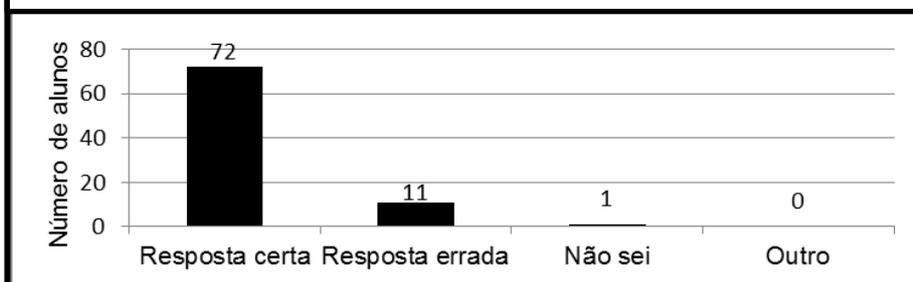
2) O açúcar (sacarose) se dissolve em água. Por que a solução formada por açúcar e água não conduz corrente elétrica?  
a) Porque o açúcar é sólido;  
b) Porque a solução formada é rica em íons;  
c) Porque não existem íons em solução;  
d) Não sei;  
e) Outro: \_\_\_\_\_



Neste caso, uma fração maior dos alunos (cerca de 76%) apontou corretamente a razão de uma solução de açúcar não conduzir corrente elétrica, 17% erraram e, novamente, 7% declararam não saber.

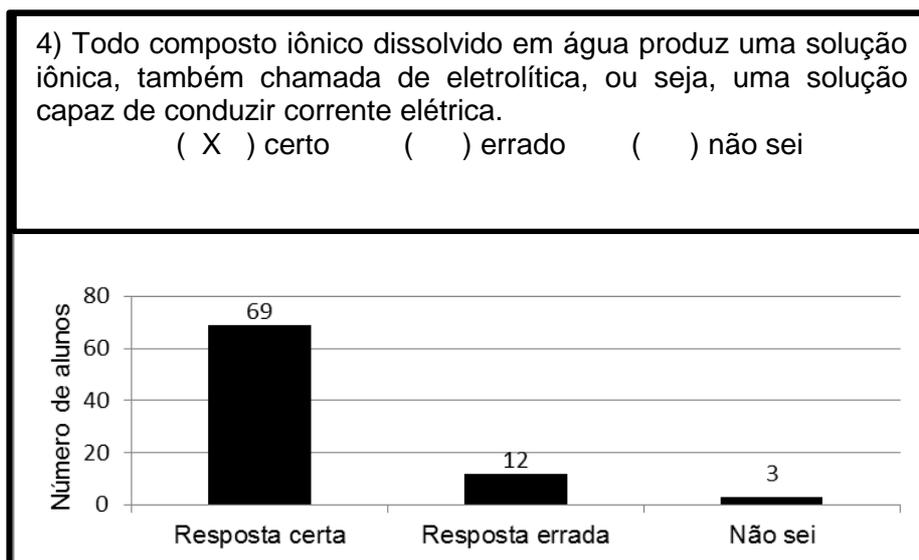
**Resultados da 3ª questão:**

3) O sal de cozinha (cloreto de sódio) é um composto iônico, sólido nas condições ambientes e solúvel em água. Por que a solução aquosa de cloreto de sódio é condutora de eletricidade?  
a) Porque como o açúcar, o cloreto de sódio é sólido;  
b) Porque a solução formada é iônica;  
c) Porque a solução formada é molecular;  
d) Não sei;  
e) Outro: \_\_\_\_\_



A maioria absoluta dos alunos (cerca de 86%) apontou corretamente a razão de uma solução aquosa de cloreto de sódio ser condutora de eletricidade, 13% erraram e um único aluno declarou não saber.

**Resultados da 4ª questão:**

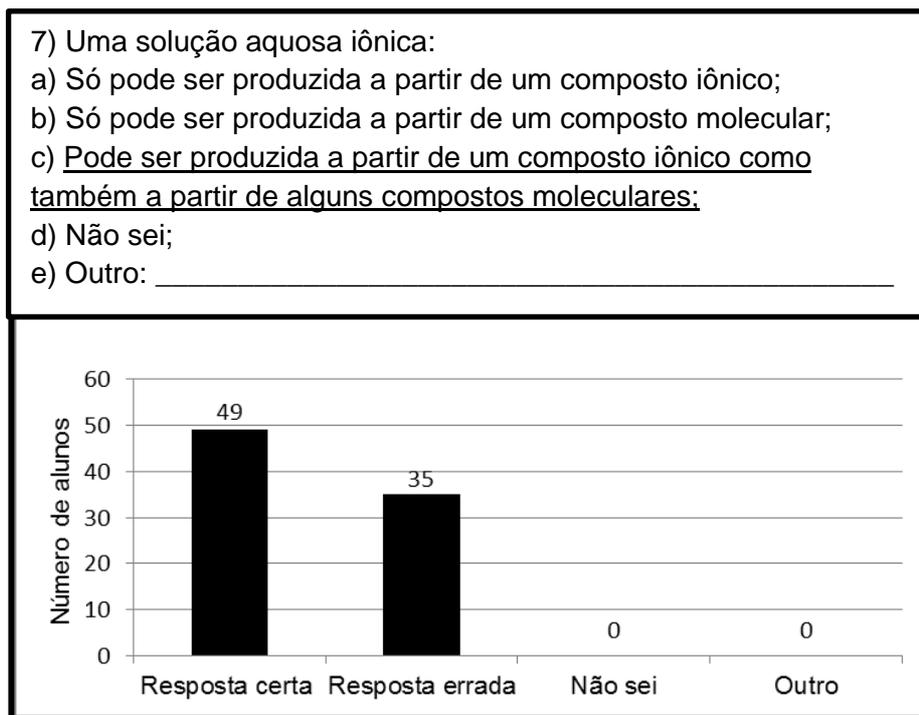


Neste caso, a maioria absoluta dos alunos (cerca de 82%) apontou corretamente que estava certa a afirmativa de que sólidos iônicos geram soluções eletrolíticas ao serem dissolvidos em água. Mas, cerca de 14% erroneamente consideraram errada a afirmativa e cerca de 4% dos alunos declararam não saber.



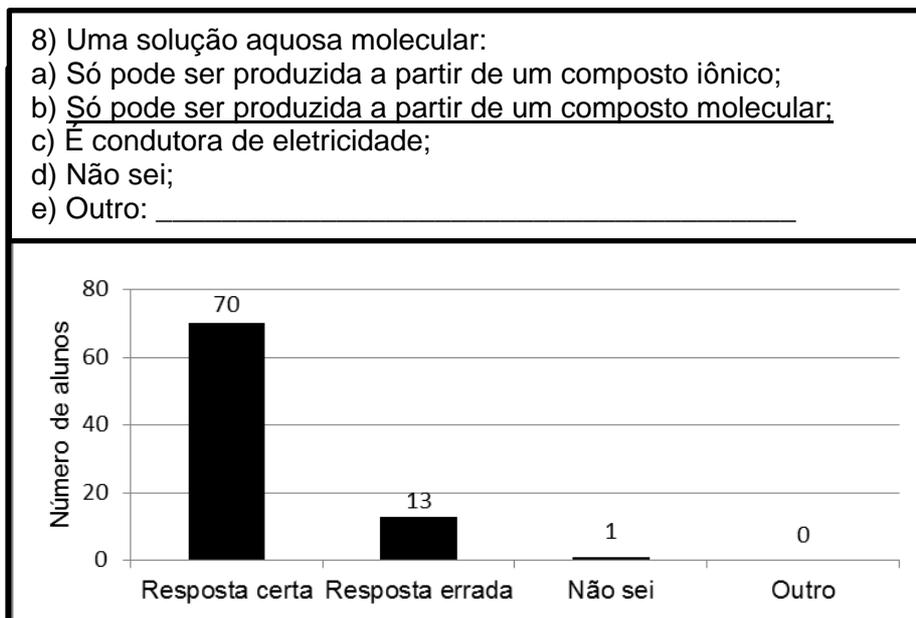
A maioria dos alunos (cerca de 70%) apontou corretamente que uma solução aquosa de um ácido de Arrhenius é iônica, 17% erraram e 13% declararam não saber.

**Resultados da 7ª questão:**



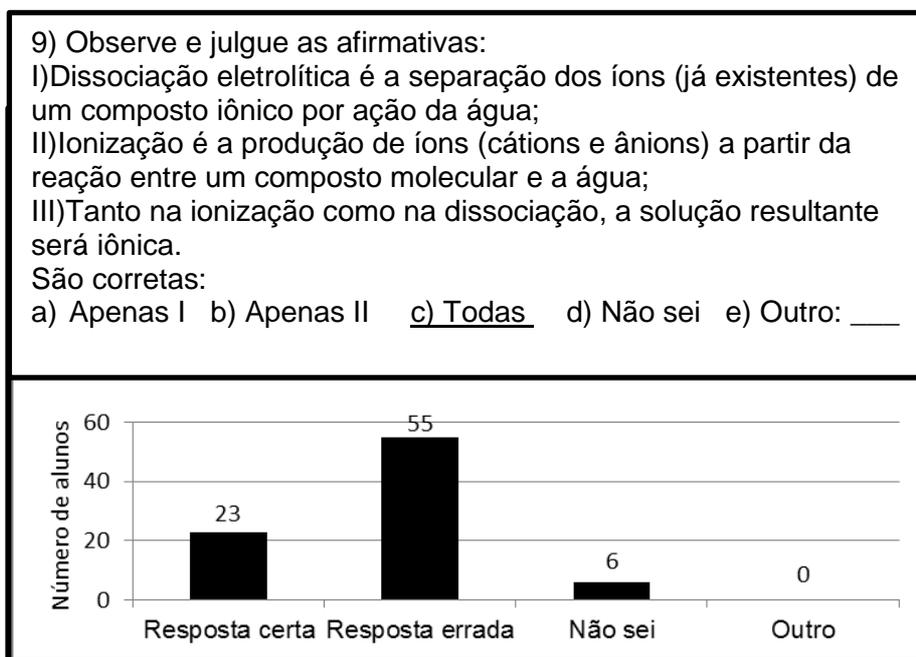
Neste caso, a maioria dos alunos (cerca de 58%) apontou corretamente que uma solução aquosa iônica pode ser produzida tanto a partir de um composto iônico como de um molecular, sendo que 42% erraram.

**Resultados da 8ª questão:**



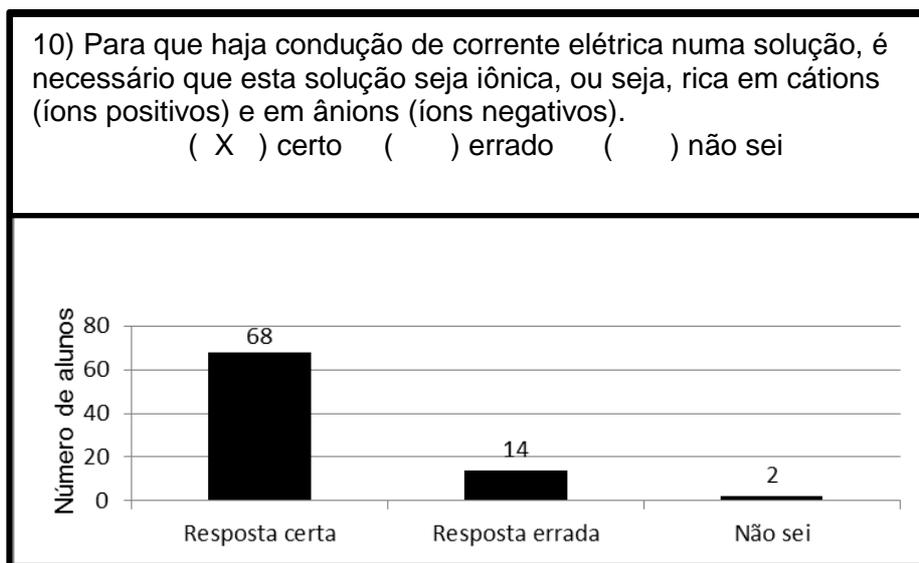
Agora a maioria absoluta dos alunos (cerca de 83%) apontou corretamente que uma solução aquosa molecular só pode ser produzida a partir de um composto molecular, 15% erraram e um único aluno declarou não saber.

**Resultados da 9ª questão:**



Somente cerca de 27% dos alunos apontou corretamente que todas as afirmativas eram corretas, demonstrando distinguir claramente o que são processos de dissociação eletrolítica e ionização, e que eles levam à existência de soluções iônicas. Cerca de 65% dos alunos erraram e cerca de 7% declararam não saber.

**Resultados da 10ª questão:**



A maioria absoluta dos alunos (cerca de 81%) apontou corretamente que, para que haja condução de corrente elétrica, a solução deve ser iônica, 17% erraram e dois alunos declararam não saber.

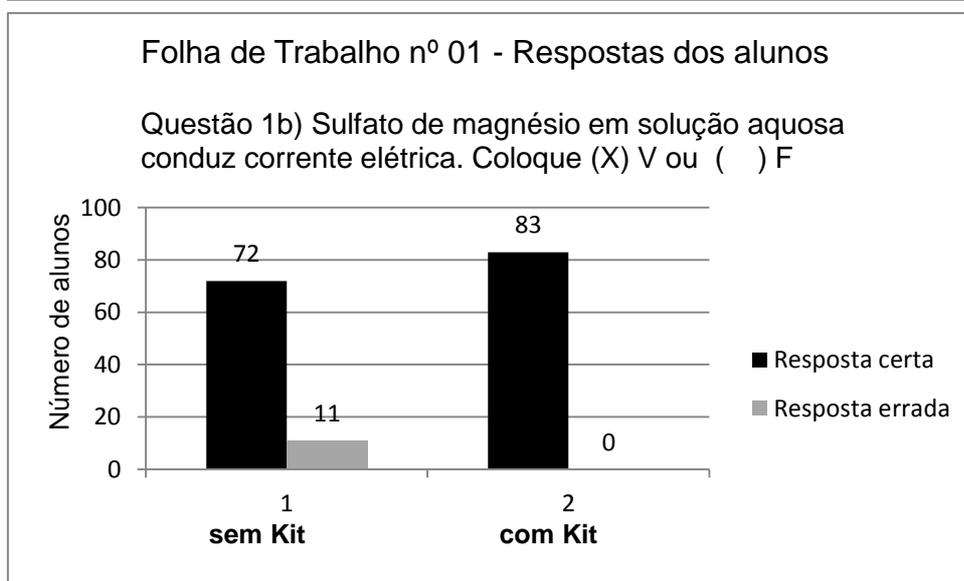
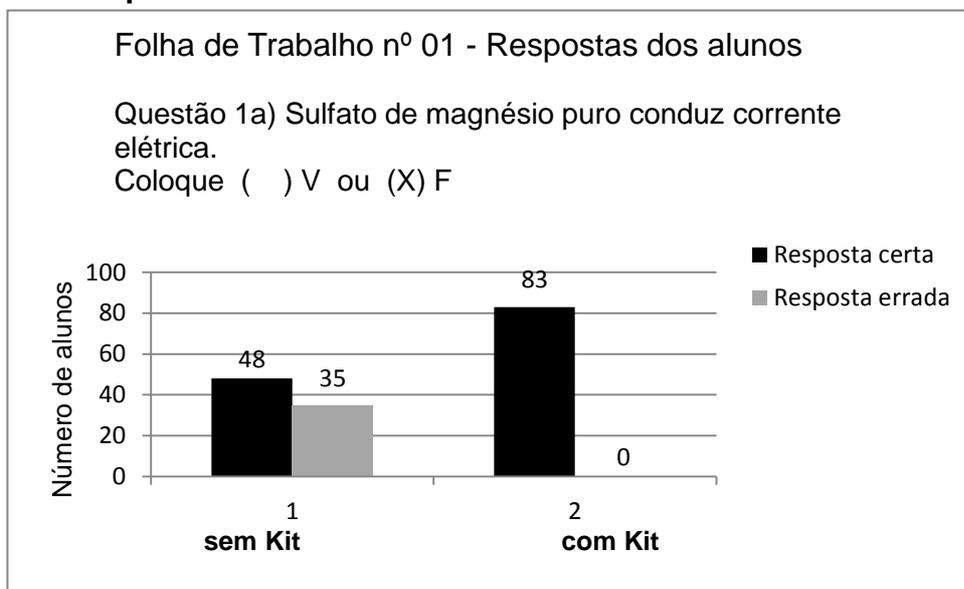
Os resultados obtidos pelos alunos ao responder essas dez questões da avaliação pós-pesquisa indicam que a resposta ao questionário-pesquisa pelos alunos, sua discussão em sala de aula, com montagem de mapas conceituais, teve um efeito bastante positivo sobre seus conhecimentos sobre eletrólitos / soluções eletrolíticas. Das dez questões da avaliação pós-pesquisa, oito tiveram acerto por mais de 50% dos alunos, sendo que em sete delas pela maioria absoluta (mais de 67%) dos alunos.

**3.3 – Resultados e análise da Folha de Trabalho nº 1**

Como informado na seção 2.5.5, a Folha de Trabalho nº 1 continha exercícios com substâncias e soluções comuns, com enunciados ricos em

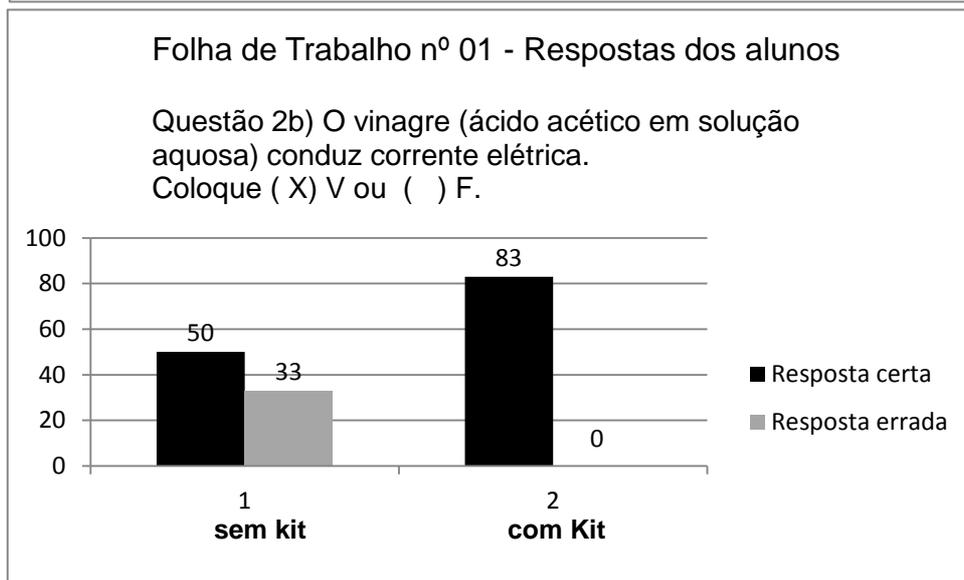
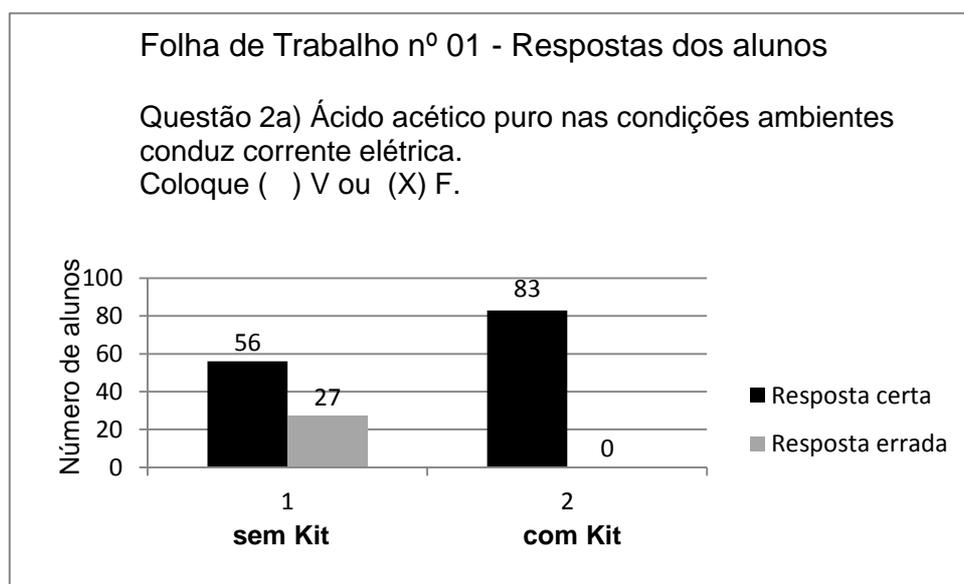
informações teóricas que deveriam auxiliar os alunos a resolver cada questão. Num primeiro momento os alunos responderam as questões apenas baseados em seus conhecimentos, sem qualquer consulta. Posteriormente, as mesmas questões foram novamente respondidas usando o kit de experimentos, isto é, testando as hipóteses levantadas nas questões, sempre usando o indicador de condutividade. Neste caso, os alunos usaram o kit em grupos, mas responderam os exercícios individualmente, sendo que então praticamente 100% dos alunos responderam corretamente as questões (os poucos casos de respostas erradas devem ter decorrido de distração dos alunos, dada a constatação experimental feita em cada caso). Assim, a seguir, somente serão comentados os resultados referentes às respostas sem o uso do kit de experimentos, apesar de sempre ser também indicado o resultado obtido com o uso do kit.

**Resultados da 1ª questão:**



Em relação ao sulfato de magnésio sólido, a maioria dos alunos (cerca de 58%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que ele conduz corrente elétrica. Já em relação à solução aquosa de sulfato de magnésio, a maioria absoluta dos alunos (cerca de 87%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que ela conduz corrente elétrica.

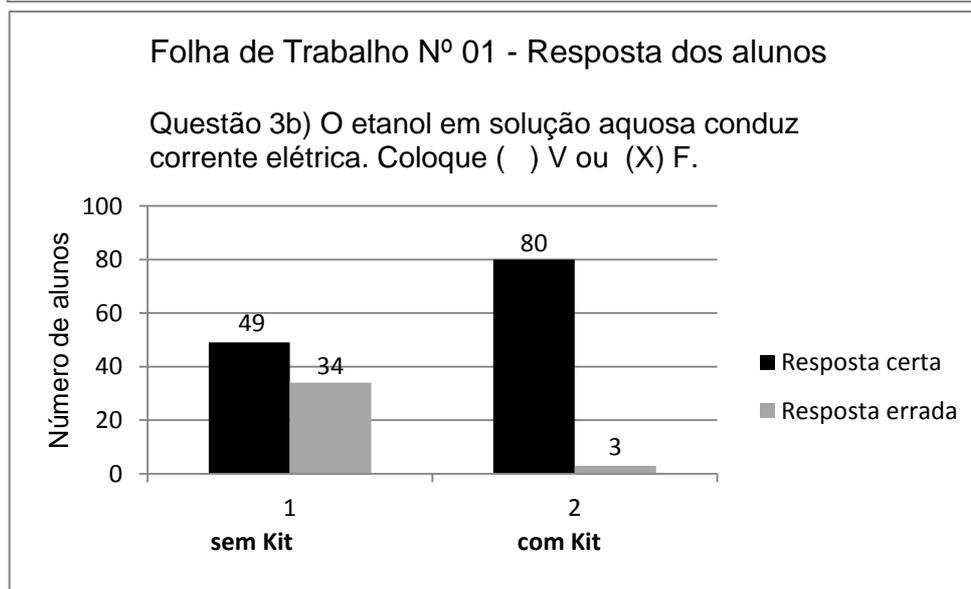
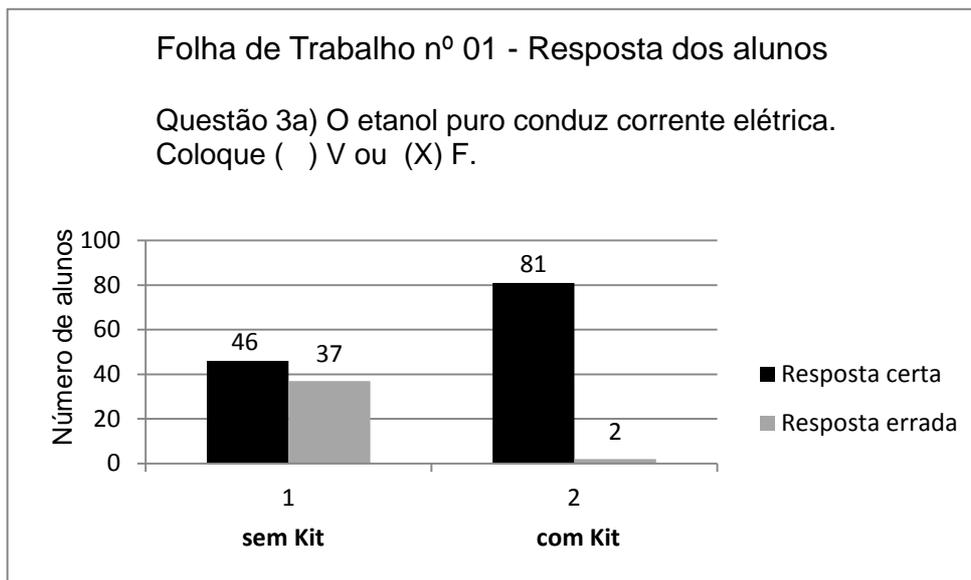
**Resultados da 2ª questão:**



A maioria dos alunos (cerca de 67%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o ácido acético puro conduz corrente elétrica. Já em

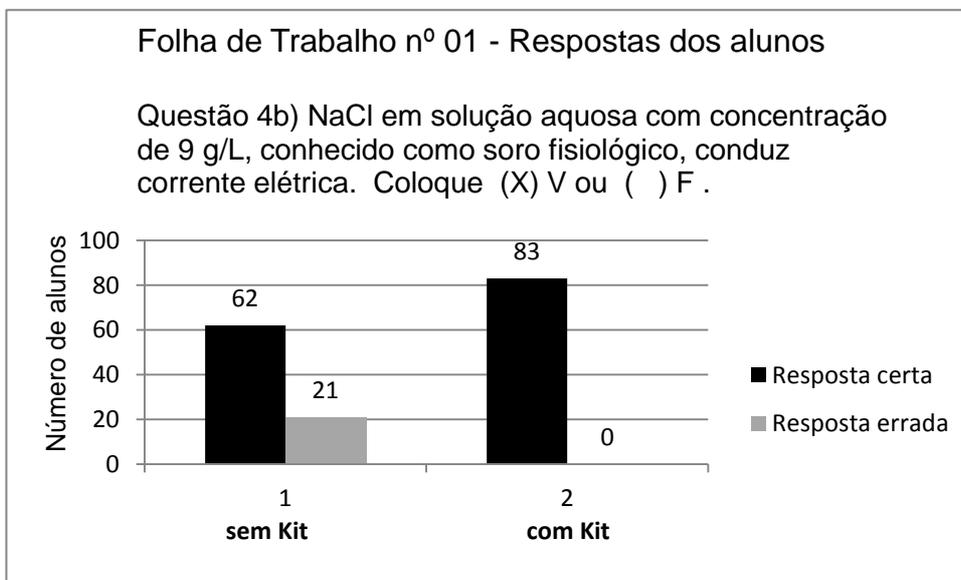
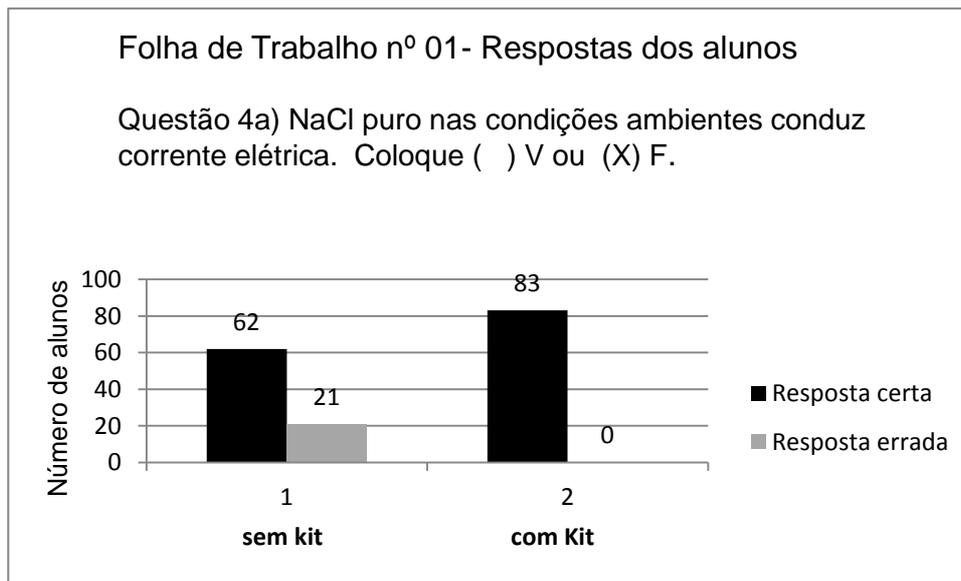
relação ao vinagre (ácido acético em solução aquosa), a maioria deles (cerca de 60%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que ele conduz corrente elétrica.

**Resultados da 3ª questão:**



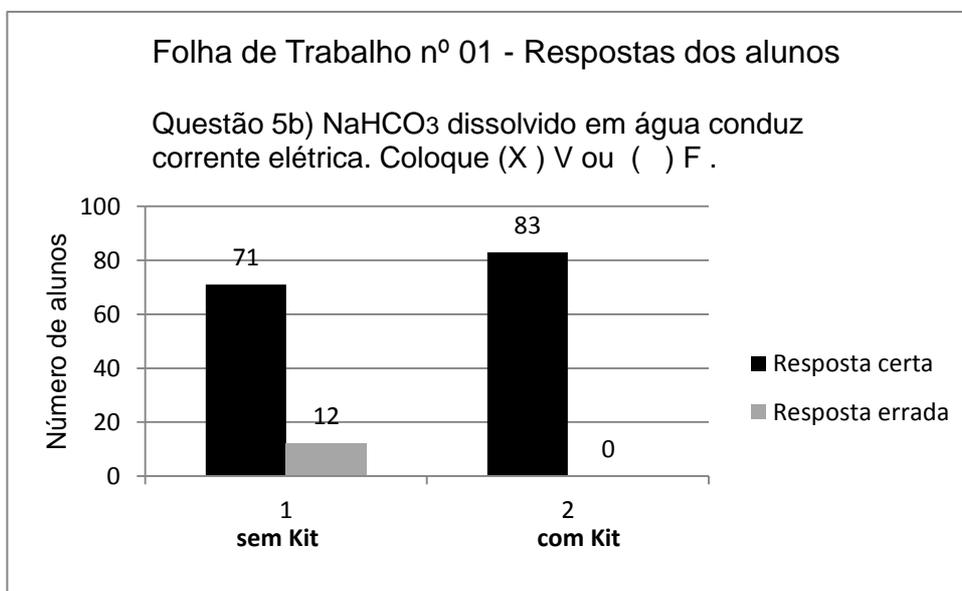
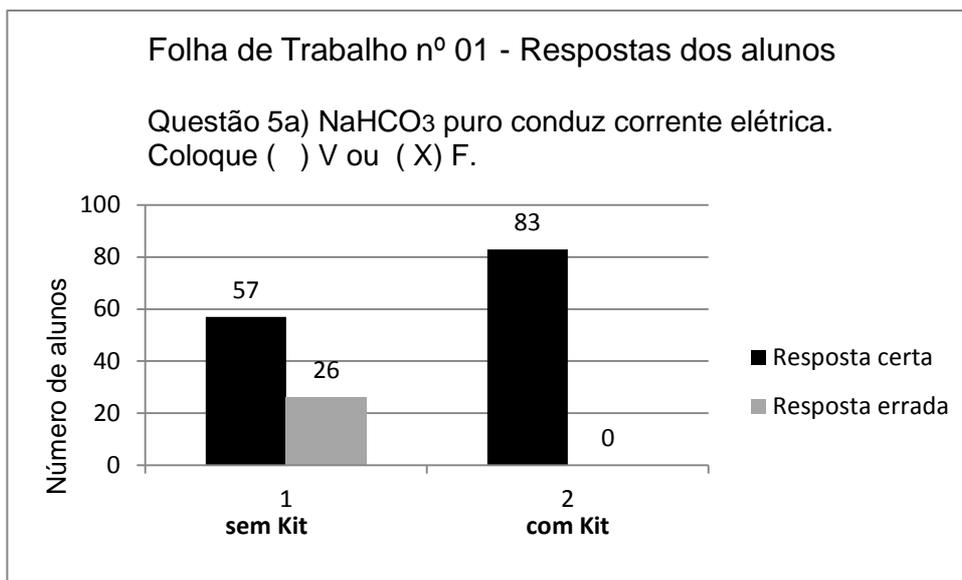
Em relação ao etanol puro e à sua solução aquosa, em ambos os casos a maioria dos alunos (cerca de 55% e 59%, respectivamente) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que eles conduzem corrente elétrica.

**Resultados da 4ª questão:**



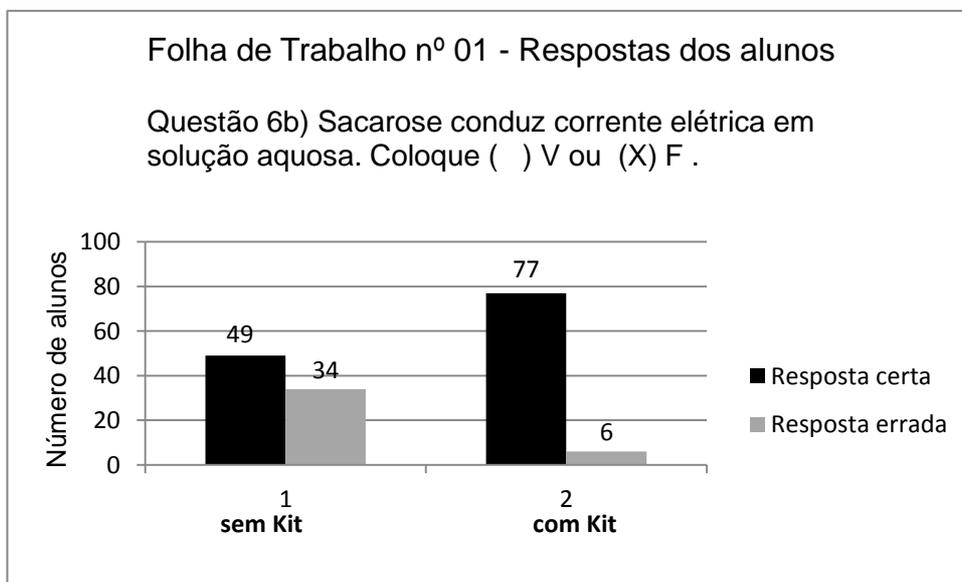
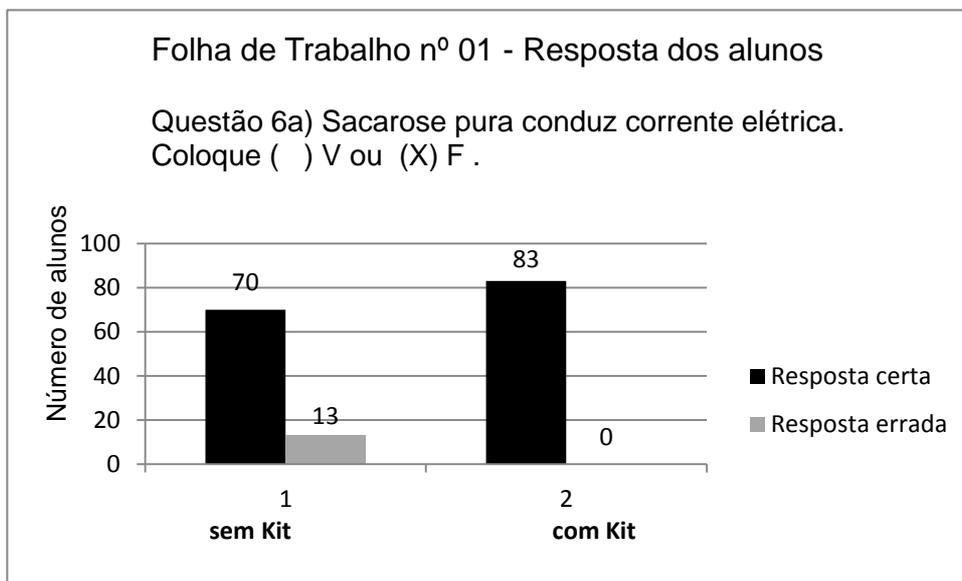
A maioria dos alunos (cerca de 75%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o cloreto de sódio puro conduz corrente elétrica. Por outro lado, uma mesma maioria apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que o soro fisiológico conduz corrente elétrica.

Resultados da 5ª questão:



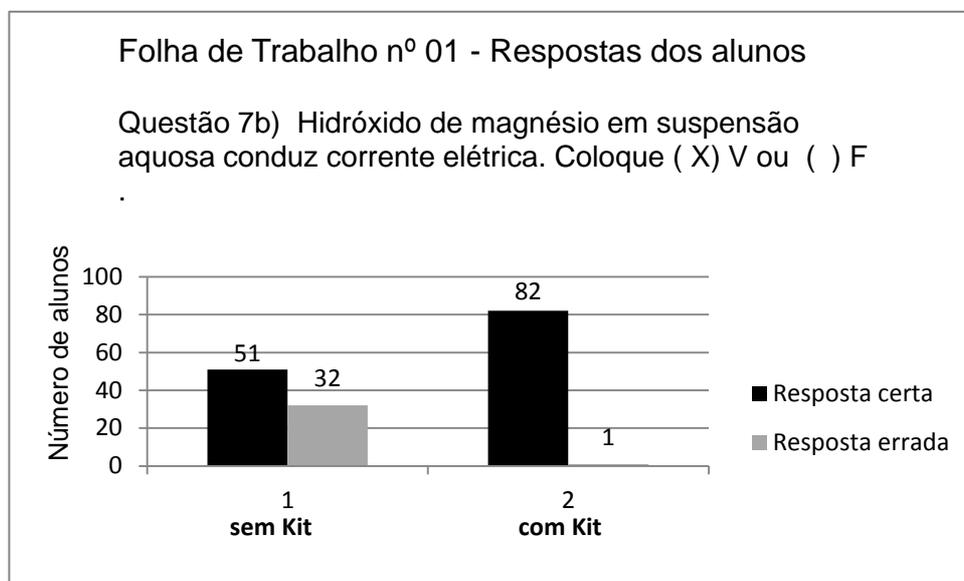
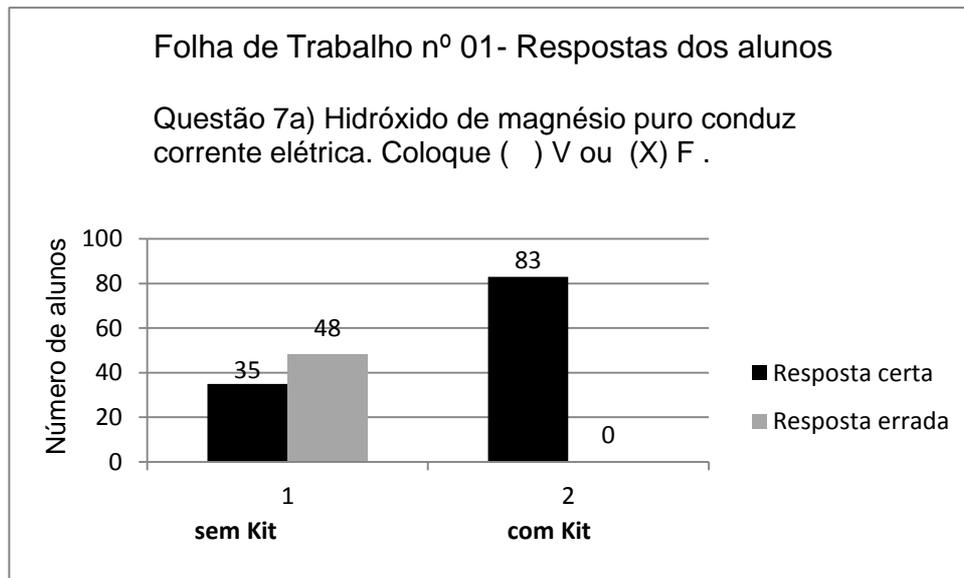
Neste caso, a maioria absoluta dos alunos (cerca de 69%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o bicarbonato de sódio puro conduz corrente elétrica. Por outro lado, uma maioria ainda mais significativa dos alunos (cerca de 86%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que o bicarbonato de sódio dissolvido em água conduz corrente elétrica.

**Resultados da 6ª questão:**



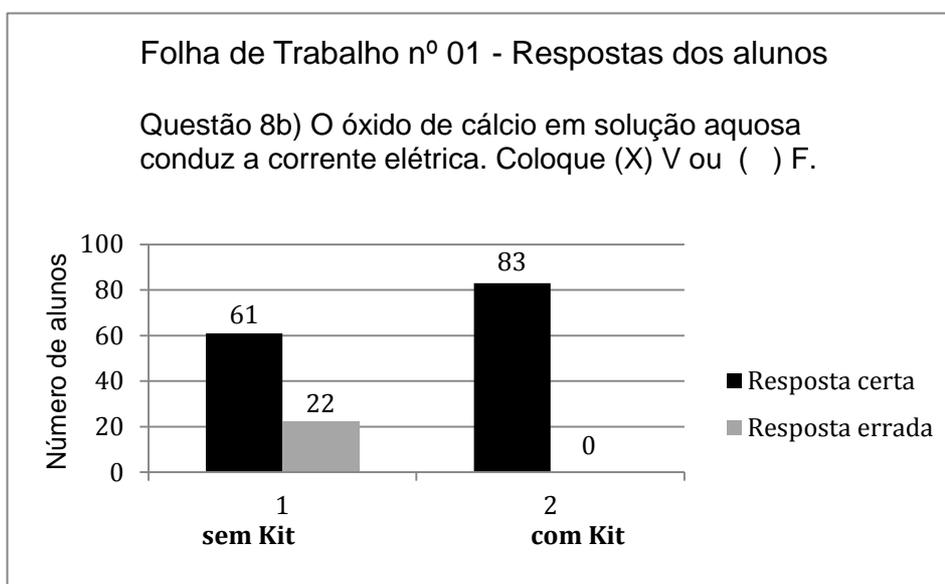
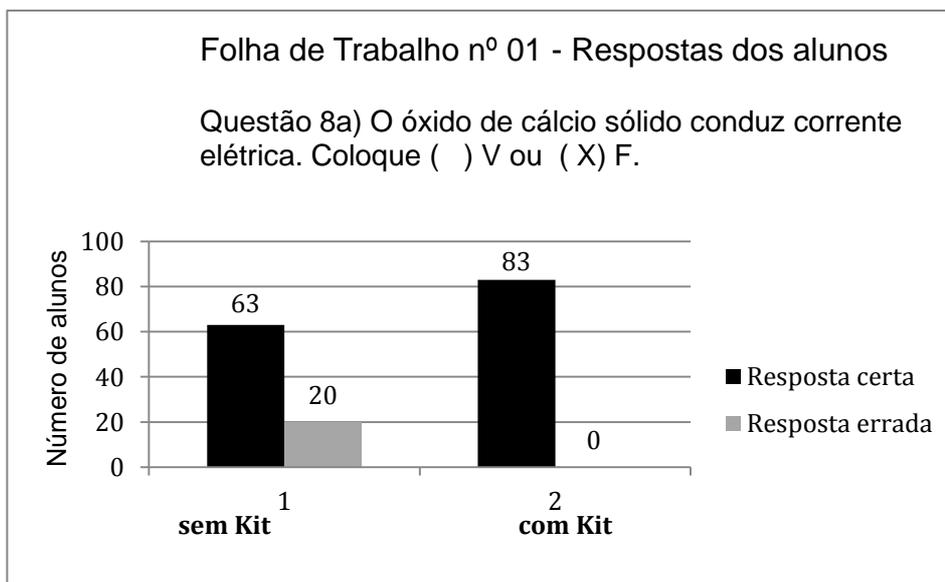
Em relação à sacarose pura, a maioria absoluta dos alunos (cerca de 84%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que ela conduz corrente elétrica. Entretanto, apesar de ainda maioria, uma fração menor dos alunos (cerca de 59%) apontou corretamente que também era falsa a afirmação de que sacarose em solução aquosa conduz corrente elétrica.

**Resultados da 7ª questão:**



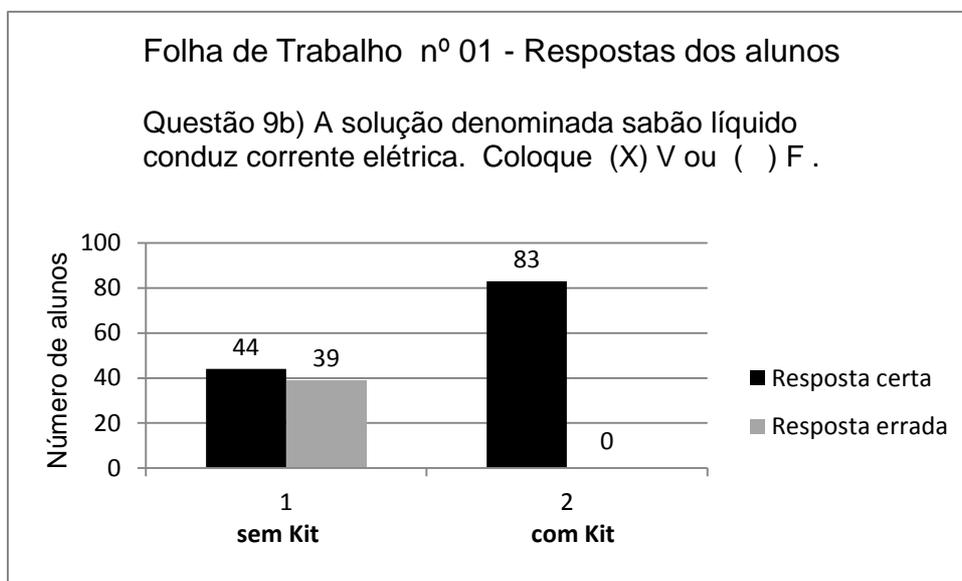
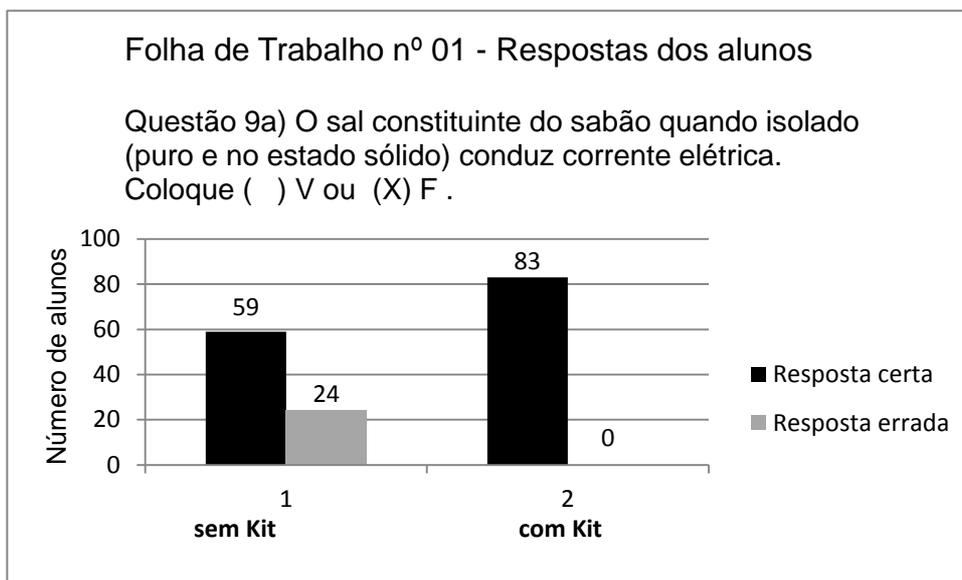
Uma minoria dos alunos (cerca de 42%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o hidróxido de magnésio puro conduz corrente elétrica. Entretanto, uma maioria deles (cerca de 61%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que o hidróxido de magnésio em solução aquosa conduz corrente elétrica.

**Resultados da 8ª questão:**



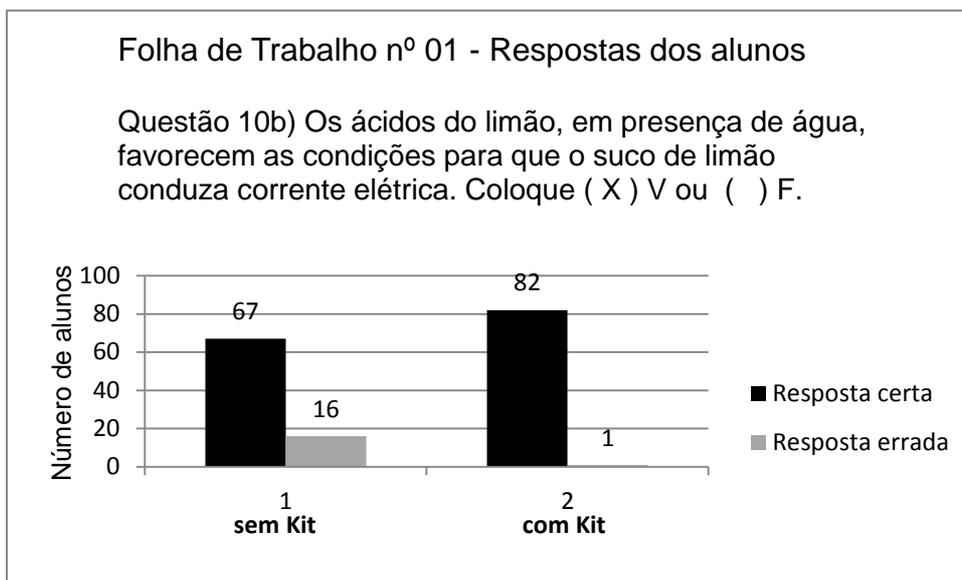
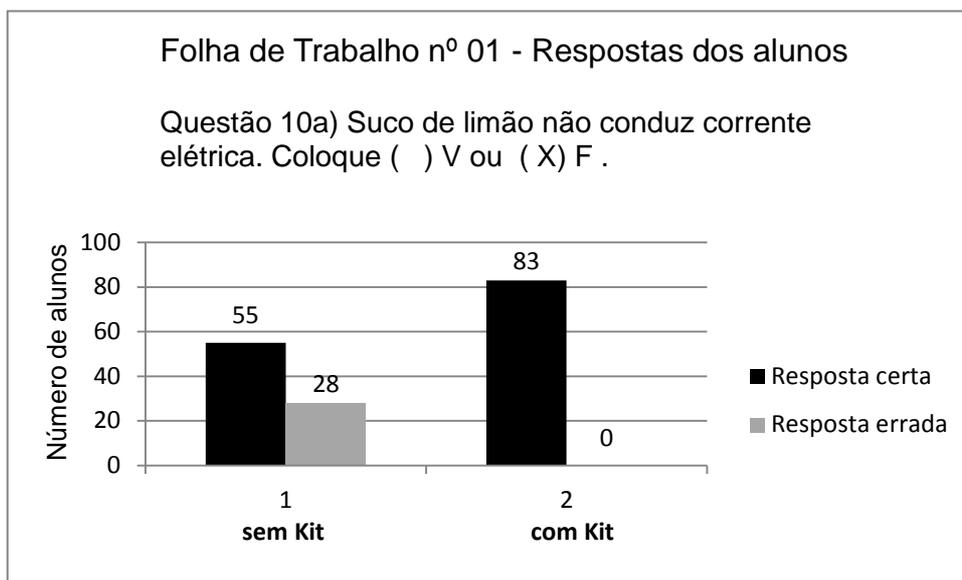
Neste caso, a maioria dos alunos (cerca de 76%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o óxido de cálcio conduz corrente elétrica. Também uma maioria deles (cerca de 73%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que o óxido de cálcio em solução aquosa conduz corrente elétrica.

**Resultados da 9ª questão:**



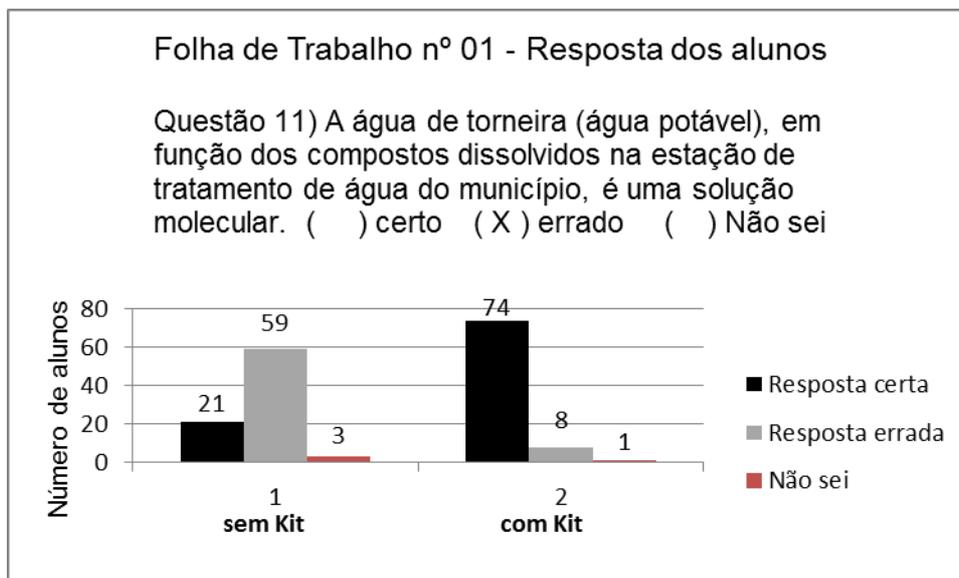
A maioria dos alunos (cerca de 71%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o sal constituinte do sabão, puro, conduz corrente elétrica. Entretanto, apesar de ainda maioria, uma fração menor dos alunos (cerca de 53%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que a solução denominada de sabão líquido conduz corrente elétrica.

**Resultados da 10ª questão:**



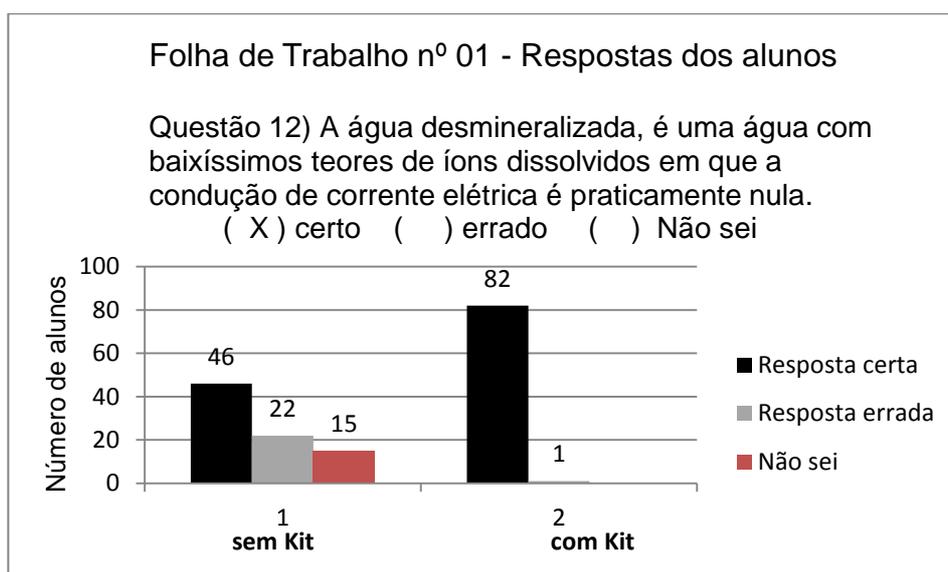
Neste caso, a maioria dos alunos (cerca de 66%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que o suco de limão não conduz corrente elétrica. Por outro lado, uma maioria absoluta deles (cerca de 81%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que os ácidos do limão, em presença de água, favorecem que o suco de limão conduza corrente elétrica.

**Resultados da 11ª questão:**



Sem o uso do kit de experimentos, a minoria dos alunos (cerca de 25%) apontou corretamente que era errada a afirmação de que a água potável é uma solução molecular, e 71% (maioria) erraram e 3% dos alunos declararam não saber. Sensível a diferença obtida com o uso do kit de experimentos.

**Resultados da 12ª questão:**



Sem o uso do kit de experimentos, a maioria dos alunos (55%) apontou corretamente que era certa a afirmação de que a água desmineralizada apresenta

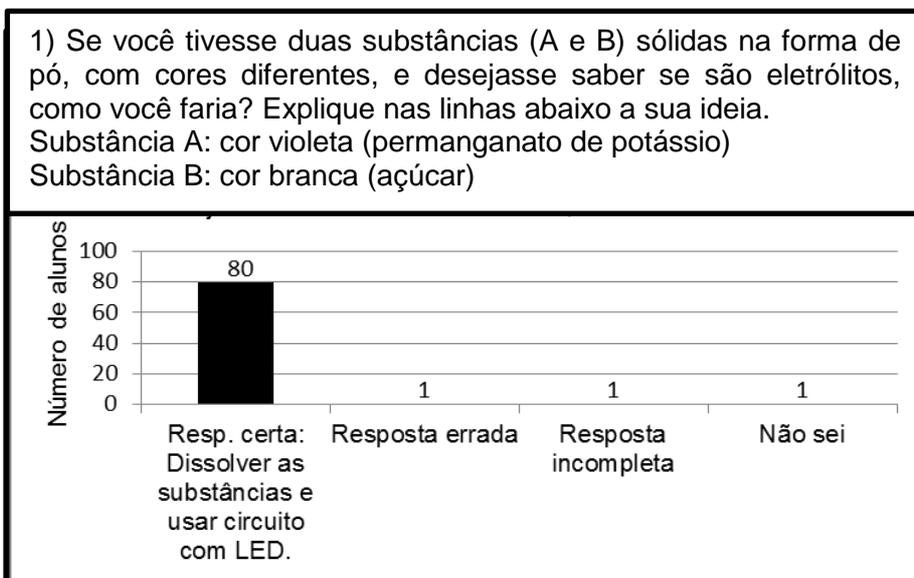
condução elétrica praticamente nula, cerca de 27% erraram e cerca de 18% declararam não saber.

Os resultados obtidos pelos alunos nessas doze questões da Folha de Trabalho nº 1, respondidas sem qualquer tipo de consulta, indicam que eles, mesmo antes de usar o kit de experimentos, já apresentavam um bom domínio dos conhecimentos abordados. Esta conclusão decorre do fato de que o índice de acerto foi superior a 50% em 20 das 22 questões respondidas, sendo que em dez delas esse índice foi maior ou igual a 67%, isto é, uma maioria absoluta dos alunos respondeu corretamente essas questões. Os dois casos de baixo índice de acerto se referem, resumidamente, às seguintes afirmativas: a) o hidróxido de magnésio sólido conduz eletricidade (questão 7a); b) a água de torneira é uma solução molecular (questão 11).

### 3.4 – Resultados e análise da Folha de Trabalho nº 2

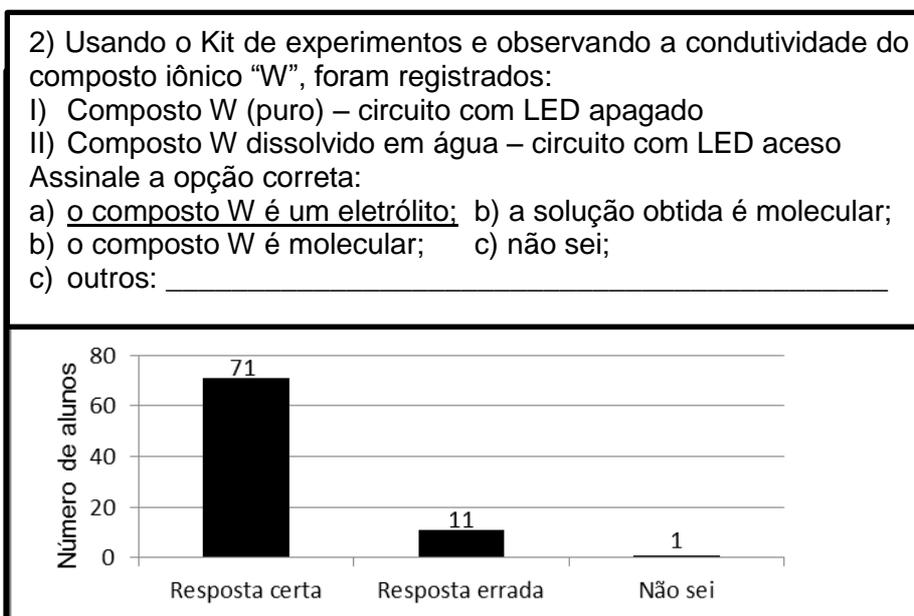
Como informado na seção 2.5.6, a Folha de Trabalho nº 2 foi respondida pelos alunos, em sala de aula, sem qualquer forma de consulta, na semana seguinte à aplicação da Folha de Trabalho nº 1 (com o kit de experimentos). Portanto, esperava-se que os alunos fizessem uso apenas dos conceitos teóricos adquiridos e dos resultados experimentais obtidos durante a utilização do kit de experimentos alguns dias antes. A seguir, serão comentados os resultados referentes às cinco questões aplicada, sendo que a última delas não se refere a conhecimento sobre eletrólitos, indagando se o kit de experimentos ajudou ou não na compreensão sobre eletrólitos.

**Resultados da 1ª questão:**



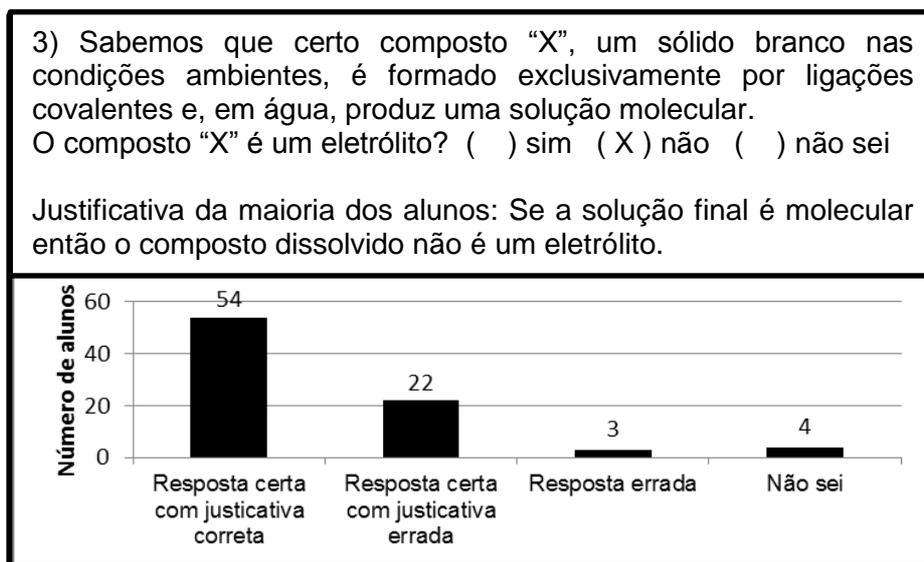
Neste caso, a questão era aberta, sem opções a serem escolhidas. De qualquer modo, a maioria absoluta dos alunos (cerca de 96%) escreveu respostas que indicavam que para saber se uma substância sólida é um eletrólito eles a dissolveriam em água e usariam o indicador de condutividade para constatar se a solução resultante era condutora de corrente elétrica ou não. Os únicos três alunos que não responderam corretamente distribuíram-se entre resposta errada, resposta incompleta e declaração de não saber.

**Resultados da 2ª questão:**



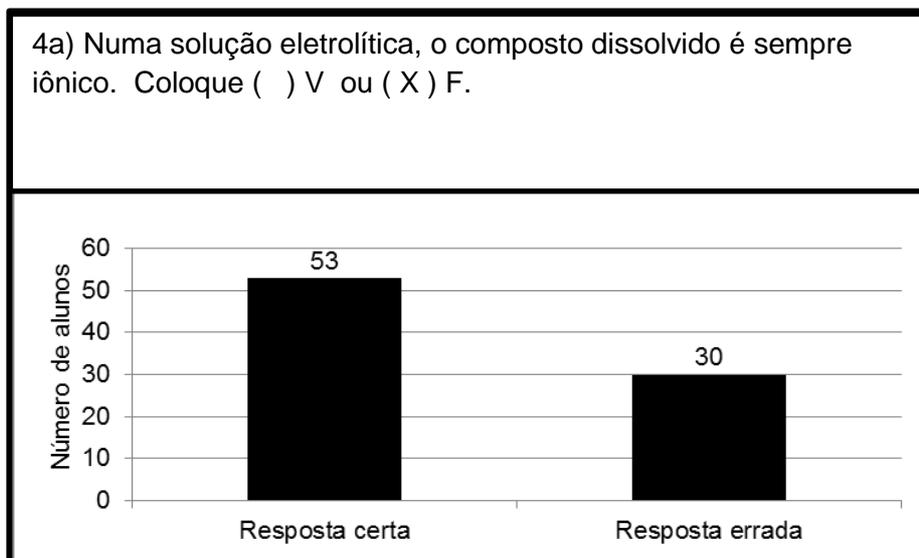
Frente à descrição dos resultados obtidos ao usar o indicador de condutividade com um composto iônico puro e dissolvido em água, a maioria absoluta dos alunos apontou corretamente que o composto é um eletrólito, 13% apresentaram respostas erradas e um aluno declarou não saber.

**Resultados da 3ª questão:**



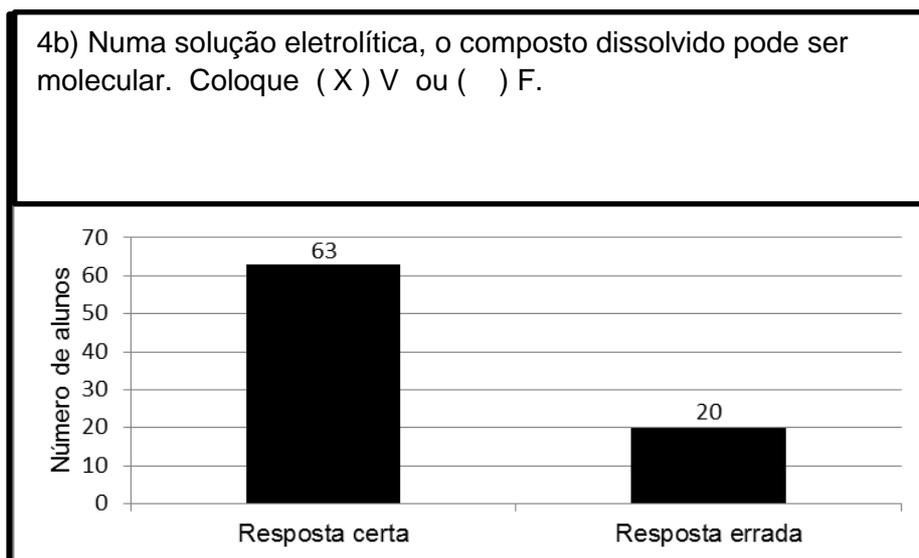
Neste caso, frente à informação de que um sólido branco era um composto molecular, o qual ao se dissolver em água produzia uma solução molecular, a maioria absoluta dos alunos (92%) apontou corretamente que composto não era um eletrólito. Entretanto, deles, cerca de 29% apresentaram justificativas erradas para suas respostas. Somente três alunos apontaram erroneamente que o composto era um eletrólito e quatro declararam não saber.

**Resultados da 4ª questão – item a:**



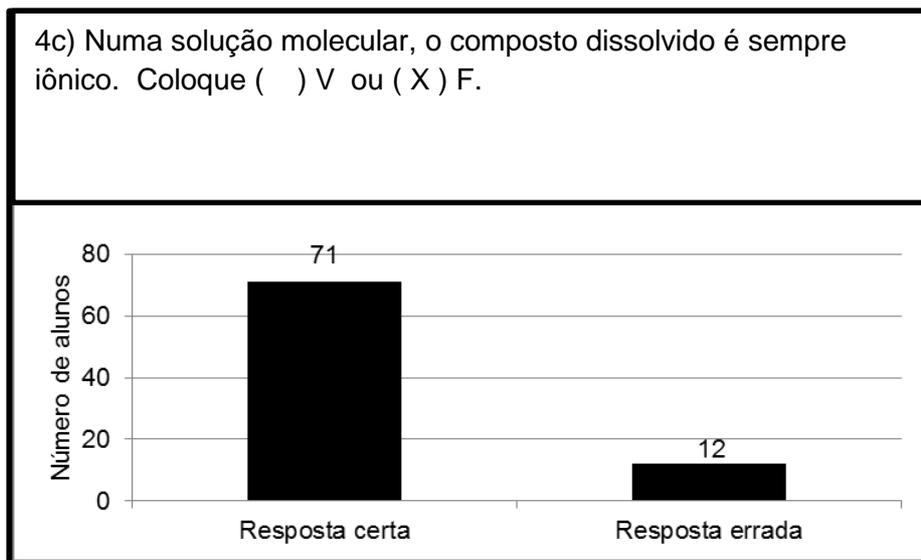
A maioria dos alunos (cerca de 64%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que numa solução eletrolítica o composto dissolvido é sempre iônico.

**Resultados da 4ª questão – item b:**



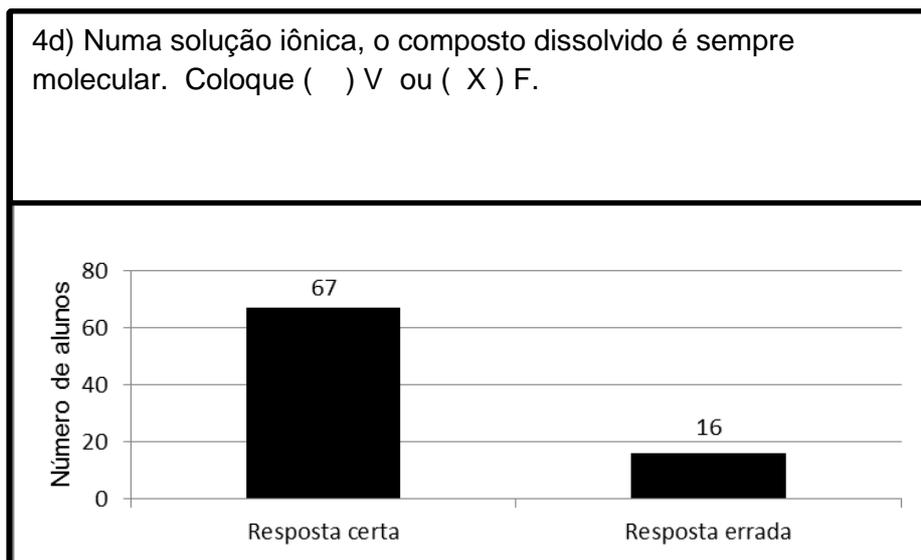
Neste caso, a maioria absoluta dos alunos (cerca de 76%) apontou corretamente que era verdadeira a afirmação de que numa solução eletrolítica o composto dissolvido pode ser molecular.

**Resultados da 4ª questão – item c:**



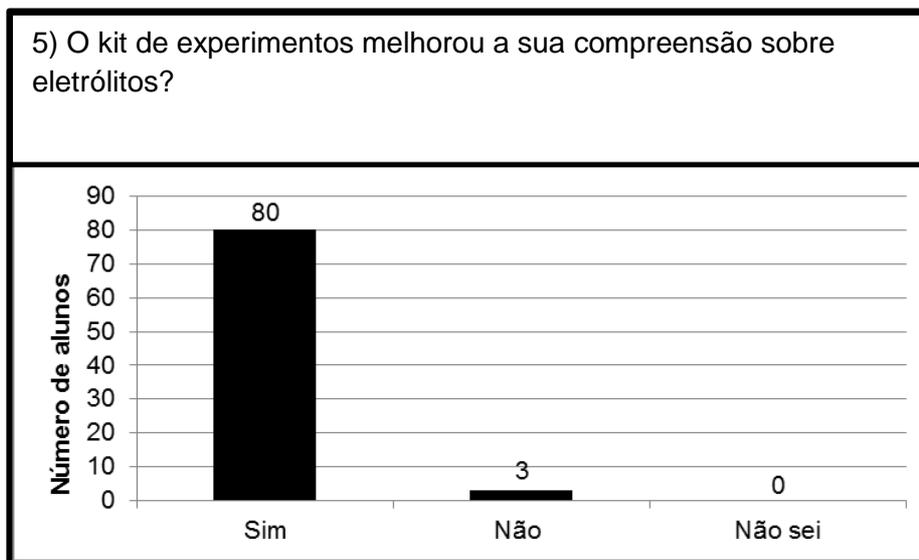
A maioria absoluta dos alunos (cerca de 86%) apontou corretamente que era falsa a afirmação de que numa solução molecular o composto dissolvido é sempre iônico.

**Resultados da 4ª questão – item d:**



A maioria absoluta dos alunos (cerca de 81%) também apontou corretamente que era falsa a afirmação de que numa solução iônica o composto dissolvido é sempre molecular.

**Resultados da 5ª questão:**



Finalmente, praticamente todos os alunos (cerca de 96%) apontaram que o kit de experimentos melhorou o entendimento sobre eletrólitos. Entretanto, para três alunos isto não aconteceu.

Os resultados obtidos nas quatro primeiras questões (na realidade sete, já que a 4ª questão está desmembrada em quatro itens) da Folha de Trabalho nº 2, respondidas sem qualquer tipo de consulta para finalizar a aplicação do kit de experimentos, indicam que os alunos efetivamente passaram a apresentar um bom domínio sobre eletrólitos. Em todas os casos, o índice de acerto foi superior a 50%, sendo que em quatro das questões esse índice foi maior ou igual a 67%, isto é, a maioria dos alunos respondeu corretamente essas questões.

### 3.5 – Alguns comentários sobre as respostas de questões dissertativas

Ao longo deste trabalho de pesquisa, foram aplicados aos alunos várias questões, a maioria delas eram questões fechadas e apenas seis eram abertas, sendo três das questões aplicadas na avaliação diagnóstica e as outras três das aplicadas na última avaliação (Folha de Trabalho nº 2).

Como o trabalho desta pesquisa está voltado para a construção, aplicação e avaliação de um kit de experimentos, não foi nosso objetivo trabalhar as questões abertas numa categorização, mas sim buscar informações sobre as concepções dos alunos antes a após o uso do kit.

A seguir, à guisa de ilustração do universo de respostas apresentadas pelos alunos às questões abertas, apresentaremos algumas das respostas.

Entre as questões aplicadas, destacamos os desenhos sobre conceitos básicos de Química e Eletricidade, na avaliação diagnóstica, e as respostas escritas sobre eletrólitos, na Folha de Trabalho nº 2.

Na fase da avaliação diagnóstica, encontramos um baixo percentual de acertos nas duas questões abertas de Química (23% na questão 1 e 13% na questão 4) e na questão de Eletricidade (36% na questão 5).

Da fase diagnóstica, no caso da questão 1, escolhemos as respostas de dois alunos (alunos 63 e 49) que refletem aquelas da minoria dos alunos que responderam de forma certa e de forma incompleta, entretanto destacamos que, para o pesquisador, são mais importantes as respostas dos alunos que não acertaram, pois elas revelam suas concepções prévias. Tanto o aluno 63 (Figura 3.1) como o 49 (Figura 3.2) fizeram suas representações com base no modelo atômico de Rutherford-Bohr. O aluno 63 respondeu corretamente ao solicitado na questão e, ademais, colocou algumas definições, demonstrando o que tinha aprendido nas aulas teóricas. Já o aluno 49 respondeu à questão de forma incompleta, não atribuindo nomes às partículas atômicas.

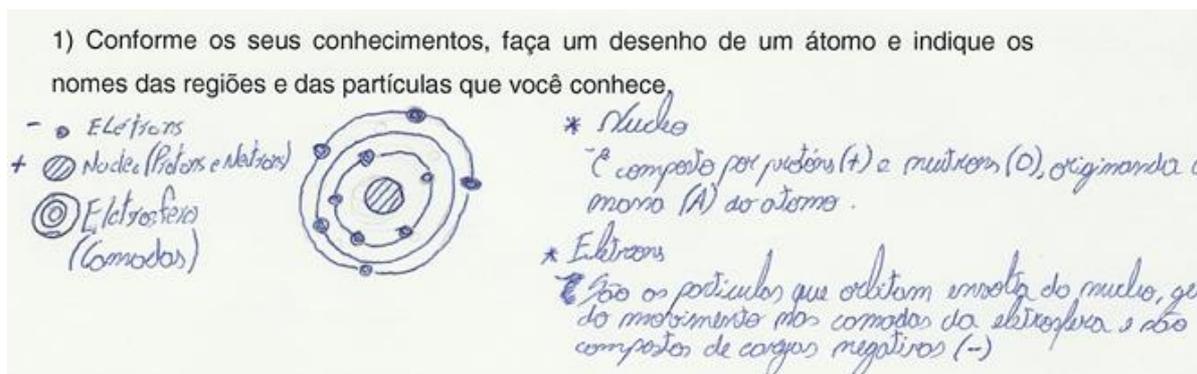


FIGURA 3.1 – Resposta correta à questão 1 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 63.

1) Conforme os seus conhecimentos, faça um desenho de um átomo e indique os nomes das regiões e das partículas que você conhece.

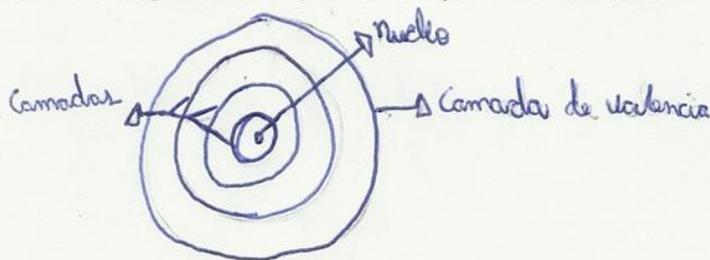


FIGURA 3.2 – Resposta incompleta à questão 1 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 49.

Para a questão 4 da avaliação diagnóstica, que abordava o conceito de íon, escolhemos as respostas dos alunos 58 e 4 (Figuras 3.3 e 3.4), também apresentando a mesma concepção do modelo usado na questão 1. No caso da questão 4, o índice de respostas certas foi mais baixo que o da questão 1, ou seja, foi mais difícil para os alunos representarem um íon do que um átomo. Da mesma forma, escolhemos dois alunos que representam a minoria de respostas certas observadas na avaliação diagnóstica. Se olharmos o desenho do aluno 58 (Figura 3.3), especificamente na representação dada ao elétron, o aluno desenhou as camadas eletrônicas (K e L) de forma circular e completas, ou seja, representou a situação do átomo (agora íon) com 2 elétrons na camada K e 8 elétrons na camada de valência (L). O aluno 58 ainda ilustrou o seu conhecimento sobre as partículas atômicas, número atômico ( $Z$ ), número de massa ( $A$ ) e indicou o elétron recebido pelo átomo. O aluno 4 (Figura 3.4) representou as camadas de forma elíptica e, se observarmos o seu desenho, nota-se que estão representados 9 prótons, 10 elétrons e 8 nêutrons; além disso, ele esclarece que a espécie em questão (íon) tem um elétron a mais.

Na época da aplicação deste exercício, os alunos que participaram da pesquisa já tinham estudado isótopos e tinham em seu material escolar a tabela periódica. Na questão 4, ocorreu um erro de digitação, pois o número de massa correto seria 19 e foi digitado como 17. Entretanto, o exercício foi assim resolvido por todos os alunos, sem qualquer questionamento sobre este isótopo do flúor (que, na realidade, não é estável).

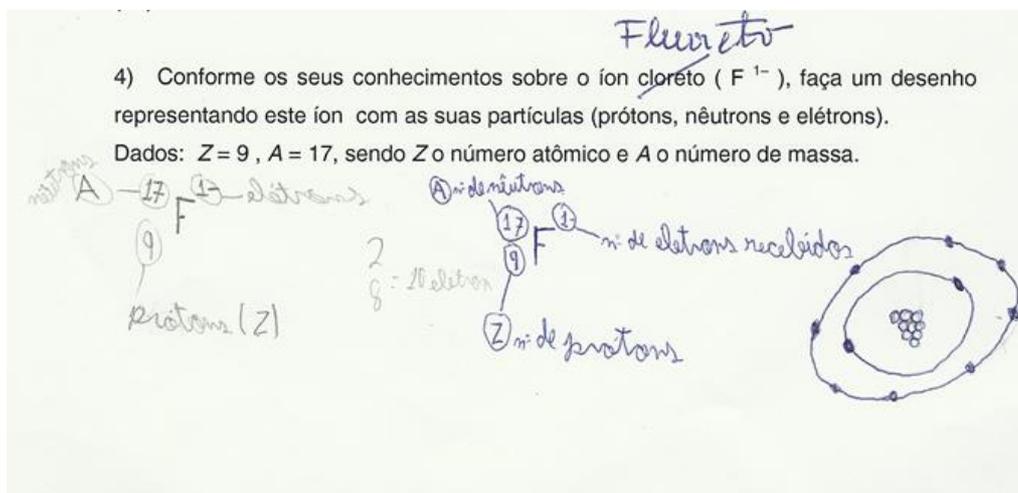


FIGURA 3.3 – Resposta correta à questão 4 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 58.

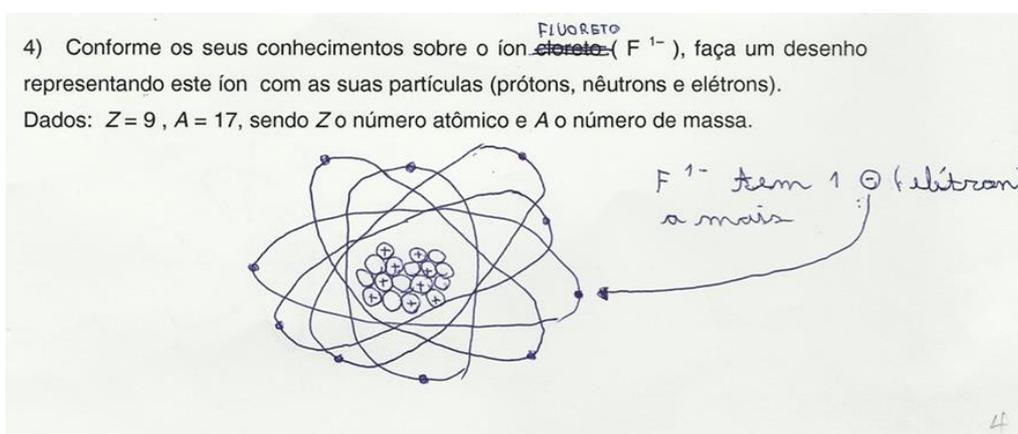


FIGURA 3.4 – Resposta correta à questão 4 da avaliação diagnóstica, apresentada pelo aluno 4.

Ainda na avaliação diagnóstica, no tocante aos conhecimentos de Eletricidade, a questão 5 solicitava um desenho sobre a conexão, através de fios, ligando uma lâmpada a uma pilha. Pelos desenhos apresentados, uma fração também pequena dos alunos fez as conexões de forma correta (36%). Assim, selecionamos as respostas de dois alunos (36 e 15) para apresentação (Figura 3.5), sendo que no caso do primeiro deles as conexões estão corretas e no outro caso incorretas, o que não levaria ao acendimento da lâmpada.

Para responder as perguntas 5, 6 e 7, observe a afirmativa: **“Quando ligamos, através de fios metálicos, uma pilha a uma lâmpada de lanterna, ela acende.”**

5) No espaço ao lado, faça um desenho que represente a ligação citada acima.

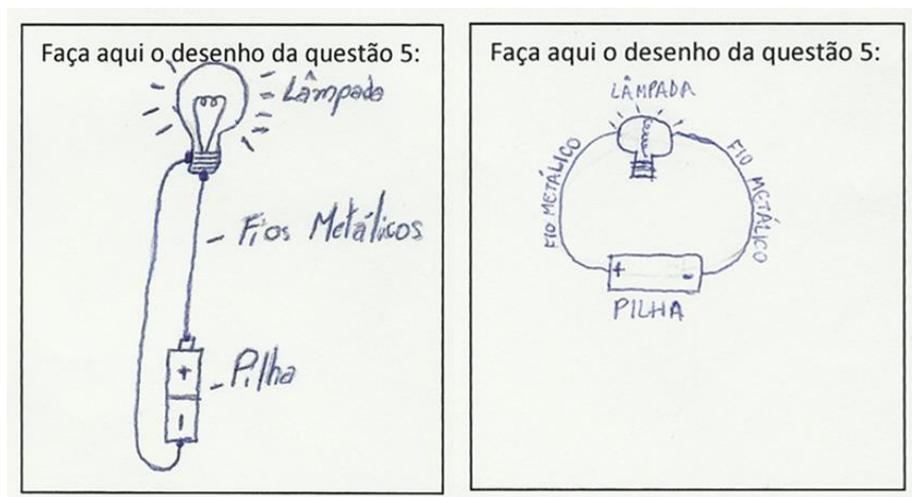


FIGURA 3.5 – Respostas à questão 5 da avaliação diagnóstica, apresentadas pelo aluno 36 (resposta correta, à esquerda) e 15 (resposta incorreta, à direita).

Já na fase final desta pesquisa, na Folha de Trabalho nº 2, após o uso do kit de experimentos, foram aplicadas as questões 1 e 3 relativas ao conceito de eletrólitos e a questão 5 que tinha o intuito de conhecer a opinião dos alunos sobre o uso do kit como instrumento auxiliar na aprendizagem de eletrólitos.

Para a questão 1 da Folha de Trabalho nº 2, selecionamos dois alunos (54 e 83 – Figuras 3.6 e 3.7, respectivamente), pois o pensamento da maioria dos alunos estavam expressados nestas respostas. Lembramos que 96% dos alunos tiveram ideias semelhantes para resolver o exercício.

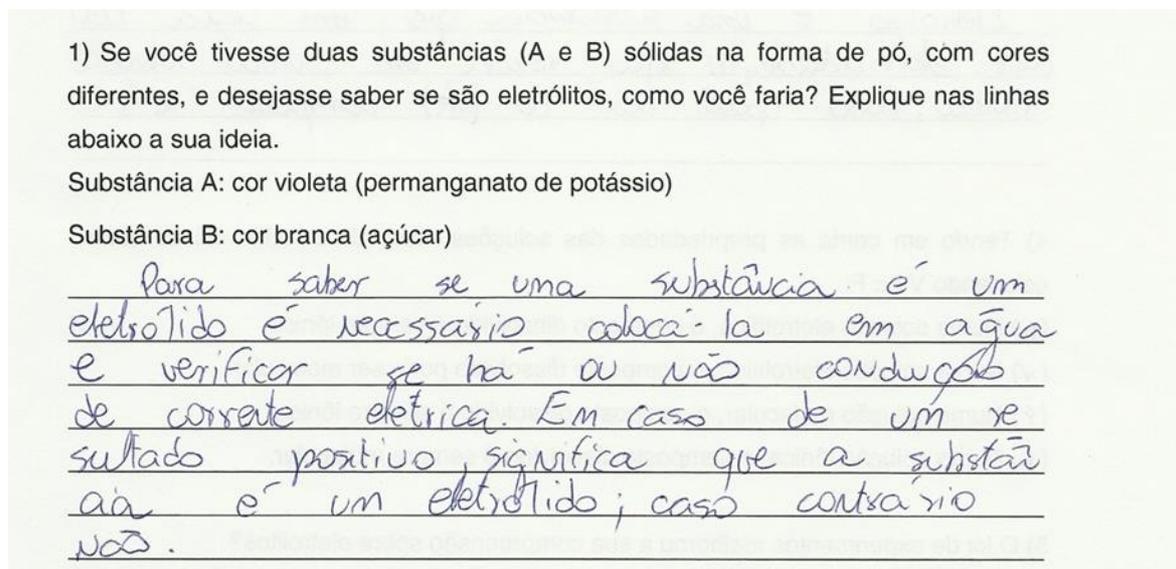


FIGURA 3.6 – Resposta correta à questão 1 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 54.

1) Se você tivesse duas substâncias (A e B) sólidas na forma de pó, com cores diferentes, e desejasse saber se são eletrólitos, como você faria? Explique nas linhas abaixo a sua ideia.

Substância A: cor violeta (permanganato de potássio)

Substância B: cor branca (açúcar)

Usando o circuito eletrônico com LED, colocaria as substâncias em água, e testaria o LED em cada uma das substâncias, se o LED acender, a substância é eletrólito, se não acender, não seria eletrólito.

FIGURA 3.7 – Resposta correta à questão 1 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 83.

Para o caso da questão 3 da Folha de Trabalho nº 2, escolhemos as respostas dos alunos 3 e 25 (Figuras 3.8 e 3.9, respectivamente), pois refletem a maioria das respostas dadas, sendo que 92% dos alunos acertaram que “X” não é um eletrólito, entretanto, ao examinarmos as respostas aos dois quesitos solicitados (opção e justificativa corretas), o número de alunos que preencheram estes dois quesitos foi de 65%, o que ainda é um bom resultado.

3) Sabemos que certo composto “X”, um sólido branco nas condições ambientes, é formado exclusivamente por ligações covalentes e, em água, produz uma solução molecular.

O composto “X” é um eletrólito? ( ) sim  não ( ) não sei

Justificativa:

Se ele fosse um eletrólito, a solução seria diferente, seria uma solução iônica.

FIGURA 3.8 – Resposta correta à questão 3 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 3.

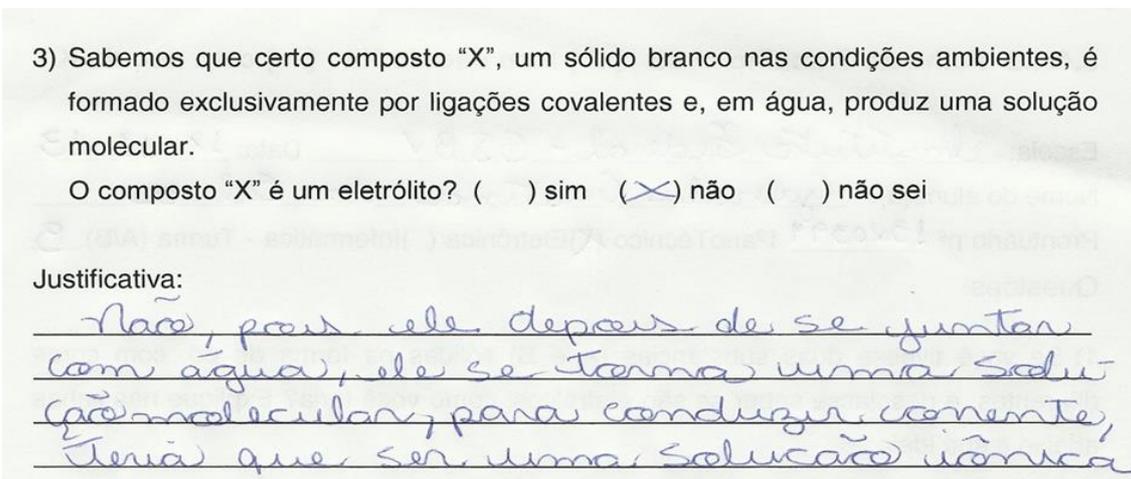


FIGURA 3.9 – Resposta correta à questão 3 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 25.

Apresentamos a seguir duas das respostas à questão 5 da Folha de Trabalho nº 2. Após leitura das respostas das turmas, podemos dizer que a opinião geral dos alunos, podem ser representadas pelas respostas dadas pelos aluno 41 (Figura 3.10) e 65 (Figura 3.11). O aluno 41 expressa bem o sentimento de que realizar um experimento, observar e discutir resultados facilita o entendimento, ao invés de ficar imaginando a resposta àquela determinada questão. O aluno 65 considerou interessante verificar que os conteúdos aprendidos nas aulas teóricas podem ser comprovados através de uma atividade prática. O kit foi muito bem aceito pelos alunos (96%).

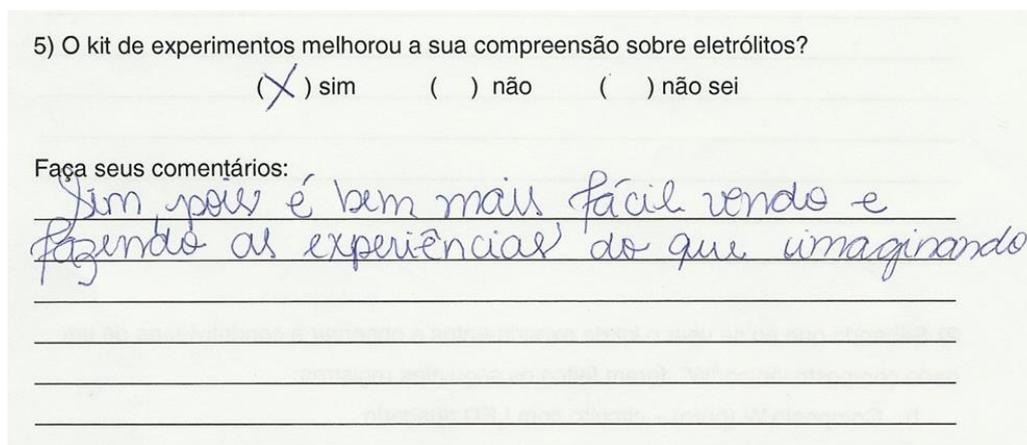


FIGURA 3.10 – Resposta à questão 5 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 41.

5) O kit de experimentos melhorou a sua compreensão sobre eletrólitos?

sim      ( ) não      ( ) não sei

Faça seus comentários:

Foi uma experiência muito interessante pois ~~prova~~ na prática os conteúdos aprendidos em sala de aula e os questionários fornecidos pelo professor Wilson, além de melhorar os conhecimentos dos alunos. Realmente eu percebi que os ~~os~~ materiais aprendidos nas aulas de química funcionaram na prática.

FIGURA 3.11 – Resposta à questão 5 da Folha de Trabalho nº 2, apresentada pelo aluno 65.

### 3.6 – Algumas considerações sobre o kit e suas aplicações

Todos os compostos e soluções aqui usados, são de fácil diluição, neutralização e descarte ao meio ambiente de forma segura. Entretanto, para o kit apresentado, destacamos o cuidado com o uso do indicador no ácido acético glacial. Embora não tenha provocado nenhum incômodo aos alunos, sugerimos a sua substituição pelo ácido bórico e sua solução (água boricada) que é usada como medicamento para lavagem dos olhos.

Cabe lembrar que algumas soluções são comerciais, ou seja, já vêm prontas (soro fisiológico, vinagre, etc.), enquanto outras necessitam de preparo, onde recomendamos aos docentes que sempre testem as soluções preparadas, antes da realização da atividade experimental.

As especificações técnicas dos componentes usados no indicador de condutividade podem ser encontrados em folhas de especificação de diversos fabricantes. No caso da alimentação, pode-se também trabalhar com um conjunto de quatro pilhas comuns em série (6,0 V), instaladas porta-pilhas (de fácil acesso no comércio), com um excelente resultado.

Inicialmente a aplicação da atividade 5 (Folha de Trabalho nº 1 – sem uso do kit), buscava as respostas dadas pelos alunos sem qualquer consulta, baseadas apenas nas narrativas teóricas memorizadas. A atividade 6 (Folha de Trabalho nº 1 – com uso do kit), buscava as respostas dadas após uso do indicador de condutividade. Entretanto, cabe destacar que, a partir da questão 5, antes do uso

do indicador de condutividade, os alunos foram incentivados a realizar uma breve discussão e análise para prever o que deveria ocorrer quando o indicador de condutividade fosse utilizado. Entretanto, na folha de trabalho não havia um campo para registro desta previsão feita pelos alunos. Somente com a vivência deste trabalho foi possível perceber que este campo poderia ter sido inserido na folha de trabalho, o que teria permitido comparar essa previsão com a resposta dada após o uso do indicador.

Assim, cabe registrar que, na versão final do kit de experimentos que será produzida para disponibilização para os professores interessados, isso será inserido, pois permitirá que os professores tenham acesso ao que os alunos conseguirão prever antes do uso do indicador de condutividade e, com base nisso, agir pedagogicamente.

Como já apresentado, os resultados obtidos com a aplicação da Folha de Trabalho nº 1 (sem o uso do kit e com o uso do kit de experimentos) foram excelentes. Mas cabe destacar a riqueza dos momentos vividos pelos alunos numa atividade que envolvia a experimentação, a qual certamente contribuiu para a fixação de conceitos.

Na resolução dos exercícios com o uso do kit de experimentos, os alunos (em grupo) fizeram reflexões sobre os exercícios solicitados, comparações, relacionaram características dos compostos e previram resultados, sendo que o indicador de condutividade passou a ser um “confirmador” (ou não) das hipóteses. Portanto, os alunos, em sua maioria, não tiveram dificuldade para este trabalho em grupo e relacionaram teoria e prática na solução de exercícios sobre eletrólitos.

Um outro ponto foi que os alunos perceberam o efeito da concentração de íons, pois o brilho emitido pelo LED variava entre as soluções, como foi o caso das águas potável e desmineralizada, quando o multímetro apenas confirmou a diferença entre os valores de corrente elétrica.

Cabe lembrar que, na realidade, ao colocarmos os terminais do indicador de condutividade em contato com um meio condutor, iniciam-se reações de eletrólise, cujos produtos podem modificar as características da solução. Este fato não foi abordado neste trabalho, pois eletrólise é um assunto que só é tratado no 2º do Ensino Médio. Portanto, os experimentos foram desenvolvidos para serem trabalhados com uma simples constatação da ocorrência de condução elétrica.

Finalmente, para fins de registro, apresentamos o custo (valores de fevereiro de 2014) para a confecção do indicador de condutividade: cerca de R\$ 30,00 (trinta reais). Este custo envolve os seguintes componentes: LED, resistor, duas pontas de prova (mini-garras jacaré ou pinos banana), solda de antimônio (subentende-se que haja acesso a um soldador, próprio ou emprestado) e bateria de 9,0 V. Os outros componentes foram aproveitados de sucata: cabos flexíveis, caixinha de fonte ou mouse e recipientes de vidro com tampa rosqueável. Outros cerca de R\$ 30,00 seriam necessários para a aquisição de um multímetro, caso já não esteja disponível.

### 4 – Conclusões

Os resultados obtidos com este trabalho de pesquisa mostraram, mais uma vez, a importância dos alunos trabalharem em equipes nas atividades práticas.

Sem dúvida, momentos em que os saberes próprios de cada aluno interagem com os saberes dos outros alunos também contribuem para a aprendizagem. Neste sentido, os resultados obtidos com a aplicação da Folha de Trabalho nº 2 nos levam a crer que ocorreram indícios de aprendizagem, pois foi resolvida pelos alunos sem qualquer consulta e com uma maioria significativa de respostas certas. Ademais, a maioria dos alunos participantes, manifestou que o uso do kit favoreceu o entendimento e a facilidade de relacionar a teoria para a resolução dos exercícios.

Em atenção ao nosso referencial teórico, os resultados obtidos mostraram que o kit de experimentos foi adequado (significativo) e motivou a curiosidade dos alunos, levando-os a perseverarem na busca pelo entendimento de eletrólitos através da experimentação, o que favoreceu a fixação dos conceitos.

Com relação ao indicador de condutividade usando LED, comparativamente ao tradicional circuito elétrico usando lâmpada incandescente (quebradiça e frágil), pudemos concluir que:

a) o LED necessita de uma tensão e de uma corrente elétrica muito menor que a lâmpada e, além disso, tem um invólucro resinado e durante seu uso a dissipação de calor é imperceptível, ao contrário do que ocorre com a lâmpada incandescente; b) no tocante à segurança, o indicador com LED não necessita de extensões elétricas ligadas à rede elétrica (127 ou 220 V); c) o indicador, além de ser portátil, tornou mais fácil e prático demonstrar a condutividade elétrica de uma solução, podendo ser manuseado por alunos e professores, em qualquer local, por diversas vezes, pois o consumo é muito pequeno; d) o indicador possibilitou constatar a passagem de corrente elétrica mesmo em água potável, pois o LED brilha mesmo quando a corrente que circula é pequena, o que não seria observado utilizando-se uma lâmpada incandescente. Finalmente, o conjunto de resultados obtidos com a aplicação do kit de experimentos permite concluir que ele facilitou o entendimento dos alunos acerca de eletrólitos e, portanto, pode ser um material útil para uso por outros docentes.

## 5 – Referências bibliográficas

- ATKINS, P. & JONES, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ª ed. Trad. de R. B. de Alencastro. Porto Alegre, Bookman, 2012.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. & HANESIAN, H. Psicologia Educacional. 2ª ed. Trad. de E. Nick et al. Rio de Janeiro, Editora Interamericana, 1980.
- BATTINO, R. "A safe and inexpensive device to show the conductivity of solutions". J. Chem. Educ., **68**: 79, 1991.
- BIANCHI, J. C. A.; ALBRECHT, C. H. & MAIA, D. J. Universo da Química. São Paulo, FTD, 2005.
- BOURN, A. S. "A conductivity of solutions demonstration". J. Chem. Educ., **27**: 548, 1950.
- BORGES, A. T. "Novos rumos para o laboratório escolar de ciências". Caderno Brasileiro de Física, **19**: 291, 2002.
- CAAMAÑO, A. & ESCRIVÀ, G. M. "La construcción del concepto de ión, en la intersección entre el modelo atómico-molecular y el modelo de carga eléctrica". Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, **42**: 29, 2004.
- COLL, C.; MARTÍN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J. SOLÉ, I & ZABALA, A. O Construtivismo na Sala de Aula. 6ª ed. Trad. C. Schilling. São Paulo, Ática, 1999.
- COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B. & VALLS, E. Trad. B. A. Neves. Os Conteúdos na Reforma: Ensino e Aprendizagem de Conceitos, Procedimentos e Atitudes. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.
- CURRIER, A. J. & BUSER, J. S. "Inexpensive conductivity apparatus". J. Chem. Educ., **11**: 629, 1934.
- DAVISON, H. F. "A new lecture table outfit for demonstrating conductivity to elementary classes". J. Chem. Educ., **1**: 74, 1924.
- DAY, J. E. & DAVIS, F. C. "A conductivity apparatus". J. Chem. Educ., **5**: 1121, 1928.
- DESCARTES, R. O Discurso do Método. 2ª ed. Trad. M. E. Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- DOANE, H. C. "An apparatus for conductivity experiments". J. Chem. Educ., **2**: 487, 1925.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. "Construindo conhecimento científico na sala de aula". Quim. Nova Esc., **9**: 31, 1999.
- EISEMAN JR., F. B. "A device for demonstrating conductivity of solutions". J. Chem. Educ., **33**: 445, 1956.
- FELTRE, R. Química. Volume 1. Química Geral. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 1994.
- FRANÇA, A. C. G. Formação do Íon e Estrutura Atômica: Análise das Relações Estabelecidas por Alunos do Ensino Médio, numa Atividade do Ensino de Química. São Paulo, Instituto de Física e Instituto de Química – USP, 2009. Dissertação de Mestrado, 138 p.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. Saberes Necessários à Prática Educativa. 9ª ed. São Paulo, Paz e Terra, 1998.

- GADEK, F. J. "Easily made electronic device for conductivity experiments". J. Chem. Educ., **64**: 628, 1987.
- GEWANDSZNAJDER, F. Ciências. Matéria e Energia. 2ª ed. São Paulo, Editora Ática, 2006.
- GIORDAN, M. "O papel da experimentação no ensino de ciências". Quim. Nova Esc., **10**: 43, 1999.
- GOWDAK, D. & MARTINS, E. Química e Física com Atualizações. 8ª série. São Paulo, FTD, 2006.
- GUIMARÃES, C. "Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa". Quim. Nova Esc., **31**: 198, 2009.
- HARTWIG, D. R.; DE SOUZA, E. & MOTA, R. N. Química 1. Química Geral e Inorgânica. São Paulo, Editora Scipione, 1999.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. & ESPINET, M. "Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales". Enseñanza de las Ciencias, **17**: 45, 1999.
- JULIÁN, M. S. G.; CRESPO, M. A. G. & POZO, J. I. "Conocimiento cotidiano frente a conocimiento científico en la interpretación de las propiedades de la materia". Investigações em Ensino de Ciências, **7**: 191, 2002.
- KATZ, D. A. & WILLIS, C. "Two safe student conductivity apparatus". J. Chem. Educ., **71**: 330, 1994.
- LUDKE, M. & ANDRÉ M. E. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.
- MAAR, J. H. História da Química. Florianópolis, Conceito Editorial, 2008.
- MASINI, E. F. S. & MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Condições para Ocorrências e Lacunas que Levam ao Comprometimento. São Paulo, Vetor, 2008.
- MATTUCK, J. A. "Lecture table apparatus to demonstrate conductivity of solutions". J. Chem. Educ., **21**: 502, 1944.
- MACHADO, A. H. Aula de Química: Discurso e Conhecimento. Ijuí, Unijuí, 2004.
- MEC – SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. PCN + Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares ao Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério de Educação, s.d.
- MELO, M.R. Estrutura Atômica e Ligações Químicas: Uma Abordagem para o Ensino Médio. Instituto de Química – UNICAMP, 2002. Dissertação de Mestrado, 128 p.
- MERCER, G. D. "A low-cost, portable, and safe apparatus for lecture hall conductivity demonstration". J. Chem. Educ., **68**: 619, 1991.
- MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo, EPU, 1999.
- MOREIRA, M. A. "Organizadores prévios e aprendizagem significativa". Revista Chilena de Educación Científica, 7(2): 23, 2008 (revisado em 2012).
- MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo, Centauro, 2006.

- MORTIMER, E. F. & MACHADO, A. H. Química, Volume Único: Ensino Médio. São Paulo, Scipione, 2005.
- NEHMI, V. A. Química. Volume 1. Química Geral e Atomística. 3ª ed. São Paulo, Editora Ática, 1994.
- NOBREGA, O. S.; SILVA, E. R. & SILVA, R.H. Química, Volume Único. São Paulo, Editora Ática, 2005.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 10 - NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Diário Oficial da União. Alterações/Atualizações D.O.U., Portaria GM nº 598 de 07/12/2004, Brasília, 2004.
- OLDHAM, K. B.; MYLAND, J. C. & BOND, A. M. Electrochemical Science and Technology. Fundamentals and Applications. Chichester, Wiley, 2012.
- PERUZZO, F. M. & CANTO, E. L. Química na Abordagem do Cotidiano. 4ª ed. São Paulo, Editora Moderna, 2006.
- PETERSON, B. H. "A device for measuring the comparative conductivity of electrolytes". J. Chem. Educ., **9**: 923, 1932.
- POLIT, D. F. & HUNGLER, B. P. Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem. 3ª ed. Trad. R. M. Garcez. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995.
- ROCHA, J. R. C. & CAVICCHIOLI, A. "Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos Ensino Fundamental e Médio". Quim. Nova Esc., **21**: 29, 2005.
- RUSSO, T. "A low-cost conductivity apparatus". J. Chem. Educ., **63**: 981, 1986.
- SARDELLA, A. & MATEUS, E. Curso de Química. Volume 1. Química Geral. 14ª ed. São Paulo, Editora Ática, 1992.
- SCHMUCKLER, J. S. & SCHENCK, R. C. "Electrolytic conductivity apparatus". J. Chem. Educ., **33**: 506, 1956.
- SILVA, A. C. R. Metodologia da Pesquisa Aplicada à Contabilidade. 2ª ed. São Paulo, Atlas, 2006.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. & TUNES, E. "Experimentar sem medo de errar". In: SANTOS, W. L. P. & MALDANER, O. A. (Orgs.). Ensino de Química em Foco. Ijuí, Editora Unijuí, 2010.
- SILVA, L. H. A. & ZANON, L. B. "A experimentação no ensino de ciências". In: SCHNETZLER, R. P. & ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.) Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens. Campinas, R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000.
- SOLOMON, S. & FÜLEP-POSZMIK, A. "Using a motor to demonstrate conductivity". J. Chem. Educ., **68**: 160, 1991.
- SUTER, H. A. & KAELBER, L. "Apparatus for the demonstration of conductivity of electrolytes". J. Chem. Educ., **32**: 640, 1955.
- THIESSEN, G. W. "Use of the neon bulb for conductivity demonstration". J. Chem. Educ., **23**: 267, 1946.
- VITZ, E. "Conductivity of solutions apparatus". J. Chem. Educ., **64**: 550, 1987.
- VYGOTSKY, L. S. A Formação Social da Mente. 6ª ed. M. Cole et al. (Orgs.). Trad. J. Cipolla Neto et al. São Paulo, Martins Fontes, 1998.

WATTS, O. O. "A lecture table demonstration to illustrate that the conductivity of a solution is due to its ions". J. Amer. Chem. Soc., **46**: 1210, 1924.

ZAWACKY, S. K. S. "A cheap, semiquantitative hand-held conductivity tester". J. Amer. Chem. Soc., **72**: 729, 1950.

## Anexo

Quando aos componentes/equipamento eletrônicos usados neste trabalho, informações estão disponíveis em inúmeros sítios na Internet, como exposto a seguir. O mesmo se aplica ao caso dos tipos de água.

### **Sobre LEDs:**

Na Internet, basta procurar por “LED” ou “diodo emissor de luz”. Para a realização deste trabalho, foram mais consultados os seguintes sítios (acessos em abril de 2013):

<http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/126/37/>

<http://dicasdozebio.wordpress.com/2013/04/11/leds-como-ligar-sem-queimar/>

### **Sobre multímetros:**

Na Internet, basta procurar por “multímetro” ou “como usar multímetro”. Para a realização deste trabalho, foram mais consultados os seguintes sítios (acessos em janeiro de 2013):

<http://www.sabereletronica.com.br/files/file/SE465web.pdf>

<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/artigos/49-curiosidades/3737-art518.html>

### **Sobre resistores:**

Na Internet, basta procurar por “resistor”. Para a realização deste trabalho, foi mais consultado o seguinte sítio (acessos em janeiro de 2013):

<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/te067/gradador/resistores.pdf>

### **Sobre cabos elétricos:**

Na Internet, basta procurar por “cabo elétrico”. Para a realização deste trabalho, foi mais consultado o seguinte sítio (acessos em janeiro de 2013):

<http://pcc2466.pcc.usp.br/Apostilas/DimenTab.pdf>

### **Sobre tipos de água:**

Na Internet, basta procurar por “água desmineralizada”. Para a realização deste trabalho, foi mais consultado o seguinte sítio (acessos em maio de 2013):

<http://www.lce.esalq.usp.br/quimica/Apostilapratica2007.pdf>

[http://lqes.igq.unicamp.br/canal\\_cientifico/lqes\\_responde/%C1GUA%20GRAU%20R EAGENTE.PDF](http://lqes.igq.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_responde/%C1GUA%20GRAU%20R EAGENTE.PDF)

## Apêndice

### A.1 – Avaliação diagnóstica – (1ª parte) – Folha 1

Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

Você estudou Química no 9º ano? ( ) Sim ( ) Não

#### QUESTÕES

1) Conforme os seus conhecimentos, faça um desenho de um átomo e indique os nomes das regiões e das partículas que você conhece.

2) Quanto aos elétrons, assinale as opções relativas a essas partículas.

( ) Têm carga positiva; ( ) Têm carga negativa; ( ) Estão localizados no núcleo do átomo; ( ) Têm mobilidade; ( ) Não sei.

3) Quanto aos íons, assinale a opção correta:

( ) Os cátions são espécies que ganharam elétrons.

( ) Os ânions tem carga positiva.

( ) Todos os íons têm elétrons em excesso.

( ) Os íons em meio aquoso têm mobilidade.

( ) Não sei.

4) Conforme os seus conhecimentos sobre o íon fluoreto ( $F^{1-}$ ), faça um desenho representando este íon com as suas partículas (prótons, nêutrons e elétrons).

Dados:  $Z = 9$  ,  $A = 17$ , sendo  $Z$  o número atômico e  $A$  o número de massa.

## A.2 – Avaliação diagnóstica – (2ª parte) – Folha 2

Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

Questões: Para responder as perguntas 5, 6 e 7, observe a afirmativa: **“Quando ligamos, através de fios metálicos, uma pilha a uma lâmpada de lanterna, ela acende.”**

Faça aqui o desenho da questão 5:

5) No espaço ao lado, faça um desenho que represente a ligação citada acima.

6) Entre as opções abaixo, qual descreve adequadamente porque usamos fios metálicos para ligar a lâmpada na bateria?

- a) São mais duráveis e não estragam; b) Permitem a passagem de corrente elétrica;  
c) São bons isolantes elétricos; d) Não sei; e) Outro: \_\_\_\_\_

7) Entre as opções abaixo, qual complementa corretamente a frase “a lâmpada acende devido:

- a) à energia armazenada na própria lâmpada;  
b) ao fato de estar muito próxima da bateria;  
c) aos elétrons que circulam pelo filamento da lâmpada;  
d) Não sei;  
e) Outro: \_\_\_\_\_

8) Leia o texto abaixo e marque a afirmativa correta.

“Temos duas soluções aquosas, sendo a primeira uma solução de cloreto de sódio (água + sal de cozinha) e a segunda uma solução de sacarose (água + açúcar)”.

- a) As duas soluções não conduzem corrente elétrica;  
b) As duas soluções conduzem corrente elétrica;  
c) A primeira solução (água + sal) conduz e a segunda solução (água + açúcar) não conduz corrente elétrica;  
d) Não sei;  
e) Outro: \_\_\_\_\_

### A.3 – Questionário-Pesquisa para Casa (Revisão)

Elaborar relatório individual e entregar na próxima semana. Consulte suas notas de aula e livros. Para cada pergunta, não se esqueça de mencionar a fonte de consulta.

#### QUESTIONÁRIO SOBRE ELETRÓLITOS

- 1) O que é um composto iônico?
- 2) O que é um composto molecular?
- 3) Dados os compostos a seguir, separe-os em iônicos e moleculares escrevendo na frente do nome a fórmula de cada um: cloreto de sódio, açúcar (sacarose), álcool etílico (etanol), bicarbonato de sódio, hidróxido de alumínio, hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio, glicose, óxido de cálcio, permanganato de potássio, ácido acético, sulfato de magnésio e ácido cítrico.
- 4) É comum nos dias de hoje adquirir produtos em supermercados que contenham o composto denominado “alquilbenzeno sulfonato de sódio”.  
Pesquise: a) Onde é usado este composto? (cite os produtos)  
b) A que função ele pertence? (ácido, base, sal ou óxido). Explique.
- 5) O que é uma solução iônica? Explique e dê um exemplo.
- 6) O que é uma solução molecular? Explique e dê um exemplo.
- 7) Qual(is) a(s) diferença(s) entre uma solução iônica e uma molecular?
- 8) O que é ionização? Explique e dê um exemplo.
- 9) O que é dissociação eletrolítica? Explique e dê um exemplo.
- 10) O que são eletrólitos? Explique e dê um exemplo.
- 11) Toda substância que é dissolvida em água é um eletrólito? Explique.
- 12) Defina ácidos e bases segundo Arrhenius. Dê um exemplo de cada função e mostre o que ocorre com a substância ao ser solubilizada em água (ionização e dissociação).
- 13) O que é corrente elétrica? Como ela aparece? Como é medida? Explique.
- 14) O que uma solução precisa ter para ser condutora de eletricidade? Explique.
- 15) Considere dois compostos puros (sem a presença de água) sendo um composto iônico e o outro um composto molecular. Na forma pura, qual deles pode conduzir corrente elétrica? Explique.
- 16) A água de torneira (de abastecimento) é uma substância pura? Explique.
- 17) Entre água de torneira e a água desmineralizada, existe(m) diferença(s)? Se existirem diferenças, cite-a(s).

## A.4 – Avaliação Pós-Pesquisa

Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

Questões:

1) Quando uma substância pode ser considerada um eletrólito?

- a) Quando for sólida;
- b) Quando dissolvida em água, produzir uma solução condutora de eletricidade;
- c) Quando dissolvida em água, produzir corrente elétrica;
- d) Não sei;
- e) Outro:

2) O açúcar (sacarose) se dissolve em água. Por que a solução formada por açúcar e água não conduz corrente elétrica?

- a) Porque o açúcar é sólido;
- b) Porque a solução formada é rica em íons;
- c) Porque não existem íons em solução;
- d) Não sei;
- e) Outro:

3) O sal de cozinha (cloreto de sódio) é um composto iônico, sólido nas condições ambientes e solúvel em água. Por que a solução aquosa de cloreto de sódio é condutora de eletricidade?

- a) Porque como o açúcar, o cloreto de sódio é sólido;
- b) Porque a solução formada é iônica;
- c) Porque a solução formada é molecular;
- d) Não sei;
- e) Outro:

4) Todo composto iônico dissolvido em água produz uma solução iônica, também chamada de eletrolítica, ou seja, uma solução capaz de conduzir corrente elétrica.

( ) certo ( ) errado ( ) não sei

5) Todo composto molecular dissolvido em água produz uma solução molecular, também chamada de não-eletrolítica, ou seja, uma solução que não é capaz de conduzir eletricidade. ( ) certo ( ) errado ( ) não sei

6) Os ácidos, segundo Arrhenius, são compostos moleculares que em contato com a água, mediante a ionização, produzem ânions e também liberam como único tipo de cátion o íon  $H^+$ . Portanto a solução ácida é:

- a) Molecular;
- b) Não-eletrolítica;
- c) Iônica;
- d) Não sei;
- e) Outro:

7) Uma solução aquosa iônica:

- a) Só pode ser produzida a partir de um composto iônico;
- b) Só pode ser produzida a partir de um composto molecular;
- c) Pode ser produzida a partir de um composto iônico como também a partir de alguns compostos moleculares;
- d) Não sei;
- e) Outro:

8) Uma solução aquosa molecular:

- a) Só pode ser produzida a partir de um composto iônico;
- b) Só pode ser produzida a partir de um composto molecular;
- c) É condutora de eletricidade;
- d) Não sei;
- e) Outro:

9) Observe e julgue as afirmativas:

- I) Dissociação eletrolítica é a separação dos íons (já existentes) de um composto iônico por ação da água;
- II) Ionização é a produção de íons (cátions e ânions) a partir da reação entre um composto molecular e a água;
- III) Tanto na ionização como na dissociação, a solução resultante será iônica.

São corretas:

- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Todas
- d) Não sei
- e) Outro:

10) Para que haja condução de corrente elétrica numa solução, é necessário que esta solução seja iônica, ou seja, rica em cátions (íons positivos) e em ânions (íons negativos).

( ) certo      ( ) errado      ( ) não sei

## A.5 – Folha de Trabalho nº 1 Sem Uso do Kit

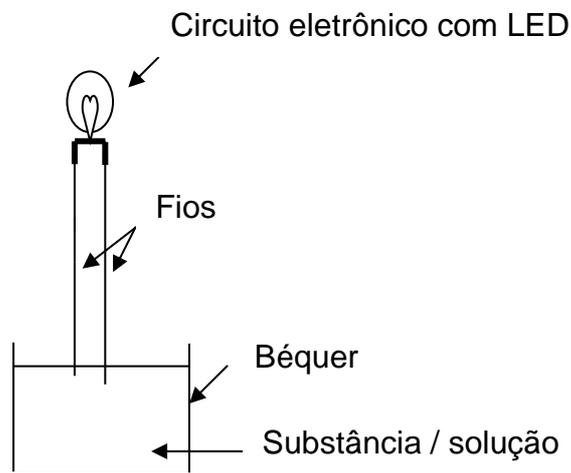
Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

As questões seguintes fazem referência ao circuito elétrico esquematizado abaixo, onde o conteúdo do copo pode ser variado.



Para as questões de 1 a 10, coloque (V) diante das afirmações verdadeiras e (F) diante das falsas.

1) O sulfato de magnésio é um composto iônico e sólido nas condições ambientes cuja fórmula é  $\text{MgSO}_4$ , sendo utilizado como laxante (purgante).

1a ( ) sulfato de magnésio puro conduz a corrente elétrica.

1b ( ) sulfato de magnésio em solução aquosa conduz corrente elétrica.

2) Sabendo que o vinagre é uma solução aquosa de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), que é um composto molecular, podemos afirmar:

2a ( ) ácido acético puro nas condições ambientes conduz corrente elétrica.

2b ( ) o vinagre (ácido acético em solução aquosa) conduz corrente elétrica.

3) Sabendo que o etanol comercial, vendido nos supermercados, é uma mistura de álcool ( $C_2H_5OH$ ) e água, sendo o álcool um composto molecular que, em água, não sofre ionização:

3a ( ) O etanol puro conduz corrente elétrica.

3b ( ) O etanol em solução aquosa conduz corrente elétrica.

4) Sabendo que o cloreto de sódio ( $NaCl$ ), conhecido como sal de cozinha, é um composto iônico ( $Na^+Cl^-$ ):

4a ( )  $NaCl$  puro nas condições ambientes conduz corrente elétrica.

4b ( )  $NaCl$  em solução aquosa com concentração de 9 g/L, conhecido como soro fisiológico, conduz corrente elétrica.

5) Sabendo que o bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ) é um composto iônico, sólido nas condições ambientes, que dissolvido em água produz uma solução iônica:

5a ( )  $NaHCO_3$  puro conduz a corrente elétrica.

5b ( )  $NaHCO_3$  dissolvido em água conduz corrente elétrica.

6) Sabendo que a sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), comercialmente conhecida como açúcar, é um composto molecular, sólido nas condições ambientes, que dissolvido em água produz uma solução molecular:

6a ( ) sacarose pura conduz corrente elétrica.

6b ( ) sacarose conduz corrente elétrica em solução aquosa.

7) O hidróxido de magnésio, cuja fórmula é  $Mg(OH)_2$ , um composto iônico encontrado na forma sólida nas condições ambientes, é utilizado como medicamento para combater a acidez estomacal.

7a ( ) hidróxido de magnésio puro conduz corrente elétrica.

7b ( ) hidróxido de magnésio em solução aquosa conduz corrente elétrica.

8) O óxido de cálcio ( $CaO$ ), também conhecido como cal virgem, é um composto iônico utilizado na construção civil que, em água, produz uma solução iônica de hidróxido de cálcio, cuja fórmula é  $Ca(OH)_2$ .

8a ( ) o óxido de cálcio sólido conduz corrente elétrica.

8b ( ) o óxido de cálcio em solução aquosa conduz a corrente elétrica.

9) O sabão líquido é formado basicamente por um sal de ácido carboxílico dissolvido em água. Os sais são compostos iônicos e sólidos nas condições ambientes.

9a ( ) O sal constituinte do sabão quando isolado (puro e no estado sólido) conduz corrente elétrica.

9b ( ) A solução denominada sabão líquido conduz corrente elétrica.

10) No limão, além de água, encontramos várias substâncias, entre elas minerais dissolvidos, vitaminas e ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos são compostos moleculares que, em função da água presente, sofrem ionização.

10a ( ) suco de limão não conduz corrente elétrica.

10b ( ) os ácidos do limão, em presença de água, favorecem as condições para que o suco de limão conduza corrente elétrica.

Leia com atenção as questões a seguir e assinale a opção pertinente em cada caso.

11) “A água de torneira (água potável), em função dos compostos dissolvidos na estação de tratamento de água do município, é uma solução molecular.”

( ) certo ( ) errado ( ) Não sei

12) “A água desmineralizada é uma água com baixíssimos teores de íons dissolvidos em que a condução de corrente elétrica é praticamente nula.”

( ) certo ( ) errado ( ) Não sei

## A.6 – Folha de Trabalho nº 1 Com Uso do Kit

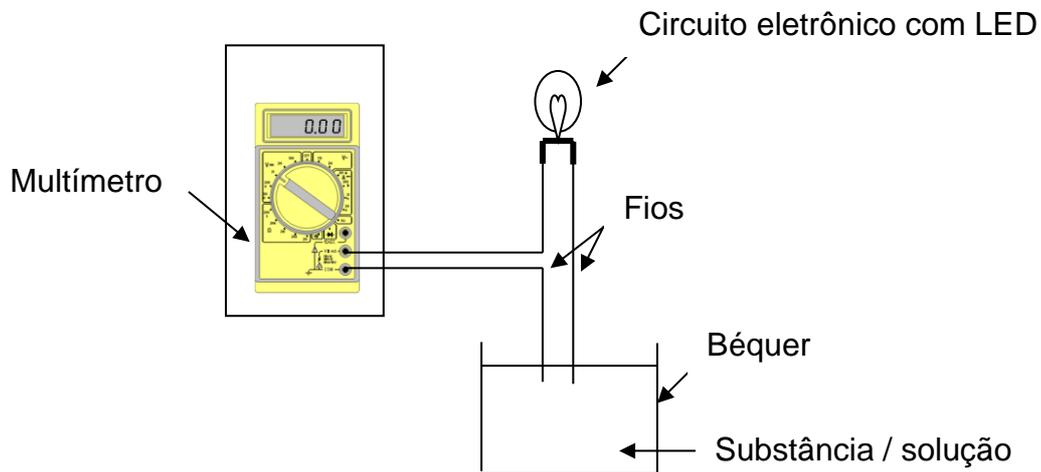
Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

As questões seguintes fazem referência ao circuito elétrico esquematizado abaixo, onde o conteúdo do copo pode ser variado.



A montagem acima foi apresentada na bancada nº 1 e foi utilizado um multímetro configurado como um amperímetro para medir a corrente elétrica em duas situações:

- 1) Com água de torneira no béquer 1 (água de abastecimento, água potável).
- 2) Com água desmineralizada no béquer 2.

Medidas de corrente elétrica:

Leia no display do multímetro e marque os valores de corrente elétrica medidos em cada situação, assim como o brilho emitido pelo LED em cada situação.

- No circuito elétrico usando água de abastecimento, o valor da corrente medida foi de \_\_\_ mA (miliampères) e o LED:

- a) produziu um forte brilho
- b) produziu um moderado brilho
- c) produziu um fraco brilho
- d) produziu um brilho muito fraco
- e) não produziu brilho, ou seu brilho era imperceptível.

- No circuito elétrico usando água desmineralizada, o valor da corrente medida foi de \_\_\_  $\mu\text{A}$  (microampères) e o LED:

- a) produziu um forte brilho
- b) produziu um moderado brilho
- c) produziu um fraco brilho
- d) produziu um brilho muito fraco
- e) não produziu brilho, ou seu brilho era imperceptível.

Leia com atenção as questões a seguir e assinale a opção pertinente em cada caso.

11) “A água de torneira (água potável), em função dos compostos dissolvidos na estação de tratamento de água do município, é uma solução molecular.”

( ) certo      ( ) errado      ( ) Não sei

12) “A água desmineralizada é uma água com baixíssimos teores de íons dissolvidos em que a condução de corrente elétrica é praticamente nula.”

( ) certo      ( ) errado      ( ) Não sei

Para as questões de 1 a 10, coloque (V) diante das afirmações verdadeiras e (F) diante das falsas.

1) O sulfato de magnésio é um composto iônico e sólido nas condições ambientes, cuja fórmula é  $\text{MgSO}_4$ , sendo utilizado como laxante (purgante).

1a ( ) sulfato de magnésio puro conduz a corrente elétrica.

1b ( ) sulfato de magnésio em solução aquosa conduz corrente elétrica.

2) Sabendo que o vinagre é uma solução aquosa de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), que é um composto molecular, podemos afirmar:

2a ( ) ácido acético puro nas condições ambientes conduz corrente elétrica.

2b ( ) o vinagre (ácido acético em solução aquosa) conduz corrente elétrica.

3) Sabendo que o etanol comercial, vendido nos supermercados, é uma mistura de álcool ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) e água, sendo o álcool um composto molecular que, em água, não sofre ionização:

3a ( ) O etanol puro conduz corrente elétrica.

3b ( ) O etanol em solução aquosa conduz corrente elétrica.

## A.6 – Folha de Trabalho nº 1 Com Uso do Kit (cont.)

Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

4) Sabendo que o cloreto de sódio (NaCl), conhecido como sal de cozinha, é um composto iônico ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ):

4a ( ) NaCl puro nas condições ambientes conduz corrente elétrica.

4b ( ) NaCl em solução aquosa com concentração de 9 g/L, conhecido como soro fisiológico, conduz corrente elétrica.

5) Sabendo que o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) é um composto iônico, sólido nas condições ambientes, que dissolvido em água produz uma solução iônica:

5a ( )  $\text{NaHCO}_3$  puro conduz a corrente elétrica.

5b ( )  $\text{NaHCO}_3$  dissolvido em água conduz corrente elétrica.

6) Sabendo que a sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), comercialmente conhecida como açúcar, é um composto molecular, sólido nas condições ambientes, que dissolvido em água produz uma solução molecular:

6a ( ) sacarose pura conduz corrente elétrica.

6b ( ) sacarose conduz corrente elétrica em solução aquosa.

7) O hidróxido de magnésio, cuja fórmula é  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , um composto iônico encontrado na forma sólida nas condições ambientes, é utilizado como medicamento para combater a acidez estomacal.

7a ( ) hidróxido de magnésio puro conduz corrente elétrica.

7b ( ) hidróxido de magnésio em solução aquosa conduz corrente elétrica.

8) O óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ), também conhecido como cal virgem, é um composto iônico utilizado na construção civil que, em água, produz uma solução iônica de hidróxido de cálcio, cuja fórmula é  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

8a ( ) o óxido de cálcio sólido conduz corrente elétrica.

8b ( ) o óxido de cálcio em solução aquosa conduz a corrente elétrica.

9) O sabão líquido é formado basicamente por um sal de ácido carboxílico dissolvido em água. Os sais são compostos iônicos e sólidos nas condições ambientes.

9a ( ) O sal constituinte do sabão quando isolado (puro e no estado sólido) conduz corrente elétrica.

9b ( ) A solução denominada sabão líquido conduz corrente elétrica.

10) No limão, além de água, encontramos várias substâncias, entre elas minerais dissolvidos, vitaminas e ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos são compostos moleculares que, em função da água presente, sofrem ionização.

10a ( ) suco de limão não conduz corrente elétrica.

10b ( ) os ácidos do limão, em presença de água, favorecem que o suco de limão conduza corrente elétrica.

## A.7 – Folha de Trabalho nº 2 Sem Uso do Kit

Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Nome do aluno(a): \_\_\_\_\_

Prontuário nº \_\_\_\_\_ Turma (A ou B): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1º ano Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: ( ) Informática ( ) Eletrônica

Questões:

1) Se você tivesse duas substâncias (A e B) sólidas na forma de pó, com cores diferentes, e desejasse saber se são eletrólitos, como você faria? Explique nas linhas abaixo a sua ideia.

Substância A: cor violeta (permanganato de potássio)

Substância B: cor branca (açúcar)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2) Sabendo que ao se usar o kit de experimentos e observar a condutividade de um dado composto iônico “W”, foram feitos os seguintes registros:

I) Composto W (puro) – circuito com LED apagado

II) Composto W dissolvido em água – circuito com LED aceso

Assinale a opção correta:

a) o composto W é um eletrólito;

b) a solução obtida é molecular;

c) o composto W é molecular;

d) não sei;

e) outro:

3) Sabemos que certo composto “X”, um sólido branco nas condições ambientes, é formado exclusivamente por ligações covalentes e, em água, produz uma solução molecular.

O composto “X” é um eletrólito? ( ) sim ( ) não ( ) não sei

Justificativa:

---

---

---

---

4) Tendo em conta as propriedades das soluções, assinale as alternativas abaixo colocando V ou F:

4a ( ) Numa solução eletrolítica, o composto dissolvido é sempre iônico.

4b ( ) Numa solução eletrolítica, o composto dissolvido pode ser molecular.

4c ( ) Numa solução molecular, o composto dissolvido é sempre iônico.

4d ( ) Numa solução iônica, o composto dissolvido é sempre molecular.

5) O kit de experimentos melhorou a sua compreensão sobre eletrólitos?

( ) sim ( ) não ( ) não sei

Faça seus comentários:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---