

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MEDIANEIRA**  
**PROFQUI – PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL**  
**EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**DEUSDEDITT DE SOUZA BUENO FILHO**

**ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO DA QUÍMICA**

**MEDIANEIRA**

**2020**

**DEUSDEDITT DE SOUZA BUENO FILHO**

**ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO DA QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Medianeira, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Oldair Donizeti Leite

Coorientador: Prof. Dr. Eder Lisandro de Moraes Flores

**MEDIANEIRA**

**2020**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

---

Bueno Filho, Deusdeditt de Souza

Abordagem de conceitos químicos por meio de uma Estação de Tratamento de Água (ETA): uma sequência didática para o ensino da química / Deusdeditt de Souza Bueno Filho. – Medianeira, 2020.

1 arquivo de texto (266 f):PDF/A ; 5.836 KB.

Orientador: Oldair Donizeti Leite

Coorientador: Éder Lisando de Moraes Flores

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, Medianeira, 2020.

---

### **Biblioteca da UTFPR - Câmpus Medianeira**

Bibliotecária/Documentalista:

Marci Lucia Nicodem Fischborn – CRB-9/1219



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUÍMICA**

Por

**DEUSDEDITT DE SOUZA BUENO FILHO**

Essa dissertação foi apresentada às 9 horas, do dia 14 de fevereiro de dois mil e vinte, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química, no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Pólo na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Oldair Donizeti Leite (Orientador – PROFQUI UTFPR-MD)

---

Prof. Dr. Eder Lisandro De Moraes Flores (Coorientador – PPGTAMB)

---

Prof. Dr. Daniel Walker Tondo (Membro Interno– UTFPR)

---

Prof. Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti - (Membro Externo – UNB)

**A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa**

Dedico este trabalho à minha esposa e à minha filha.  
À minha mãe (*in memorian*) e aos meus avós  
maternos (*in memorian*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado toda perseverança necessária para poder concluir mais um grande desafio em minha vida.

À minha querida e amada esposa, pelo seu amor, carinho, afeto e compreensão.

Ao meu maior tesouro, minha filha, meu pinguinho de mel, pelo seu amor, carinho, alegria e doçura.

Aos meus queridos e saudosos avós maternos (*in memorian*), pelo amor, dedicação e pelo belo exemplo de vida.

Ao meu pai, pelo seu belo exemplo de profissionalismo.

Aos meus queridos e saudosos bisavós maternos (*in memorian*), pelo amor e carinho.

Aos meus familiares, pelo apoio, confiança e motivação.

Ao meu genro, pelo seu respeito, amizade e pelo zelo e amor dedicado ao meu maior tesouro.

Ao meu amigo e irmão, Jorge Sakai, e família, pelo grande carinho, amizade e consideração.

Ao professor Sampaio (*in memorian*), meu grande exemplo de profissionalismo e amor pela profissão.

Ao Instituto Federal do Paraná – *campus* de Cascavel, pela grande colaboração para a realização deste trabalho.

A todos os professores e colegas do mestrado, pelo profissionalismo, dedicação e amizade. Em especial ao meu orientador e coorientador, Professores Oldair e Éder, pela amizade, seriedade e paciência nesta minha jornada.

## APRESENTAÇÃO PROFISSIONAL

Sou graduado em Farmácia-Bioquímica e Licenciatura em Química. Atuei por cinco anos na dispensação de medicamentos, sendo o responsável técnico pelo estabelecimento comercial farmacêutico. Trabalhei por vinte anos em laboratórios de análises clínicas, sendo que, desses vinte anos, dez anos foram no Posto Médico de Saúde, em uma guarnição militar, como oficial farmacêutico do Exército Brasileiro, e os demais dez anos em laboratórios de análises clínicas e de hospitais da rede privada. Porém, quero destacar que, durante toda essa minha jornada profissional na área da saúde, nunca deixei de atuar como professor no ensino básico e no ensino superior. Até o final deste ano de 2019, completo exatamente 33 anos como professor, lecionando química e disciplinas relacionadas com a minha formação acadêmica de Farmacêutico e Bioquímico.

Atualmente, exerço minha atividade profissional como professor de Química no Instituto Federal do Paraná, no *campus* de Cascavel-PR. Leciono disciplinas de química nos cursos Técnicos integrados de Análises Químicas, Informática e no curso de Graduação em Licenciatura em Química.

*“O Professor no processo de aprendizagem de seus alunos deve saber planejar, organizar e executar suas ferramentas pedagógicas. Deve ter conhecimento pleno dessas ferramentas, saber utilizá-las e fazer com que estejam em conformidade com o interesse e a necessidade de seus alunos, tornando-se possível um conhecimento mais significativo e aplicável em suas vidas.”*

*Deusdeditt de Souza Bueno Filho – Professor Souza*



## RESUMO

Os alunos ingressantes no curso de graduação de Licenciatura em Química, do Instituto Federal do Paraná – *campus* de Cascavel, ao iniciarem sua vida acadêmica, têm apresentado muitas dificuldades de aprendizagem nos conteúdos de química em decorrência do déficit existente dos conceitos básicos de química. Isso acaba resultando na desmotivação de seus estudos e na não continuidade de sua formação acadêmica, interrompendo, portanto, seu processo de formação profissional, o que representa uma consequência negativa quanto à demanda de profissionais qualificados nessa área na região. Buscando uma solução que possa minimizar esse conflito no processo ensino-aprendizagem, foi proposta e testada uma atividade pedagógica, utilizando uma metodologia ativa, baseada na aprendizagem significativa e na aprendizagem baseada em problemas, por meio de uma sequência didática, contextualizada com o tema Estação de Tratamento de Água. Nessa sequência didática, abordaram-se vários conceitos básicos de química, administrados por várias atividades teóricas e práticas laboratoriais. O objetivo, nesse sentido, foi o de proporcionar um melhor desempenho na performance dos alunos quanto ao seu aproveitamento de aprendizagem no componente curricular Química Geral e Experimental, uma disciplina curricular do plano pedagógico de seu curso, a qual servirá como um embasamento introdutório de conceitos básicos de química para alicerçar os demais componentes curriculares específicos de química no decorrer de sua vida acadêmica.

**Palavras-chave:** Dificuldade de aprendizagem. Déficit de conceitos básicos. Sequência didática.

## ABSTRACT

Students that join Chemistry graduation, from Instituto Federal do Paraná – *Campus Cascavel*, when they start their academic life, they have been presented many learning disabilities in chemistry contents due to the existing deficit of basic chemistry concepts. This results into demotivation on their studies and in the non-continuity of their academic education, interrupting, therefore, their professional formation process, what represents a negative consequence regarding to the demand of qualified professionals in this area in the region. Looking for a solution that can minimize this conflict in the teaching-learning process, it was proposed and tested a pedagogic activity, by using an active methodology, based in the significative learning and in the learning based on problems, through a didactic sequence, contextualized with the theme Water Treatment Station. In this didactic sequence, it is approached many basic concepts of chemistry, administered by several activities of laboratory theory and practice. It is expected, in this sense, to enable a better performance of the students about their learning achievement in the curricular component General and Experimental Chemistry, a discipline of its pedagogical plan, which will be an introductory background of basic concepts of chemistry to underpin other specific curricular components of chemistry during their academic life.

**Keywords:** Learning disability. Basic concepts deficit. Didactic sequence.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Conceitos de Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2018 .....	32
<b>Gráfico 2</b> – Avaliação final de aproveitamento do componente curricular Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2018 .....	33
<b>Gráfico 3</b> – Mapa do registro acadêmico dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2018 .....	33
<b>Gráfico 4</b> – Conceitos de avaliações de ensino-aprendizagem do componente curricular Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2019 .....	34
<b>Gráfico 5</b> – Avaliação provisória de aproveitamento do componente curricular Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2019 .....	34
<b>Gráfico 6</b> – Mapa do registro acadêmico dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2019 .....	35
<b>Gráfico 7</b> – Nível de instrução dos participantes da pesquisa .....	109
<b>Gráfico 8</b> – Atividade profissional dos alunos .....	110
<b>Gráfico 9</b> – Motivos pela Licenciatura em química .....	112
<b>Gráfico 10</b> – Formação de professores de química entre 2010 e 2015 .....	113
<b>Gráfico 11</b> – Grau de dificuldades dos alunos em química .....	114
<b>Gráfico 12</b> – Fatores atribuídos em suas dificuldades em química .....	114
<b>Gráfico 13</b> – Grau de aprendizagem dos alunos da licenciatura de química turma 2019 .....	117
<b>Gráfico 14</b> – Conceitos de Química Geral e Experimental dos três bimestres de 2019 .....	141

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Atuação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Estado do Paraná .....	39
<b>Figura 2</b> – Localização por via satélite do local da pesquisa na Cidade de Cascavel-PR .....	42
<b>Figura 3</b> – Partes e suas contribuições de um mapa conceitual .....	65
<b>Figura 4</b> – Etapas para a execução de uma Aprendizagem Baseadas em Problemas .....	70
<b>Figura 5</b> – Esquema de uma sequência didática .....	80
<b>Figura 6</b> – Planejamento geral da sequência didática .....	92
<b>Figura 7</b> – Rio contendo alta concentração de íons metálicos .....	98
<b>Figura 8</b> – Exercício envolvendo a etapa da pré-cloração de uma ETA .....	100

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografia 1</b>	– Sede do Instituto Federal do Paraná <i>campus</i> de Cascavel – PR 42	
<b>Fotografia 2</b>	– Estrutura do Instituto Federal do Paraná <i>campus</i> de Cascavel ...	43
<b>Fotografia 3</b>	– Coffee Break durante os intervalos e sorteios de coleções de livros de química .....	88
<b>Fotografia 4</b>	– Organização das aulas teóricas e práticas nos espaços físicos da Instituição.....	89
<b>Fotografia 5</b>	– Recepção dos alunos com a distribuição do material didático de apoio.....	96
<b>Fotografia 6</b>	– Apresentação de vídeos temáticos.....	96
<b>Fotografia 7</b>	– Organização da prática e sua demonstração .....	99
<b>Fotografia 8</b>	– Aparelho de Jar Test modelo 203 MILAN da Instituição .....	101
<b>Fotografia 9</b>	– Ensaio do Jar test executado pelos alunos durante a pesquisa	102
<b>Fotografia 10</b>	– Ensaio da clarificação da água pelos alunos.....	102
<b>Fotografia 11</b>	– Realização das aulas teóricas e práticas nos espaços físicos da Instituição .....	106
<b>Fotografia 12</b>	– Mapa conceitual da reação química de oxidação do sulfato ferroso pelo permanganato de potássio .....	124
<b>Fotografia 13</b>	– Resultado da atividade da prática de reação da reação de oxidação do sulfato ferroso pelo permanganato de potássio...	125
<b>Fotografia 14</b>	– Lago Municipal antes e depois da estiagem da chuva .....	126
<b>Fotografia 15</b>	– Mapa conceitual de unidades de concentração.....	132
<b>Fotografia 16</b>	– Mapa conceitual de uma solução ácida, básica e neutra .....	135
<b>Fotografia 17</b>	– Mapa conceitual de uma Estação de Tratamento de Água .....	136

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Conteúdos contemplados de química e atividades realizadas durante a aplicação da SD .....	92
<b>Tabela 2</b> – Conteúdos contemplados de química e atividades realizadas durante a aplicação da SD .....	93
<b>Tabela 3</b> – Cronograma das datas dos módulos da sequência didática .....	94
<b>Tabela 4</b> – Demonstração da concentração do agente coagulante no ensaio do Jar Test.....	101
<b>Tabela 5</b> – Ensaios dos Jarros 1 e 2.....	103
<b>Tabela 6</b> – Número de questões acertadas pelos alunos no questionário de avaliação do grau de aprendizagem .....	116
<b>Tabela 7</b> – Número de questões acertadas pelos alunos no questionário de avaliação do grau de aprendizagem e o grau de aprendizagem.....	116
<b>Tabela 8</b> – Conceitos avaliativos da validação da sequência didática .....	138
<b>Tabela 9</b> – Conceitos avaliativos do guia didático de apoio.....	139

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1	A importância do processo ensino-aprendizagem em nossas vidas e o papel do responsável direto por esse processo .....	17
1.2	Minha vivência como docente e o papel do professor no processo ensino-aprendizagem.....	21
<b>2</b>	<b>A MOTIVAÇÃO E A JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>A QUESTÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>37</b>
4.1	Objetivo Geral.....	37
4.2	Objetivos Específicos .....	37
<b>5</b>	<b>LOCAL DA PESQUISA .....</b>	<b>39</b>
5.1	Um breve histórico da Instituição .....	39
5.2	Estrutura física da Instituição .....	43
5.3	Público atendido pela Instituição.....	44
<b>6</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>46</b>
6.1	Dificuldades na aprendizagem no Ensino Superior – um imbróglio a ser resolvido .....	46
6.2	Retenção e evasão escolar no curso de Licenciatura em Química .....	50
6.3	Metodologias ativas .....	57
6.4	Aprendizagem significativa .....	61
6.5	Aprendizagem com resolução de problemas .....	67
6.6	Sequência didática .....	75
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>83</b>
7.1	Caracterização da metodologia da pesquisa .....	83
7.2	Ordenamento geral da pesquisa .....	85
7.3	Os sujeitos da pesquisa.....	86
7.4	O cenário e o ambiente da pesquisa .....	89
7.5	Estruturação da sequência didática .....	89
7.6	Aplicação da dequência didática .....	94
7.6.1	Desenvolvimento dos módulos da sequência didática .....	95

<b>7.7</b>	<b>Coleta de dados.....</b>	<b>106</b>
<b>7.8</b>	<b>Tabulação dos dados da pesquisa .....</b>	<b>107</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>108</b>
<b>8.1</b>	<b>Resultado do questionário diagnóstico do perfil sociocultural dos alunos do 1º ano da Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná .....</b>	<b>108</b>
<b>8.2</b>	<b>Resultados obtidos durante os módulos da sequência didática .....</b>	<b>118</b>
<b>8.3</b>	<b>Resultados obtidos pelo questionário da pesquisa quanto à proposição e validação da sequência didática.....</b>	<b>136</b>
<b>8.3.1</b>	<b>Proposição da sequência didática.....</b>	<b>136</b>
<b>8.3.2</b>	<b>Validação da sequência didática .....</b>	<b>138</b>
<b>8.4</b>	<b>Resultados obtidos pelo questionário da pesquisa quanto ao guia didático de apoio .....</b>	<b>139</b>
<b>8.5</b>	<b>Avaliação do rendimento e da performance de estudos dos alunos.</b>	<b>140</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>142</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>144</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>155</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>156</b>
	<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>157</b>
	<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>158</b>
	<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>159</b>
	<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>162</b>
	<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>165</b>
	<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>189</b>
	<b>APÊNDICE H .....</b>	<b>250</b>
	<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>253</b>
	<b>APÊNDICE J.....</b>	<b>256</b>
	<b>APÊNDICE K .....</b>	<b>260</b>
	<b>APÊNDICE L.....</b>	<b>263</b>
	<b>APÊNDICE M.....</b>	<b>264</b>



## **1 INTRODUÇÃO**

Nesta seção, pretende-se realizar, de uma forma lacônica, uma reflexão sobre a necessidade humana quanto ao processo ensino-aprendizagem, em benefício à formação do conhecimento científico para o desenvolvimento da ciência e de suas tecnologias, bem como uma reflexão do papel e da importância da escola e do professor para esse processo educacional.

### **1.1 A importância do processo ensino-aprendizagem em nossas vidas e o papel do responsável direto por esse processo**

Nunca se viu, na existência da humanidade, algo como o que ocorre atualmente: um desenvolvimento tecnológico tão imenso e acelerado. Por conseguinte, e não poderia ser diferente, há uma busca incessante do ser humano por novos conhecimentos para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Produzir ciência é o que a humanidade faz desde os primórdios de sua existência. Ciência é condição indispensável e vital para o desenvolvimento e a subsistência humana.

Há uma relação dual entre ciência e tecnologia: a ciência produz a tecnologia, e, por sua vez, com tecnologia se faz ciência. Segundo Wunsch e Martins (2018), ciência é o corpo de conhecimento acumulado por meio das descobertas sobre todas as coisas do universo; e a tecnologia, no entendimento de Miranda (2002), é o fruto da aliança entre a ciência e a técnica. Nesse contexto, a ciência, por meio de seus conhecimentos, produz a tecnologia, que tem por finalidade atender às necessidades humanas, com o desenvolvimento de ações e produtos, sendo ou não em benefício de sua saúde e do seu bem-estar social. Nesse sentido, Golombek (2009) contribui com a seguinte afirmação:

A ciência não é mais que um modo de conhecer a realidade. Segundo esse modo, o essencial não é o que sabemos, mas como chegamos a sabê-lo. A pesquisa científica sempre parte de perguntas. O assombro, a maravilha, a sede de explicações, a observação e o reconhecimento de regularidades e padrões são parte desse aspecto (GOLOMBEK, 2009, p. 17).

Nesse quadro, referente à ciência e à tecnologia, o ser humano, na busca constante de sua sobrevivência e de sua qualidade de vida, pratica a ciência e acaba vivenciando suas tecnologias. Mas, para fazer ciência, é necessário o conhecimento científico. Trata-se de um conhecimento que tem a sua origem na investigação metodológica e sistemática, analisando todas as causas, ações e efeitos dos fenômenos que regem toda a natureza ao redor do ser humano. Lakatos e Marconi (2003) comungam a ideia de que o conhecimento científico é factual e verificável, o qual tende a se aproximar ao mais exato possível. O conhecimento científico organiza, conseqüentemente, uma sistematização de teorias e hipóteses, as quais atendem ou procuram atender às necessidades e às curiosidades humanas. Ainda com relação ao conhecimento científico, as autoras destacam que é:

[...] sistemático, já que se trata de um saber ordenado logicamente, formando um sistema de ideias (teoria) e não conhecimentos dispersos e desconexos. Possui a característica da *verificabilidade*, a tal ponto que as afirmações (hipóteses) que não podem ser comprovadas não pertencem ao âmbito da ciência. Constitui-se em conhecimento falível, em virtude de não ser definitivo, absoluto ou final e, por este motivo, é aproximadamente exato: novas proposições e o desenvolvimento de técnicas podem reformular o acervo de teoria existente (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 80).

Para obter o conhecimento científico, é necessário e indispensável o ato de “Aprender e ensinar a Ciência. Desafios, estratégias e oportunidades”. Esse lema sustentou o IV Fórum Latino-americano de Educação (2008), que destacou a importância da alfabetização científica. Isso representa, fundamentalmente, não só o ato de aprender, mas também o de aplicar a ciência, no campo profissional e na raiz da questão: aprendizagem na formação acadêmica em todos os níveis de ensino, bem como na formação dos principais atores desse processo, os docentes, em todas as suas fases de formação.

Tal formação nada mais é que uma questão de cidadania, conforme apresentada na Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988, na Seção que pactua a educação como direito de todos, em seu capítulo III, que se refere à Educação, Cultura e Desporto, em sua Seção I, que trata sobre a Educação. O Artigo 205 estabelece: “A educação, direito de todos e dever do

Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988), e ainda, no Artigo 214, destaca-se: A lei estabelecerá o plano nacional de educação, de duração plurianual, visando à articulação e ao desenvolvimento do ensino em seus diversos níveis e à integração das ações do Poder Público que conduzam à:

- I - erradicação do analfabetismo;
- II - universalização do atendimento escolar;
- III - melhoria da qualidade do ensino;
- IV - formação para o trabalho;
- V - promoção humanística, científica e tecnológica do País.

O Brasil precisa levar adiante a discussão sistemática, ampla e participativa dos desafios de construção de uma sociedade onde o conhecimento seja o propulsor de conquistas culturais, sociais e econômicas. Sem isto, estaria abrindo mão de instrumentos essenciais para planejar o futuro, determinar prioridades, avaliar e corrigir o rumo do nosso desenvolvimento científico e tecnológico (SILVA; MELO, 2001, p. 12).

Sem o processo ensino-aprendizagem, o homem não tem o conhecimento científico, não exerce a ciência e conseqüentemente não adquire as suas tecnologias. A aprendizagem do conhecimento científico é uma necessidade da humanidade. Quer iniciando novos conhecimentos, quer formatando-os ou reformulando-os, com novas teorias e hipóteses sistematizadas e reais, que atendam ao momento temporal nos aspectos econômico, social e cultural da humanidade. Segundo Pinto (2003, p. 5), “a aprendizagem é uma capacidade que pomos em ação quotidianamente para dar respostas adaptadas às solicitações e desafios que se nos colocam devidos às nossas interações com o meio”.

Nesse universo, para fazer ciência e tecnologias, é necessário o conhecimento, sendo que esse conhecimento provém do processo ensino-aprendizagem. Sendo o conhecimento um produto ou resultado da aprendizagem científica, o homem através dos tempos teve que se adaptar, organizar-se e criar um sistema que fosse formal em seu processo de aprendizagem e de educação.

Esses sistemas, com o passar do tempo, foram chamados de centros institucionais de educação ou simplesmente de Escolas e Universidades. Nesse sentido, Moran (2007, p. 12), ressalta que “As escolas e universidades são os espaços institucionais legitimados para a formação dos novos cidadãos”. E completa:

A escola é um dos espaços privilegiados de elaboração de projetos de conhecimento, de intervenção social e de vida. É um espaço privilegiado de experimentar situações desafiadoras do presente e do futuro, reais e imaginários, aplicáveis ou limítrofes (MORAN, 2007, p. 22).

Na escola, em seus primeiros anos de vida acadêmica, o aluno começa o seu compromisso de socialização com a sua comunidade, quer em seu relacionamento com os demais em seu próprio ambiente de aprendizagem, quer com o seu mundo externo, mesmo que aparentemente longínquo fisicamente, porém presente na aquisição de seus novos conhecimentos. É na escola que se adquire o conhecimento científico, pelo processo ensino-aprendizagem. É na escola que tem início o Episódio da Ciência. Nesse cenário, encontra-se o diretor responsável por dirigir o enredo – o professor –, o responsável pela aprendizagem de seus personagens principais – seus alunos – e o encenador responsável pela supervisão de sua obra de arte: o conhecimento de seus alunos.

O professor, em um contexto simples e direto, porém de extrema relevância, segundo Ferreira e Silva (2017, p. 41), é o profissional que: “[...] trabalha em seus alunos o sentido da vida, as qualidades do próximo, o respeito, estabelecendo assim relações mais afetivas e reais, o que implicará na formação do indivíduo como cidadão consciente não apenas dos seus direitos mais também dos seus deveres”.

Em um mundo tão repleto de mudanças, descobertas, inovações, cabe ao professor perceber tais aceleradas transformações e agir em concordância com a exigente sociedade e com as inúmeras possibilidades de avanço na educação proporcionando um ensino mais humano, mais próximo da realidade de seu alunado fazendo brotar novas esperanças (FERREIRA; SILVA, 2017, p. 45).

Nesse sentido, cabe à sociedade reconhecer de uma forma concreta e verdadeira, e não por meio de discursos vazios, a importância do papel do professor junto à comunidade, dando-lhe todo o apoio necessário, o reconhecimento indispensável, bem como o valor devido e merecido. E, por sua vez, cabe ao professor que esteja sempre aberto para as novidades tecnológicas e de novos desafios para exercer sua atividade profissional, com motivação e competência técnica e humana, tão necessária nos dias de hoje para estabelecer uma relação de confiança e respeito com seus alunos. Uma relação sobre a qual Ferreira e Silva (2017) acrescentam:

É do conhecimento de todos que a educação brasileira não é como todos gostariam que fosse, mas muito se pode fazer para melhorar, desde a cobrança de recursos até o esforço do próprio professor em mudar a realidade de seus alunos a partir de uma conscientização da realidade e do que pode ser feito para mudá-la. Isso abrange principalmente ações que incluam estímulos por parte do docente, criando assim um desejo no discente de ser diferente no meio em que vive, de sair do anonimato, do comodismo, da passividade. Para isso, são necessárias algumas mudanças de hábitos, de comportamento e até de pensamento (FERREIRA; SILVA, 2017, p. 40).

## **1.2 Minha vivência como docente e o papel do professor no processo ensino-aprendizagem**

Fazendo parte desse processo de ensino-aprendizagem, como docente, por aproximadamente 33 anos em sala de aula, tenho observado e vivenciado, com muita preocupação, o desinteresse, o desânimo e a grande dificuldade de aprendizagem dos alunos na disciplina de química, tanto no ensino básico quanto no ensino superior, quer nos estabelecimentos educacionais públicos, quer nos estabelecimentos educacionais privados.

Esse desinteresse não deveria existir, pois a química é uma disciplina que está intimamente conectada a todos os processos e fenômenos que ocorrem no cotidiano dos alunos. Somente isso, de certa forma, já deveria servir como uma motivação para seus estudos.

Dentro dessa lógica de raciocínio, veja-se, por exemplo, entre muitos que poderiam ser citados, a Bioquímica, uma parte da química responsável por

estudar a química da vida. Trata-se de uma parte da química que representa um dos maiores exemplos a ser citado, como um conteúdo da química que deveria, pelo menos, despertar interesse e motivação em seus estudos, pois é com a bioquímica que se explica a origem e a formação dos organismos vivos a partir dos elementos simples, como o carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo. Esses elementos, combinados entre si, por meio de suas ligações químicas, acabam estruturando as famosas biomoléculas, ou seja, as moléculas da vida: água, carboidratos, ácidos nucleicos, lipídios, aminoácidos e proteínas. Essas moléculas são responsáveis pela manutenção dos seres vivos, nas questões energéticas, estruturais e até mesmo no armazenamento e na transmissão de todas as informações genéticas, indispensáveis e responsáveis pela perpetuação das espécies. Então, como não se interessar por esses conteúdos de química, ricos de informações relevantes e extremamente conectados com a maior motivação de estudos – a vida? Esses assuntos que se encontram intrinsecamente conectados ao nosso cotidiano.

Cabe aqui um questionamento: Por que o aluno não se motiva em estudar e aprender a química? Será porque a matéria de química, por meio de seus conceitos teóricos, muitas vezes considerado pelos alunos como conceitos abstratos e não palpáveis, é, portanto, considerada difícil de compreender, ou será a maneira pela qual ela tem sido tratada, apresentada e transmitida para os alunos em sala de aula? Rocha e Vasconcelos (2016) colaboram com essa última suposição, ao afirmarem que a química tem sido administrada em sala de aula de maneira tradicional, descontextualizada e não interdisciplinar, o que levaria ao grande desinteresse pelo aluno, bem como explicariam suas dificuldades em aprender esses conteúdos.

Nessa conjuntura, é sabido por todos os profissionais da área da educação que essas circunstâncias desagradáveis, a desmotivação, o desinteresse e as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, constituem um dos maiores problemas e, reconhecidamente, presença constante em sala de aula. Steren e Molon (2009) indicam que o interesse e a motivação para aprender têm sido grandes desafios por parte dos professores e dos pais, e que eles têm se questionado sobre os motivos do desinteresse pelos estudos, por parte de seus alunos, de seus filhos. E as autoras acrescentam que “a motivação para aprender

depende muito do clima de sala de aula, da afinidade do docente com os discentes, não dependendo unicamente do aluno ou do professor, mas do componente afetivo imerso na relação interpessoal destes” (STEREN; MOLON, 2009, p. 168).

A motivação é o estímulo indispensável para a aprendizagem, necessária nos dias de hoje para concorrer com as diversas situações que roubam e distraem a atenção dos alunos. Cabe ao professor, portanto, trazer o aluno para dentro do contexto de sua aula, por meio de um diálogo que possibilite o entendimento do aluno em relação ao que será, como será e porque será transmitido. Colaborando com essa ideia, Cardoso e Colinvaux (2000), em seu artigo sobre a motivação de estudar química, comentam que, na prática docente, é muito comum o questionamento por parte dos alunos, pelos motivos de estudarem a química, pois nem sempre o que estão aprendendo será necessariamente utilizado futuramente em suas profissões.

Muitos trabalhos realizados sobre o tema em questão convergem com o mesmo pensamento, de que o desinteresse, a desmotivação e as dificuldades de aprendizagem dos alunos não são apenas de sua responsabilidade. Mas deve-se também atribuir aos professores, no que tange à sua qualificação, quanto ao conhecimento dos conteúdos a serem administrados, bem como à sua metodologia ou maneira de conduzir sua aula com os alunos. Arroio *et al.* (2006) sinalizam que as aulas administradas de maneira somente teórica, com memorização de conceitos e que não se aplicam diretamente com o cotidiano dos alunos, acabam conseqüentemente, entediando os alunos e que resultam, ainda, até mesmo em situações que levam a concepções distorcidas da ciência.

Nesse sentido, a relação entre aluno e professor acaba ficando comprometida. Essa é uma conexão indispensável e extremamente necessária para o processo de ensino-aprendizagem, e a desconexão, muitas vezes, gera uma desagradável expressão nesse cenário: “O professor finge que está ensinando e o aluno finge que está aprendendo”. Essa relação leva não só ao desinteresse do aluno em sua aprendizagem, mas também causa certa frustração nos professores, por não atingirem seus objetivos – um obstáculo terrível no processo de ensino-aprendizagem. Siqueira Neto (2016) destaca que essa situação atesta o trágico período pelo qual passa a educação: “o aprendiz torna-

se um obstáculo a ser superado e não alguém que precisa superar obstáculos” (SIQUEIRA NETO, 2016, p. 35).

A contextualização hoje em sala de aula é uma necessidade, na qual acredita-se colaborar, e muito, para a aprendizagem dos alunos. Recebendo um conteúdo em uma sala de aula em que não haja uma conexão com a realidade ou o cotidiano, os alunos não concretizam de maneira satisfatória a sua aprendizagem. Isso, conseqüentemente, acaba levando-os a frustrações e decepções. No caso mais específico do ensino da química, Rocha e Vasconcelos (2016) acrescentam que essa maneira tradicional de ensino, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, tem gerado o desinteresse pela química, o que resulta em dificuldades de aprender, bem como de relacionar o que se estuda ao cotidiano, e completam:

[...] verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino/aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, que estimule o raciocínio e que os estudantes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade tecnológica (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p.1).

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), de 1999, e nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), de 2002, recomendava-se a contextualização no ensino de química. Cabe, portanto, dentro dessa perspectiva de contextualização de conteúdos de química, que o professor repense e reveja suas metodologias de ensino-aprendizagem em sala de aula, e aplique novas metodologias que possam atingir profundamente o interesse de seus alunos em querer aprender não por obrigação e sim pela sua própria necessidade, motivada pelo seu cotidiano, levando-os a um processo educacional mais significativo e aplicável em suas vidas.

Com essa perspectiva, muitas metodologias e estratégias pedagógicas têm sido estudadas e empregadas em sala de aula. Essas metodologias e estratégias pedagógicas devem combinar e sintonizar-se com o conteúdo a ser administrado em sala de aula, ou seja, conforme aponta Libâneo (2006), deve haver uma combinação de atividades do professor e dos alunos.



O termo metodologia remete a meios ou caminhos para aplicar um método. De acordo com Libâneo (2006), os métodos provêm da relação encontrada entre o objetivo e o conteúdo. Referem-se aos meios pelos quais se pretende alcançar os objetivos do ensino, e cabe ao professor a direção eficaz desse trabalho sistematizado, na organização e no planejamento do conteúdo, bem como no desenvolvimento de sua aula. O autor ainda acrescenta que “a direção do processo de ensino requer, portanto, o conhecimento de princípios e diretrizes, métodos, procedimentos e de outras formas organizativas” (LIBÂNEO, 2006, p. 154).

O professor, ao dirigir e estimular o processo de ensino em função da aprendizagem dos alunos, utiliza intencionalmente um conjunto de ações, passos, condições externas e procedimentos, a que chamamos métodos de ensino. Por exemplo, à atividade de explicar a matéria corresponde o método de exposição; à atividade de estabelecer uma conversação ou discussão com a classe corresponde o método de elaboração conjunta. Os alunos por sua vez, sujeitos da própria aprendizagem, utilizam-se de métodos de assimilação de conhecimentos. Por exemplo, à atividade dos alunos de resolver tarefas corresponde o método de resolução de tarefas; à atividade que visa o domínio dos processos do conhecimento científico numa disciplina corresponde o método investigativo (LIBÂNEO, 2006, p. 150-151).

Dessa forma, cabe ao professor mediar e gerenciar a transmissão do conhecimento por meio de suas estratégias pedagógicas, permitindo que seus alunos tenham a oportunidade de pensar, analisar, refletir e gerar questionamentos em seus conhecimentos prévios, denominados por Ausubel (1982) de conhecimentos subsunçores, para que ocorra a produção do conhecimento. Levar em consideração os conhecimentos prévios do aluno é levar em consideração a sua experiência pessoal, permitindo que o aluno a traga para a sala de aula, segundo Libâneo (1998).

[...] o professor deve se colocar como ponte entre o estudante e o conhecimento para que, dessa forma, o aluno aprenda a “pensar” e a questionar por si mesmo e não mais receba passivamente as informações como se fosse um depósito do educador (BULGRAEN, 2010, p. 31).

O professor, nesse ínterim, deve, portanto, planejar e se organizar; criar e experimentar novas metodologias, que levem em conta as dificuldades encontradas nos conteúdos a serem administrados, as condições e limitações cognitivas de assimilação e de aprendizagem de seus alunos. É por meio dessas ações e com o diálogo respeitoso, entre o professor e o aluno, que o professor consegue conhecer e compreender as limitações e as potencializações de seus alunos. Logo, o diálogo não deixa de ser uma forma de metodologia de aprendizagem.

Nota-se que com a interação em sala de aula, o aluno passa a ter mais prazer de estar em sala. Partindo desse pressuposto verifica-se a importância do professor integrar em sua metodologia o diálogo (MACHADO, 2013, p. 126).

Segundo Lima (2012), é necessário analisar e discutir a metodologia utilizada pelos professores em sala de aula, para encontrar as dificuldades dos alunos em aprender e compreender a química e, conseqüentemente, visualizar a real situação da desmotivação por parte dos alunos para o estudo da disciplina.

Para atender à evolução contínua do processo de ensino-aprendizagem que ocorre em sala de aula, a metodologia de ensino tem sofrido constantemente diversas transformações, que são decorrentes do atendimento às dificuldades e fundamentalmente às necessidades dos alunos. As dificuldades dos alunos, através dos tempos, podem até ser as mesmas ou não, porém, as suas necessidades com certeza jamais serão as mesmas – o mundo ao seu redor encontra-se em um verdadeiro turbilhão de transformações e de novidades, é uma verdadeira mutação educacional. Sendo assim, é necessário estabelecer objetivos bem concretos, para que, nesse processo, possam ser criadas ou despertadas novas estratégias pedagógicas. O professor, diante dessas estratégias, estaria, metaforicamente, comportando-se como um verdadeiro camaleão em relação às novas tecnologias e às incansáveis necessidades e demandas de seu público em sala de aula.

Para Fonseca e Fonseca (2016), uma vez estabelecidos os objetivos da aprendizagem, antes de traçar qualquer tipo de estratégia pedagógica, é necessário definir linhas gerais de orientação, as quais servirão ao professor como linha-mestra, que atenda de forma específica, conforme o tema e o

conteúdo que se deseja trabalhar, à realidade do aluno que se pretende atingir, as condições e os materiais disponíveis.

E, nesse sentido, cabe ao professor reconhecer o seu papel importante quanto ao compromisso que ele tem com seu aluno. Santos e Silva (2002) destacam:

É preciso considerar o fato de que o professor, quando se torna comprometido com o aluno e com uma educação de qualidade, fazendo do aluno alvo do processo ensino-aprendizagem, e cumprindo seu papel de orientador e facilitador do processo, legitima assim a teoria de uma facilitação da aprendizagem, através da interação entre sujeitos, ultrapassando, desse modo, a mera condição de ensinar (SANTOS; SILVA, 2002, p. 48).

## 2 A MOTIVAÇÃO E A JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Nesta seção, será mostrado um breve relato da caracterização do componente curricular, da performance de aprendizagem e da situação acadêmica dos alunos ingressantes em Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná, que motivaram e justificaram esta pesquisa de mestrado.

Durante minha atuação como docente da disciplina de Química Geral e Experimental, no curso noturno de graduação em Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná do *campus* de Cascavel-PR, foram despertadas relevantes preocupações, as quais estão listadas na sequência:

1° O baixo rendimento de aprendizagem dos alunos, demonstrado pelos seus conceitos indicadores de aproveitamento e de aprendizagem da disciplina de Química Geral e Experimental, os quais eram adquiridos pelos alunos por meio de várias formas de avaliações realizadas no decorrer do curso.

2° O número significativo de alunos que optaram pela não continuidade de sua graduação acadêmica. Tal fato se deve principalmente às dificuldades encontradas para acompanhar os conteúdos administrados na disciplina de Química Geral e Experimental, bem como ao fato de não terem se identificado com a sua formação acadêmica e profissional no curso. Esses motivos foram todos levantados pela entrevista realizada com os alunos egressos, na Seção Pedagógica e de Assuntos Estudantis (SEPAE) da Instituição. A entrevista foi solicitada e realizada a partir da solicitação de trancamento ou de desistência do curso.

A Seção Pedagógica e de Assuntos Estudantis é um órgão da Instituição que tem por objetivo auxiliar os docentes e estudantes nas ações referentes aos processos de ensino-aprendizagem. Atualmente, o pesquisador responde como chefe dessa Seção, portanto, dessa forma, pôde vivenciar os problemas e as preocupações supracitadas, tanto na condição de professor da disciplina curricular quanto na condição da chefia da SEPAE.

Esses fatos, como profissional da área de educação, deixaram o pesquisador bastante reflexivo e com um forte desejo de encontrar alguma forma que pudesse amenizar tais circunstâncias preocupantes e, conseqüentemente, reduzir a desmotivação, decepções e frustrações de seus alunos.

A disciplina de Química Geral e Experimental, conforme Art. 27 da Resolução CONSUP/IFPR nº 19/2017, pertence ao Núcleo de Formação Geral, que é constituído por estudos de formação básica, concepções e princípios para a docência e pesquisa, conteúdos de carácter introdutório da área de Química, das áreas específicas que são fundamentais para que os estudantes se identifiquem com o Ensino Superior e a área da Química. Entende-se, portanto, que o componente curricular Química Geral e Experimental é uma disciplina cujo objetivo é fazer a transição, no aluno ingressante, de seu ensino básico para o ensino superior. Ou seja, proporcionar a ele uma condição de adaptação de sua linguagem científica. Nesse processo de adaptação, busca-se, por meio de conceitos introdutórios de Química, subsidiar as demais disciplinas específicas de Química em sua graduação.

A Química Geral e Experimental é um componente curricular que transcorre com seis aulas semanais, com uma duração de cinquenta minutos para cada aula ministrada. As aulas são alternadas com teoria e prática laboratorial, totalizando uma carga horária anual equivalente a 240 horas. Sua avaliação de ensino-aprendizagem é pautada pelas normatizações da LDB (Lei nº 9394/1996), no Art. 24, em que orienta que a avaliação seja realizada de forma contínua e cumulativa, predominando os aspectos qualitativos e prevalecendo o desempenho do estudante ao longo do período sobre eventuais provas finais, como também pela Portaria nº 120/2009 da Pró-Reitoria de Ensino do Instituto Federal do Paraná - PROENS/IFPR, em que a avaliação apresenta as seguintes características:

- a) Diagnóstica: a qual antecipa as dificuldades de aprendizagem de modo a poder saná-las ao longo do processo;
- b) Formativa: a qual dá-se no decorrer do processo de ensino e não no final;
- c) Somativa: a qual pode ser expressada na forma de resultado também ao final de uma etapa.

Além disso, observa-se para meios de avaliações, segundo o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química, as seguintes atividades:

- I. Seminários;
- II. Trabalho individual e grupal;
- III. Teste escrito e/ou oral;
- IV. Demonstração de técnicas em laboratório;
- V. Dramatização;
- VI. Apresentação do trabalho final de iniciação científica;
- VII. Artigo científico;
- VIII. TCC;
- IX. Portfólios;
- X. Resenhas;
- XI. Auto avaliação, entre outros.

Por opção do docente da disciplina curricular, o processo do registro indicador de aproveitamento de aprendizagem dos alunos tem sido alimentado por várias formas de avaliações empregadas no decorrer do curso. Por exemplo: avaliações teóricas, avaliações quanto ao desempenho de atividades práticas-laboratoriais, relatórios dos procedimentos laboratoriais, apresentação de trabalhos de forma escrita e de forma oral, bem como apresentações de seminários. Dessa forma, o processo avaliativo do componente curricular encontra-se de acordo com as normativas da Instituição, dando a oportunidade ao aluno de ser avaliado de maneira contínua e cumulativa.

Uma vez realizadas, as avaliações gerarão os conceitos bimestrais e anual do aluno, em que, a título de registro, são utilizados os seguintes conceitos e suas respectivas equivalências:

- a) Conceito “A” – Aprendizagem plena;
- b) Conceito “B” – Aprendizagem parcialmente plena;
- c) Conceito “C” – Aprendizagem suficiente;
- d) Conceito “D” – Aprendizagem insuficiente;

A aprovação quanto ao aproveitamento de aprendizagem no componente curricular será resultado da composição dos conceitos bimestrais, os quais proporcionarão, pela interpretação e julgamento do docente, um conceito final da

disciplina. Esse conceito, sendo igual ou superior a “C” e tendo o aluno uma frequência igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento) no final do período letivo, garantirá sua aprovação final pelo componente curricular.

O componente curricular apresenta noções gerais de vários conceitos de química, os quais serão contemplados por aulas expositivas em sala de aula, como também por aulas práticas realizadas em laboratório apropriado de química, o que caracteriza a parte experimental da disciplina. Os conteúdos do componente curricular seguem rigorosamente o plano de ensino, que foi analisado pelo coordenador do curso e aprovado pelo colegiado de ensino e pelo diretor de ensino.

Na sequência, mostram-se os conteúdos de química, seguindo a ementa estabelecida pelo seu projeto pedagógico:

a) Parte teórica:

Matéria e Energia; Estrutura Atômica; Tabela periódica; Periodicidade; Ligações Químicas; Forças intermoleculares; Estequiometria; Teorias ácido-base; Estudo das Soluções; Noções de Termoquímica; Noções de Cinética Química; Noções de Equilíbrio Químico; Noções de Eletroquímica; Química Nuclear.

b) Parte experimental:

Experimentos introdutórios de técnicas; procedimentos e equipamentos comuns aos laboratórios de Química; segurança em laboratório; uso e identificação de equipamentos de segurança; experimentos investigativos explorando o método científico de investigação envolvendo reações químicas; experimentos relacionados às propriedades intensivas e extensivas físico-químicas gerais das substâncias químicas; em termos de reatividade, solubilidade e miscibilidade; experimentação envolvendo aspectos gerais de equilíbrio químico; cinética química e eletroquímica; minimização de impactos ambientais e princípios éticos.

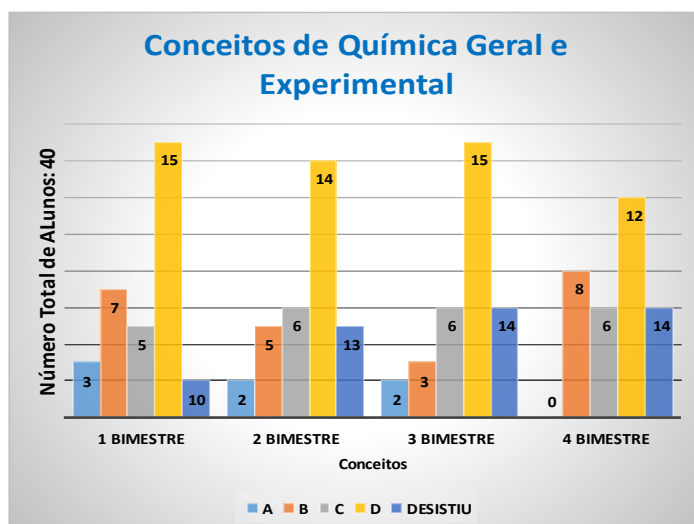
O curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná no *campus* de Cascavel teve o seu início em 2018. Portanto, atualmente, encontra-se com duas turmas em andamento, sendo que o baixo rendimento obtido na aprendizagem dos alunos e o número significativo de alunos egressos do curso foram observados tanto na turma ingressante de 2018, quanto na turma ingressante de 2019.

Para registrar melhor essas preocupações, apresentadas inicialmente nesta seção, as quais despertaram a motivação e justificam esta pesquisa de mestrado, são apresentados, em seguida, por meio de gráficos, os dados demonstrativos dos conceitos bimestrais, a situação final e provisória de aproveitamento de aprendizagem do componente curricular, bem como a situação atual com relação ao percentual de alunos que permanecem matriculados e de alunos que optaram pela sua desistência do curso. Destaca-se, porém, que os dados que abasteceram os gráficos foram obtidos na Secretaria Acadêmica da Instituição.

## 1 - Dados referentes aos alunos ingressantes de 2018

### a) Conceitos bimestrais do componente curricular

**Gráfico 1** – Conceitos de Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2018



Fonte: Adaptado do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (2019)

### b) Situação final de aproveitamento do componente curricular

Para a análise do gráfico a seguir, deve-se levar em consideração que os alunos egressos incorporam o número de alunos reprovados.



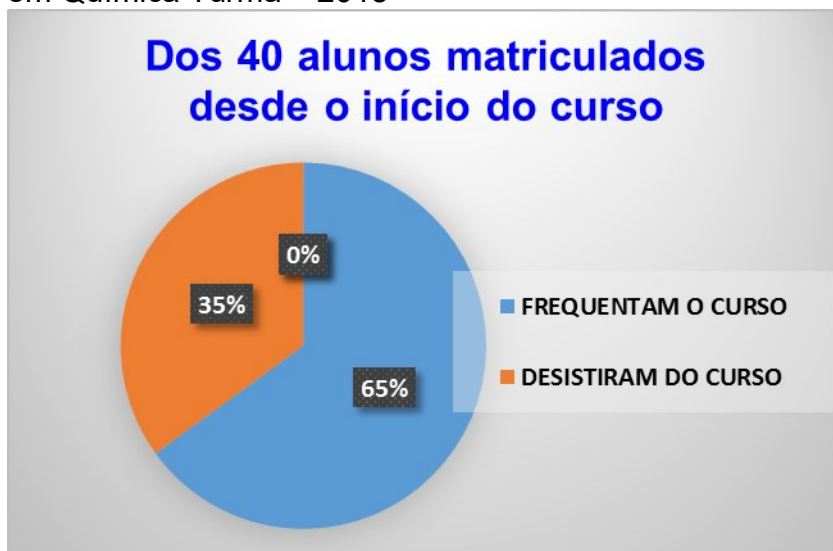
**Gráfico 2** – Avaliação final de aproveitamento do componente curricular Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2018



Fonte: Adaptado do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (2019)

c) Situação do registro quantitativo dos acadêmicos

**Gráfico 3** – Mapa do registro acadêmico dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2018

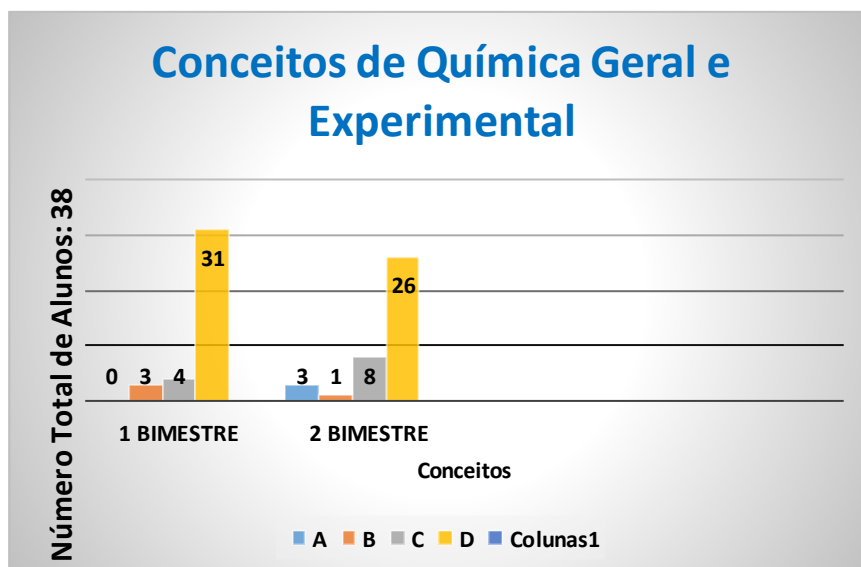


Fonte: Adaptado da Secretaria Acadêmica da Instituição (2019)

2 - Dados referentes aos alunos ingressantes de 2019

a) Conceitos bimestrais do componente curricular

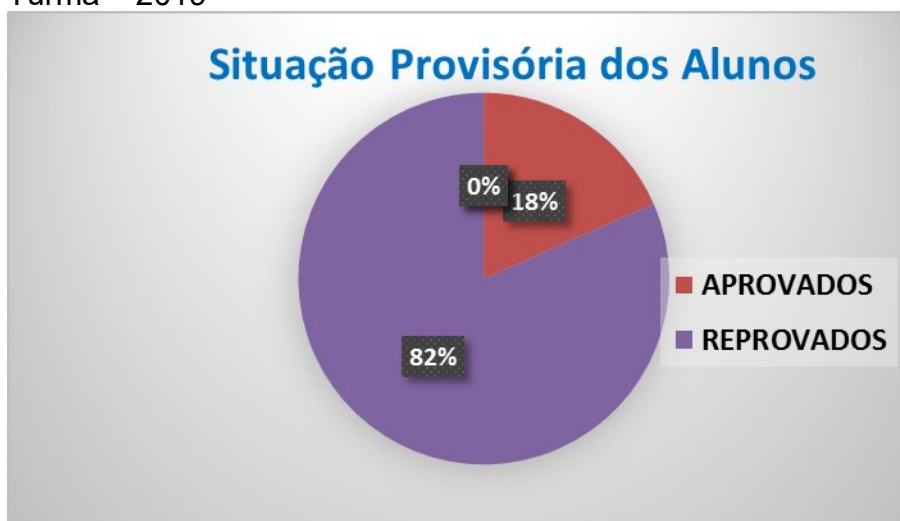
**Gráfico 4** – Conceitos de avaliações de ensino-aprendizagem do componente curricular Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2019



Fonte: Adaptado do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (2019)

b) Situação provisória de aproveitamento do componente curricular

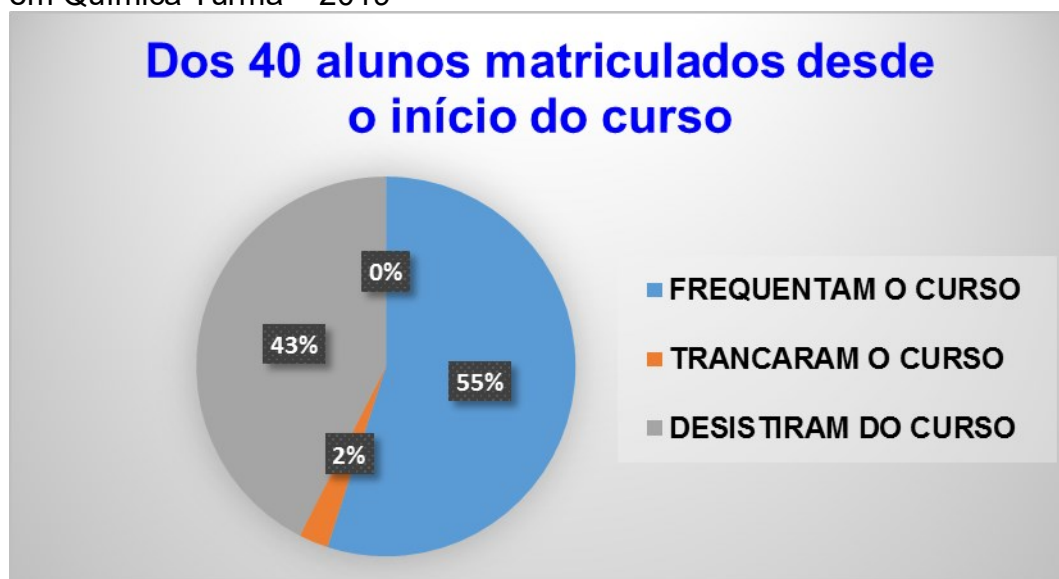
**Gráfico 5** – Avaliação provisória de aproveitamento do componente curricular Química Geral e Experimental dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2019



Fonte: Adaptado do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (2019)

c) Situação provisória do registro quantitativo acadêmico

**Gráfico 6** – Mapa do registro acadêmico dos Alunos do 1º Ano de Licenciatura em Química Turma – 2019



Fonte: Adaptado da Secretaria Acadêmica da Instituição (2019)

Mediante esse cenário preocupante, cria-se, portanto, a motivação para o desenvolvimento desta pesquisa de mestrado. Esse cenário, segundo Jesus (2015) e Belo, Leite e Meotti (2019), quanto aos altos índices de retenção em química, em função das dificuldades de aprendizagem nos cursos de química, tem sido uma realidade constante na rede de ensino superior em boa parte do país, o que torna a conjuntura em questão de extrema relevância e justificável para a realização desta pesquisa.

### **3 A QUESTÃO DA PESQUISA**

Considerando os motivos e as justificativas apresentadas e discutidas anteriormente, apresenta-se a seguinte questão instigadora desta pesquisa: Será que uma sequência didática norteada pelo tema Estação de Tratamento de Água (ETA), abordando vários conceitos químicos, tendo uma abordagem contextualizada, significativa e apropriando-se da metodologia de aprendizagem de resolução de problemas, poderia ser utilizada como uma ferramenta pedagógica facilitadora para melhorar a performance de aprendizagem dos alunos ingressantes no início de sua graduação em Licenciatura em Química?

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar a contribuição didático-pedagógica de uma sequência didática de conteúdos de química contextualizados com as etapas de uma Estação de Tratamento de Água, para melhorar a performance de aprendizagem dos alunos na disciplina, de maneira significativa, trabalhando com uma metodologia ativa “Aprendizagem Baseada em Problemas” ou PBL (*Problem-Based Learning*).

### 4.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa, foi necessário obter os seguintes objetivos específicos:

a) Elaborar e aplicar um questionário diagnóstico para investigar o perfil dos alunos ingressantes do primeiro ano de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná;

b) Elaborar e aplicar um questionário diagnóstico para investigar as dificuldades conceituais de química, por parte dos alunos ingressantes do primeiro ano de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná;

c) Mediante os dados obtidos, quanto ao perfil dos alunos e as dificuldades conceituais de química, elaborar uma sequência didática com abordagem de conceitos químicos, por meio de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), bem como montar um guia didático de apoio, contendo atividades teóricas e experimentais contextualizadas com o tema norteador;

d) Aplicar a sequência didática e verificar sua contribuição como uma estratégia pedagógica para a melhora da performance de conceitos de química dos alunos ingressantes na Licenciatura em Química da Instituição, por meio dos dados obtidos pelos questionários semiestruturados aplicados durante a pesquisa e pelos depoimentos prestados pelos alunos;

e) Utilizar e avaliar as contribuições da prática pedagógica do guia didático de apoio, por meio do questionário semiestruturado aplicado durante a pesquisa e pelos depoimentos prestados pelos alunos;

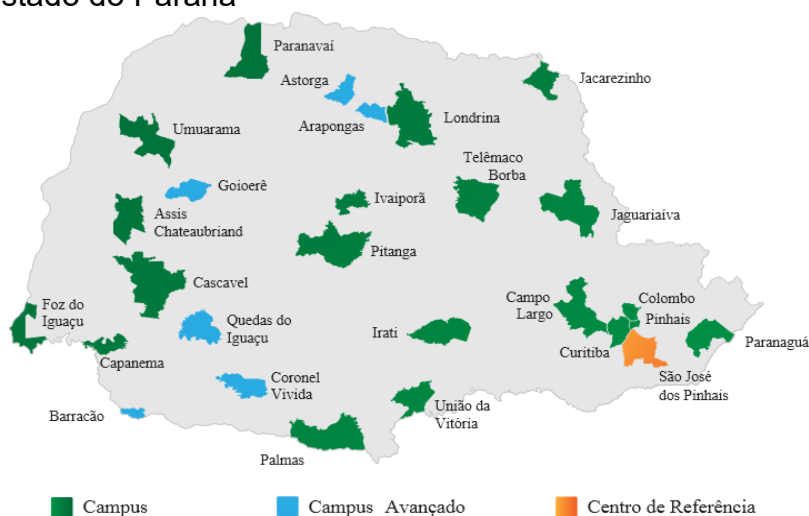
f) Verificar a performance dos alunos ingressantes de química, participantes do projeto de pesquisa do mestrado, por meio da análise da evolução de conceitos indicadores de aproveitamento no componente curricular Química Geral e Experimental, registrado pela Secretaria Acadêmica da Instituição.

## 5 LOCAL DA PESQUISA

### 5.1 Um breve histórico da Instituição

O Instituto Federal do Paraná foi criado em dezembro de 2008, por meio da Lei 11.892, a qual institui a Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. Tendo a Lei entrado em vigor, a Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná (ET-UFPR) foi autorizada a desvincular-se da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para implantar o Instituto Federal do Paraná (IFPR), o qual apresenta hoje uma Instituição com sua própria autonomia administrativa e pedagógica. Atualmente, o IFPR é constituído por 25 *campi*, que se encontram distribuídos pelo Paraná, conforme demonstra a figura a seguir:

**Figura 1** – Atuação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Estado do Paraná



Fonte: Instituto Federal do Paraná (2019)

De acordo com a Lei de criação (Lei nº 11.892/08) e com seu Estatuto, o IFPR tem as seguintes finalidades e características, as quais são descritas nos incisos do Art. 6º da referida lei:

I – ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas à atuação profissional nos diversos setores da economia,

com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional;

II – desenvolver a educação profissional e tecnológica como processo educativo e investigativo de geração e adaptação de soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais e peculiaridades regionais;

III – promover a integração e a verticalização da educação básica à educação profissional e educação superior, otimizando a infraestrutura física, os quadros de pessoal e os recursos de gestão;

IV – orientar sua oferta formativa em benefício da consolidação e fortalecimento dos arranjos produtivos, sociais e culturais locais, identificados com base no mapeamento das potencialidades de desenvolvimento socioeconômico e cultural no âmbito de atuação do Instituto Federal;

V – constituir-se em centro de excelência na oferta do ensino de ciências, em geral, e de ciências aplicadas, em particular, estimulando o desenvolvimento de espírito crítico, voltado à investigação empírica;

VI – qualificar-se como centro de referência no apoio à oferta do ensino de ciências nas instituições públicas de ensino, oferecendo capacitação técnica e atualização pedagógica aos docentes das redes públicas de ensino;

VII – desenvolver programas de extensão e de divulgação científica e tecnológica;

VIII – realizar e estimular a pesquisa aplicada, a produção cultural, o empreendedorismo, o cooperativismo e o desenvolvimento científico e tecnológico;

IX – promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente (BRASIL, 2008).

Partindo-se desse princípio, para os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, estabelecem-se os objetivos que são descritos no Art. 7º da mesma lei:

I – ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos;

II – ministrar cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores, objetivando a capacitação, o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de profissionais, em todos os níveis de escolaridade, nas áreas da educação profissional e tecnológica;

III – realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade;

IV – desenvolver atividades de extensão de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos sociais, e



com ênfase na produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos;

V – estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional;

VI – ministrar em nível de educação superior:

a) Cursos superiores de tecnologia visando à formação de profissionais para os diferentes setores da economia;

b) Cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica, com vistas na formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional;

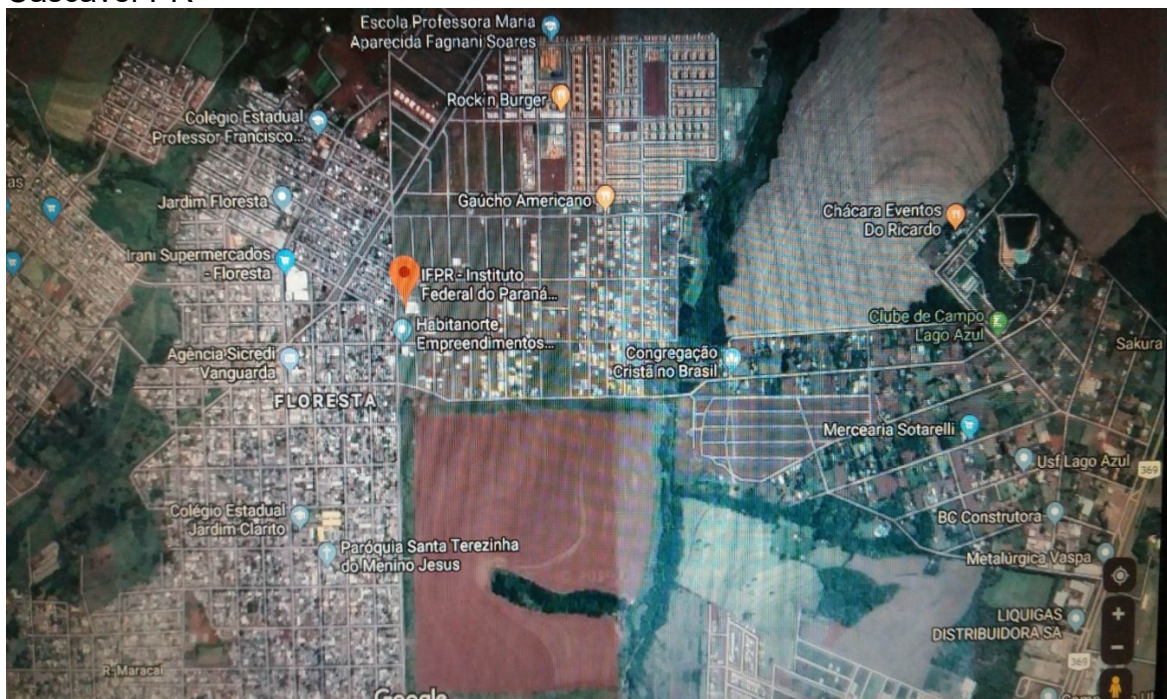
c) Cursos de bacharelado e engenharia, visando à formação de profissionais para os diferentes setores da economia e áreas do conhecimento;

d) Cursos de pós-graduação lato sensu de aperfeiçoamento e especialização, visando à formação de especialistas nas diferentes áreas do conhecimento; e

e) Cursos de pós-graduação stricto sensu de mestrado e doutorado, que contribuam para promover o estabelecimento de bases sólidas em educação, ciência e tecnologia, com vistas no processo de geração e inovação tecnológica (BRASIL, 2008).

O Instituto Federal do Paraná *campus* de Cascavel, localizado na Avenida das Pombas, 2020, Bairro Floresta, Cascavel-PR, teve suas atividades iniciadas em 2010, como uma Unidade Remota do *Campus* Foz do Iguaçu, com o curso de Auxiliar em Carpintaria, na Formação Inicial e Continuada (FIC). As aulas foram administradas de maneira provisória na Escola Municipal Anibal Lopes da Silva, localizada na região Norte do município de Cascavel. Em julho de 2011, as aulas passaram a ser administradas no Centro de Atenção Integral à Criança (CAIC), localizada também na região Norte do município, na qual foi instalada o primeiro laboratório de informática do *campus*. A Instituição, em 2014, mudou-se definitivamente para um terreno com uma área de 62 mil metros quadrados, que foi doado pela Prefeitura Municipal de Cascavel, onde estabeleceu sua sede própria.

**Figura 2** – Localização por via satélite do local da pesquisa na Cidade de Cascavel-PR



Fonte: Google Earth (2019)

No final de 2014, o *campus* de Cascavel foi formalmente constituído, com a autorização de funcionamento concedida pelo Ministério da Educação (MEC), por meio da Portaria nº 1.074, de 30 de dezembro de 2014.

**Fotografia 1** – Sede do Instituto Federal do Paraná *campus* de Cascavel – PR



Fonte: Próprio autor (2019)

## 5.2 Estrutura física da Instituição

A Instituição conta com uma área total de 62 mil metros quadrados, onde encontra-se edificado um bloco didático com 450 m<sup>2</sup>, constituído por seis salas, sendo uma reservada para o laboratório de hardware, uma para o laboratório de química, física e biologia e as quatro demais reservadas para as salas de aulas. Formada também por um bloco administrativo, o qual apresenta uma área de 2.727,02 m<sup>2</sup>, onde encontram-se cinco salas de aula, dois laboratórios de informática, uma biblioteca, uma sala de professores, uma sala de coordenação, uma sala de estúdio de Ensino a Distância (EaD), uma área apropriada para os servidores do setor educacional e uma outra área reservada para os servidores do setor administrativo. Consta ainda, em sua estrutura, um ginásio de esportes, inaugurado em 2018, com uma área total de 1.682,74 m<sup>2</sup>, que permite o atendimento dos alunos nas atividades esportivas e artísticas, além de possibilitar a realização de diversos eventos e um bloco didático, com uma área total de 914,29 m<sup>2</sup>, com seis salas de aula, três laboratórios, sendo dois de química e outro de biologia, uma cantina e uma central de depósito para os reagentes dos laboratórios. Em seguida, apresentam-se as instalações e estruturas do local da pesquisa.

### Fotografia 2 – Estrutura do Instituto Federal do Paraná *campus* de Cascavel





Fonte: Próprio autor (2019)

### 5.3 Público atendido pela Instituição

O Instituto Federal do Paraná (IFPR) é uma instituição pública federal de ensino vinculada ao Ministério da Educação (MEC) por meio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec). Destina-se à formação educacional em nível de ensino superior, básica e profissional, especializada de forma gratuita de educação profissional e tecnológica em diferentes modalidades e níveis de ensino. Atualmente, a Instituição atende a aproximadamente 26 mil estudantes em seus diversos cursos de modalidades presenciais e a distância, assim distribuídos: quarenta e três cursos técnicos presenciais, onze cursos técnicos na

modalidade a distância, vinte cursos superiores na modalidade presencial, três cursos de especialização na modalidade presencial e um curso de especialização na modalidade a distância. Já o *campus* de Cascavel, atualmente, oferece os cursos presenciais: Técnico Integrado em Informática, Técnico Integrado em Análises Químicas, Licenciatura em Química, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e a Especialização em Educação, Tecnologia e Sociedade.

## 6 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, encontra-se o referencial teórico referente às questões pertinentes que levaram à proposição desta pesquisa de mestrado, bem como as ferramentas que serviram de suporte para a realização das análises, discussões, conclusões e considerações finais desta pesquisa.

### 6.1 Dificuldades na aprendizagem no Ensino Superior – um imbróglio a ser resolvido

Tomando como o preâmbulo da discussão a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, em seu Capítulo IV, que se refere à Educação Superior, em seu artigo 43, que aborda as finalidades do Ensino Superior, essencialmente nos parágrafos II, III e VII, que tornam explícito:

[...] II - formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;

III - incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive; [...]

VII - promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição (BRASIL, 1996, p. 27833).

Nesse contexto, a Comissão Especial do MEC, por meio da ANDIFES/ABRUEM/SESu (Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior/Associação Brasileira dos Reitores das Universidades Estaduais e Municipais/Secretaria de Educação Superior), realizou uma pesquisa em 2011, com as Universidades públicas brasileiras, a qual visava uma compreensão sobre: Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior em diferentes cursos de graduação. O objetivo de compreender esses temas era avaliar a relação entre o que “deveria

ser” com o que se verificou na realidade das universidades públicas brasileiras. Entre muitas situações que foram observadas, uma questão que chamou muita atenção, e que preocupou muito os pesquisadores devido à sua magnitude, foi a dificuldade que os alunos apresentavam na aprendizagem de seus conteúdos durante a sua formação acadêmica. Essas dificuldades se mostram extremamente preocupantes, por estarem muitas vezes relacionadas com a desmotivação dos alunos quanto aos seus estudos e conseqüentemente com a sua evasão universitária. Em grande parte dos alunos, essas dificuldades eram associadas à sua má formação escolar anterior, no ensino básico. Saravali (2008) já chamava a atenção para essa circunstância ao afirmar, em seu arquivo temático na área de educação sobre o caos das escolas públicas no Brasil, quanto à formação de seus alunos, que a falta de conhecimento deles e suas dificuldades de aprendizagem seriam bastante evidenciadas no ensino superior.

Nesse sentido, a comissão especial do MEC, ANDIFES/ABRUEM/SESu, por meio de sua pesquisa de 2011, recomendou, em suas considerações finais, que as instituições universitárias, dentro de suas realidades e de suas autonomias, tomassem medidas pedagógicas que possibilitassem melhores rendimentos na performance de aprendizagem de seus alunos. Na ocasião, acreditava-se que isso contribuiria muito para a redução das dificuldades de aprendizagem e da desmotivação dos estudantes universitários (BRASIL, 2016).

Visando a universalização no ensino brasileiro, segundo Pinto (2004), no que se refere à educação superior, o Brasil apresenta uma das mais baixas taxas de escolarização bruta da América Latina; a educação básica teve um grande avanço quanto à inserção de seus alunos no ensino superior. Esse avanço ocorreu principalmente como resultado da implantação dos Programas de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) e do Programa Universidade para Todos (PROUNI).

Para Zluhan e Raitz (2014), nesse avanço, os jovens, ao ingressarem no ensino superior, levaram consigo todas as suas dificuldades de aprendizagem adquiridas, como dificuldades da leitura e da escrita, dificuldades na interpretação textual e no raciocínio lógico, bem como as dificuldades nas resoluções de cálculos básicos de matemática. Foguel e Scheuenstuhl (2018), sobre essas dificuldades de aprendizagem, destacam:

[...] é o ensino médio brasileiro o segmento que nos oferece os maiores desafios. Dentre estes estão a alta evasão, a alta defasagem idade-série e o grande desinteresse dos estudantes por aquilo que se ensina, talvez a origem de todos os demais problemas. No momento, o país aguarda pela reforma do ensino médio, que promete tornar este nível de ensino mais atraente, bem como pela aprovação da base nacional curricular comum, que visa orientar e homogeneizar os conteúdos do currículo (FOGUEL; SCHEUENSTUHL, 2018, p. 7).

Reforçando essa ideia de legado do ensino básico para o ensino superior, Saravali (2008) aponta que muitos docentes universitários vivenciavam situações inusitadas em suas salas de aula, quando, ao propor atividades pertinentes aos seus programas de ensino, observavam lacunas de aprendizagem, oriundas dos níveis mais básicos de ensino. Essas lacunas se referem a questões da leitura, interpretação de textos, dificuldade de elaboração da escrita, principalmente por falta de ordenação de ideias, opiniões e de argumentações, bem como no desempenho dos alunos em disciplinas que exigem cálculos.

Outro aspecto que se deve levar em consideração quanto às dificuldades de aprendizagem dos alunos no ensino superior, além da falta de conceitos básicos que os alunos apresentam, é o da falta de tempo necessário para a dedicação aos estudos. Tal circunstância é vivenciada principalmente por estudantes que dividem seu tempo de estudo com o tempo de trabalho. Nesse cenário, a pesquisadora Souza (1993) verificou, com alunos da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Paraná, que os dois fatores mais significativos que colaboram nas dificuldades de ensino e no desempenho acadêmico dos alunos encontram-se relacionados à falta de tempo para os estudos (33,89%) e à falta de conceitos básicos na formação escolar anterior (31,52%). A pesquisadora também identificou que as dificuldades são ainda maiores para os estudantes do turno da noite, pois, geralmente, são os que também trabalham e, não tendo tempo extraclasse suficiente para seus estudos, enfrentam maiores dificuldades para acompanhar o seu curso e, conseqüentemente, tendem a apresentar menor rendimento acadêmico. A autora ainda observa que:

Os que não trabalham alegam mais a falta de base do que aqueles que trabalham, com relevante diferença porcentual (61,8% e 38,2% respectivamente). Como era de se esperar, os



alunos trabalhadores, em comparação com os que apenas estudam, afirmaram que têm pouco tempo para dedicar aos seus estudos e enfrentam mais dificuldades no acompanhamento do curso (SOUZA, 1993, p. 166).

Para Ferrari e Canci (2005), as dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes universitários ainda caracterizam uma situação que não tem despertado preocupação pelos professores universitários, tendo em vista que acreditam ou imaginam que seus alunos, ao ingressarem nas universidades, já vêm prontos e capazes de enfrentar todos os desafios em sua graduação. De acordo com as pesquisadoras, existe a necessidade de os professores universitários reavaliarem seus métodos e práticas educativas, bem como suas avaliações.

Nesse quadro, ainda deve-se levar em consideração o processo de transição e adaptação que o aluno vivencia de seu ensino fundamental e médio ao ensino superior. Para Almeida (2007), o aluno agora perceberá um novo ritmo de estudos, por meio de novos métodos, novas formas de aprender e novas formas de ser avaliado. Uma nova forma de aprender, ainda segundo o autor, refere-se a aprender conteúdos programáticos com esquemas generalizados e uma lista bibliográfica sugerida pelo seu professor. Isso acaba obrigando o estudante universitário a descobrir um gerenciamento de sua aprendizagem por sua própria iniciativa.

Ferrari e Canci (2005) acrescentam ser necessária uma adaptação de forma pessoal, social e acadêmica na adoção de novos conhecimentos e de novas exigências com os quais os alunos se depararam. Uma vez não estando e nem contemplando esse processo adaptativo, restará para o aluno o insucesso de sua vida acadêmica.

Para Correia (2003), o ingresso do estudante no ensino superior representa, para o aluno, uma expectativa para o seu futuro. O ingresso na universidade é um período determinante em sua vida, o qual condicionará o seu futuro. E, caso o estudante não consiga obter os resultados desejados, isso o levará a experimentar sentimentos de frustrações, desânimos e desilusões, os quais, muitas vezes, são responsáveis pela interrupção desse projeto de vida acadêmica.

Tais circunstâncias levam as pesquisadoras Zluhan e Raitz (2014), a explicitar:

[...] é necessário o Ensino Superior desenvolver programas de acompanhamento e formação desses jovens, cuja ação se volte para a preparação adequada dessa clientela para o seu ingresso na universidade e no mercado de trabalho, através do desenvolvimento de competências e habilidades requisitadas nos cursos e nas diversas profissões (ZLUHAN; RAITZ, 2014, p. 19).

## **6.2 Retenção e evasão escolar no curso de Licenciatura em Química**

Atualmente, muitos trabalhos de pesquisa na área da educação demonstram a grande preocupação com o rumo e o futuro da formação acadêmica dos docentes, que são responsáveis pela formação e transformação educacional, socioeconômica e cultural de nossa sociedade. Gatti (2010) compartilha a seguinte preocupação:

Hoje, em função dos graves problemas que enfrentamos no que respeita às aprendizagens escolares em nossa sociedade, a qual se complexifica a cada dia, avoluma-se a preocupação com as licenciaturas, seja quanto às estruturas institucionais que as abrigam, seja quanto aos seus currículos e conteúdos formativos (GATTI, 2010, p. 1359).

Ultimamente, discute-se muito sobre os cursos de formação de professores, como um fator estratégico para impactar as questões educacionais no país. Nessa perspectiva, essencialmente na formação de professores para o ensino da Química, dificilmente os discentes conseguem concluir sua formação no prazo previsto, caracterizando sua retenção temporária, ou, ainda, acabam por não concluírem sua formação em suas Instituições de Ensino Superior, caracterizando sua evasão acadêmica (DAITX; LOGUERCIO; STRACK, 2016).

No que tange mais especificamente à sua retenção temporária ou pelos alunos, denominado como dependência ou reprovação, Belo, Leite e Meotti (2019) reforçam a ideia de que tal circunstância encontra-se enraizada na má formação no ensino médio, sendo um fator significativo para a reprovação dos alunos de química no ensino superior. Parafraseando essa ideia, Rocha e Vasconcelos (2016) afirmam que a falta de fundamentação teórica leva ao

empobrecimento conceitual relacionado às dificuldades de aprendizagem no ensino superior.

Essas dificuldades de aprendizagem também foram observadas pela pesquisa realizada por Souza, Leite e Leite (2015) com alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no município de Serra Talhada-PE, principalmente no início do curso de Química, pelos discentes, procedentes da abstração de conceitos químicos, devido à má formação básica anterior de sua graduação. Os pesquisadores acrescentam:

Precisamos “olhar” o estudante de forma diferenciada e acolhedora, principalmente no momento do ingresso dele no curso superior, por ser o primeiro ano de graduação, um período, em alguns casos, crítico para o desenvolvimento e o ajustamento acadêmico. Nessa etapa, o estudante experimenta vários desafios provenientes das atividades acadêmicas que são inerentes à transição da adolescência para a vida adulta e que, quando confrontados com as exigências da vida universitária, se constituem um obstáculo a ser superado (SOUZA; LEITE; LEITE, 2015, p. 152-153).

Concordando com essa ideia, Daitx, Loguercio e Strack (2016), acrescentam que as dificuldades de aprendizagem e, conseqüentemente, as reprovações dos estudantes do curso de Licenciatura em Química, são observadas já no início de sua graduação, e que são evidenciadas, principalmente pelas disciplinas de Química Geral, Cálculo I e Física I, configurando-se, assim, como um dos fatores responsáveis pela evasão do curso pelos estudantes. Essa situação foi observada pelos pesquisadores quando procuravam entender os motivos da retenção e da evasão dos alunos, ingressantes no período de 2009 a 2013, do curso de Licenciatura em Química noturno do Instituto de Química da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

Segundo Yamaguchi e Silva (2019), a disciplina de Química Geral representa o primeiro contato com o universo da química, e é pré-requisito para as demais disciplinas de química do curso, por exemplo: química inorgânica, química orgânica, bioquímica, química analítica, físico química, entre outras. Nesse sentido, Química Geral, na visão de Silva, Eichler e Del Pino (2003), é uma

disciplina que, por meio de seus conceitos, abrange de forma geral muitos aspectos da química e, portanto, a disciplina tem um papel muito importante de motivar os calouros em se dedicar a seus estudos da área para se profissionalizar.

Nesse contexto, agora considerando a formação de licenciados em Química nos cursos noturnos, Vianna, Aydos e Siqueira (1997) afirmam que a graduação em química no turno da noite tem sido considerada uma alternativa viável para alunos que trabalham. Logo, as dificuldades desses alunos são evidenciadas, fundamentalmente, pelo baixo rendimento escolar. Os autores observaram essa situação quando se propuseram a avaliar o curso noturno de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E complementam que, nesse segmento, muitos alunos não chegam a exercer a profissão, nem como docentes e nem como bacharelados, e que, apesar da opção do curso noturno ser viável para alunos trabalhadores, em contrapartida, a estrutura curricular, a metodologia de ensino e as condições de estudo acabam desestimulando os alunos. Esses fatores contribuem para o baixo rendimento do curso, não conseguindo suprir a demanda da região com professores mais qualificados.

Nessa conjuntura, conclui-se que seja essencial que o estudante, ao ingressar no ensino superior, tenha pelo menos os conhecimentos a respeito da área do curso de graduação de sua escolha. De acordo com Jesus (2015), essa base conceitual, que o estudante universitário deveria ter, é necessária para o bom desempenho em sua graduação. Contudo, o autor ainda questiona a quem deveria ser atribuída a responsabilidade para solucionar essas circunstâncias, e comenta que:

Diversas estratégias podem ser utilizadas, dentre as quais destacam-se: cursos iniciais que revisem/ensinem conceitos fundamentais e acompanhamento de “calouros” por discentes mais avançados da graduação ou pós-graduação. Ambas as iniciativas não só têm se mostrado viáveis, como passíveis de sucesso (JESUS, 2015, p. 36).

No que tange mais especificamente à evasão dos alunos, para Paz, Barbosa e Azevedo (2005), é decorrente de iniciativa própria do aluno ou de

fatores sociais. Na primeira condição, pode-se citar, como entre muitos outros motivos da evasão, levantados pela pesquisa de Cunha, Tunes e Silva (2001), por meio do depoimento de ex-alunos do curso de química da Universidade de Brasília (UnB), desde o ingresso em sua vida acadêmica até a sua evasão antes do término de seu curso, as deficiências que os alunos traziam em seus ensinamentos precedentes, o despreparo para lidar com a condução do curso, as dificuldades que apresentavam com as metodologias de ensino empregadas pelos professores, com as avaliações, com a falta de comunicação junto aos seus professores, com a falta de orientações quanto às normas administrativas da Instituição etc. Na segunda condição, pode-se destacar, entre muitos outros motivos de fatores sociais, segundo Paz, Barbosa e Azevedo (2005), o perfil financeiro do aluno, o que os obrigava a optar pelo trabalho, o compromisso com a família etc.

A evasão de um aluno de sua formação acadêmica leva-o ao seu insucesso acadêmico escolar. Um problema que não representa somente apenas uma desmotivação pessoal e individual do aluno, mas também consequências negativas para o desenvolvimento da sociedade (BARBOSA *et al.*, 2017). Esse prejuízo se reflete no retorno dos investimentos que a sociedade faz com suas contribuições financeiras por meio dos impostos, e só se ressarce a longo tempo, por diversas gerações. Trata-se de um prejuízo econômico, social e cultural, tanto para o aluno quanto para a sociedade, conforme reforça Mezomo (1999).

A comunidade acadêmica carece de ações educacionais, pois é de seu pleno direito, garantido pela Constituição, no seu desenvolvimento pessoal no exercício de sua cidadania e na sua qualificação profissional. Dessa forma, é necessário, portanto, urgentemente evitar o insucesso acadêmico. Nesse ínterim, Vieira e Cristóvão (2007) afirmam:

Efetuar o diagnóstico das situações de insucesso escolar constitui o primeiro passo para a determinação das suas causas, e conseqüentemente para a delimitação de medidas de resolução. A leitura de indicadores relativos ao insucesso escolar pressupõe assim a análise de um conjunto de outros elementos relativos aos alunos, à instituição e ao contexto envolvente (VIEIRA; CRISTOVÃO, 2007, p. 11).

Nesse contexto, Cunha *et al.* (2001) ressaltam que falta um consenso mínimo para entender e mensurar a evasão no ensino superior, com metodologias que delimitam com mais precisão os seus índices. Para Cunha, Tunes e Silva (2001), a evasão de alunos de sua graduação, representa um enorme prejuízo, sendo que “o prejuízo com a saída do aluno do curso é certo: perde o aluno ao não se diplomar, perde o professor que não se realiza como educador, a universidade, a família e a sociedade” (CUNHA; TUNES; SILVA, 2001, p. 279).

Silva *et al.* (1995) contribui com essa discussão ao apontar que é necessário investir esforços para que seja possível realizar uma análise global do problema, buscando-se identificar os fatores que contribuem para a evasão, em cada instituição dentro de sua realidade, evitando-se, assim, um estudo não sistematizado. Esse tipo de estudo tem levado a propostas de soluções casuísticas que abordam de maneira tangencial o problema e que acabam, geralmente, desconsiderando outros fatores mais graves.

Esses imbróglios, retenção e evasão, que ocorrem na formação acadêmica de graduandos em Licenciatura em Química, demonstram uma expectativa não muito favorável em atender ao número da demanda de docentes qualificados e capacitados em química em diversas regiões do país. Segundo Tartuce *et al.* (2010, p. 446) isso indica “[...] não só a tendência de queda na demanda pelas licenciaturas e no número de formandos, mas também a mudança de perfil do público que busca a docência”. Essa visão é confirmada pelas Estatísticas do Censo da Educação Superior de 2018 – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC), em que a taxa de desistência dos estudantes quanto à formação acadêmica de professor em Química chegou a 55,4% em 2015.

Essa taxa de desistência também é abastecida por fatores extrínsecos aos alunos, ou seja, fatores inerentes à influência externa. Segundo Tartuce, Nunes e Almeida (2010), esses fatores estão associados principalmente à desmotivação da escolha pela docência, devido ao fato de a profissão ser geralmente mal remunerada, pelas condições de trabalho do professor, pelo enfrentamento com seus alunos em uma relação cada vez mais difícil e pelo não reconhecimento

devido do professor junto à sociedade. Saviani (2009) complementa em seu trabalho:

[...] não posso me furtar de chamar a atenção para o fato de que a questão da formação de professores não pode ser dissociada do problema das condições de trabalho que envolvem a carreira docente, em cujo âmbito devem ser equacionadas as questões do salário e da jornada de trabalho. Com efeito, as condições precárias de trabalho não apenas neutralizam a ação dos professores, mesmo que fossem bem formados. Tais condições dificultam também uma boa formação, pois operam como fator de desestímulo à procura pelos cursos de formação docente e à dedicação aos estudos (SAVIANI, 2009, p. 153).

Nessa conjuntura educacional, deve-se refletir sobre e determinar ações que promovam soluções aos problemas recorrentes na formação e qualificação dos docentes em química em suas instituições de ensino superior. Para Rocha e Vasconcelos (2016), existe a necessidade de que o ensino da química seja realizado de uma forma mais contextualizada, problematizada, e que estimule o raciocínio do aluno, para que, dessa forma, o aluno possa identificar a importância socioeconômica da química em uma sociedade tecnológica. Já para Daitx, Loguercio e Strack (2016), é necessário, segundo dados coletados por meio de relatos de estudantes de química, em sua pesquisa, que sejam feitas as seguintes mudanças:

[...] reformas curriculares visando uma melhor abordagem didático-pedagógica entre disciplinas de química e pedagogia; readequação do currículo visando criar uma identidade maior com a Licenciatura; maior flexibilização do currículo com oferta de horários alternativos para algumas disciplinas; diminuição da repetição e da sobrecarga de conteúdo; melhora da didática de professores; readequação de metodologias de ensino à realidade do curso (DAITX; LOGUERCIO; STRACK, 2016, p. 174).

Nesse viés, algumas ações que visam a amenizar a falta de conhecimento básico de Química e a evasão dos alunos ingressantes na graduação em Licenciatura em Química têm sido propostas e aplicadas por diversas instituições de ensino superior. Um exemplo dessas ações é o projeto do Departamento de Química do *Campus* de Itabaiana, da UFS (Universidade Federal de Sergipe), que oferta, desde 2010, um curso denominado “Pré-química”, o qual utiliza alunos

da própria graduação de química, que, por meio de seu projeto de monitoria, administram aulas no curso, dando ênfase à resolução de exercícios e contextualizando a química com o cotidiano dos alunos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE, 2011).

Outro exemplo dessa ação, da mesma instituição universitária, de Itabaiana em Sergipe, a ser destacada nesse contexto é que os Departamentos de Química, Física e Matemática ofertam cursos antes de iniciar o semestre, aos alunos ingressantes, para que eles apresentem um melhor rendimento em seus estudos. E, mais especificamente, deve-se ressaltar a ação do Departamento de Matemática, o qual oferece, no período de férias coletivas, o curso denominado “Pré-cálculo”, que visa a diminuir o número de reprovações de disciplinas de Cálculo I, nos cursos de Física, Matemática, Química, Administração, Sistema de Informações, entre outros (JESUS, 2015).

Pastoriza *et al.* (2007) comenta em seu trabalho que outra ação de destaque nessa conjuntura é a proposta do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), dos cursos de Química, Engenharia Química e Engenharia de Materiais. A ação consiste em desenvolver um material virtual na forma de um hipertexto didático-pedagógico, no qual constariam exercícios resolvidos e discutidos, de informações complementares referentes ao cotidiano dos alunos, de ilustrações, tabelas, desenhos esquemáticos, animações, simulações e fotos. O objetivo dessa proposta é amenizar as dificuldades de aprendizagem de seus alunos calouros da disciplina de Química Geral, a qual tem um papel muito expressivo na motivação dos alunos em relação ao curso que eles escolheram.

Nesse íterim, também deve ser destacada a sugestão apontada pelos alunos do Instituto Federal do Ceará, na pesquisa de Silva *et al.* (2010), em que a aprendizagem dos alunos da Licenciatura em Química, com maior dificuldade, poderia ser mediada e amenizada por ações coletivas por meio de seus colegas com maior grau de conhecimento.

Diante desses fatos e ações descritas, cabe às instituições de ensino superior reverem e refletirem sobre suas metodologias de ensino, seus currículos, bem como suas propostas na formação de docentes, e que, conforme Louzano *et al.* (2010), as instituições devem atrair indivíduos mais qualificados para a



docência. A esse respeito, Gatti (2010) colabora afirmando que não existe uma consistência na profissionalização, sem que exista uma base sólida não só de conhecimentos, como também, em sua forma e de suas ações. Onde o professor deve sair da ideia do improvisado, do quebra-galho, de um professor com uma formação unicamente e meramente técnica, para adentrar em uma concepção profissional, que lhe permita solucionar variados problemas mediante de seus recursos cognitivos e afetivos.

### **6.3 Metodologias ativas**

Pensando em atender às necessidades de demandas pelo mercado de trabalho e pelas novas ordenações sociais, culturais e políticas, Pereira (2012, p. 2) questiona: “[...] quais seriam as estratégias mais coerentes para pensar a sala de aula do ensino superior e sua organização metodológica? Ou ainda, quando se tem como referência o aprender com significado contextualizado, o que é possível ao professor e às Instituições de ensino?”.

As dificuldades de aprendizagem no ensino superior é um tema ainda muito discutido e desafiador. É desafiador principalmente para os docentes, que cada vez mais tentam inovar suas metodologias, estratégias pedagógicas, que têm por objetivo melhorar o processo ensino-aprendizagem de seus alunos. Nesse sentido, existe a necessidade de os docentes procurarem novos caminhos e meios, com novas metodologias, protagonizando estudantes, favorecendo suas motivações e promovendo a autonomia em sua aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Segundo Borges e Alencar (2014), para atender às necessidades da realidade universitária atual, é necessário o desenvolvimento de didáticas mais eficazes, que busquem uma visão mais profunda sobre o mundo, a ciência, proporcionando uma educação compatível dentro da realidade atual, e acrescentam:

Desta forma o Ensino Superior é desafiador, pois precisa ser inventado ou reinventado diariamente. E educação é considerar que o mundo social faz parte do cotidiano e, portanto, está

presente na vida do acadêmico. Nenhum conteúdo é tão completo a ponto de ignorar as transformações que ocorrem diariamente na sociedade (BORGES; ALENCAR, 2014, p. 127-128).

Dessa forma, inventar e reinventar precisa ser um processo constante, logo, um processo sempre em atividade e renovação. O processo ensino-aprendizagem deve sempre ser assim, com metodologias ativas, inovadoras, as quais, nem sempre não podendo associar-se aos métodos convencionais e tradicionais, estabelecendo uma congruência de aprendizagens e de ensino, que acabam opondo-se de uma forma incongruente ou cizânia. Diesel, Baldez e Martins (2017) consideram que uma metodologia ativa seja uma possibilidade do deslocamento da trajetória e da perspectiva do docente em direção aos estudantes, sendo o oposto, característica de metodologias tradicionais. E as mesmas autoras acrescentam:

Assim, em contraposição ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias, o método ativo propõe o movimento inverso, ou seja, passam a ser compreendidos como sujeitos históricos e, portanto, a assumir um papel ativo na aprendizagem, posto que têm suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 271).

A metodologia ativa, segundo Pereira (2012), é um processo ou uma estratégia didática. Nesse cenário de aprendizagem, o aluno encontra-se agora centralizado, organizando sua aprendizagem, contrariando a exclusividade do professor e do livro didático, como agentes principais do processo ensino-aprendizagem. Esse processo, salienta o autor, ainda que seja uma metodologia, tem sido muito empregada nas universidades estrangeiras e vem se constituindo como uma grande realidade pedagógica no ensino brasileiro, sendo um referencial metodológico nos cursos superiores. Ainda de acordo com o autor:

A Metodologia Ativa pode ser identificada por suas variações, entre elas se destacam os modelos didáticos ou técnicas de ensino chamados de: Aprendizagem por Problemas (PBL/ABP), Estudo de Caso, Projetos de Integração e Técnica da Problematização (PEREIRA, 2012, p. 6).

Para Souza, Iglesias e Pazin-Filho (2014), a transformação dos modelos educacionais com a substituição dos métodos tradicionais, considerados passivos, foi reforçada pelas suas peculiaridades de aprendizado, pelas relações que podem ser estabelecidas com a sociedade, da prática de metodologias ativas e da apropriação de novos recursos da tecnologia de informática e de comunicação. Segundo os autores:

[...] as novas propostas educacionais privilegiam as metodologias ativas, participativas e problematizadoras de aprendizagem, o aprendizado integrado e em cenários diversos, incluindo aquele baseado na comunidade, que podem ser combinadas aos métodos tradicionais (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014, p. 285).

Propostas educacionais novas são conseguidas por meio do uso de metodologias ativas, uma forma de estabelecer o processo de ensino e aprendizagem na formação crítica e autônoma dos alunos. Esse tipo de proposta coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, exigindo-lhe participação na construção de conhecimento. Na mesma linha de pensamento, Borges e Alencar (2014) contribuem:

Podemos entender Metodologias Ativas como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas. A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante (BORGES; ALENCAR, 2014, p. 120).

Essas metodologias podem ser utilizadas por diversas áreas da educação, em diversos cenários de atuação na formação profissional dos alunos, e podem facilmente ser moldadas para qualquer disciplina de qualquer curso de ensino superior. As Metodologias Ativas, na visão de Santos *et al.* (2018):

[...] têm como cerne a autonomia do aluno, proativos, críticos e colaborativos, uma vez que suas estratégias centram-se no aluno, promovendo seu engajamento nos estudos e em todo processo de aprendizagem, de modo a desenvolver suas capacidades reflexivas e críticas (SANTOS *et al.*, 2018, p.1).

Sua aplicação depende de diversos fatores, como projeto pedagógico institucional, perfil dos alunos e docentes, disponibilidade orçamentária, preparação dos espaços de aprendizagem e infraestrutura tecnológica, entre outros (COHEN, 2017). Ainda segundo a autora, as metodologias podem ser aplicadas de diversas formas, como é o caso da Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem entre Pares, Aprendizagem Baseada em Projetos, entre outros e que as metodologias estão ganhando cada vez mais as salas de aulas nas instituições de ensino superior em cursos bem distintos como os da medicina, engenharia ou pedagogia.

Na utilização dessas metodologias ativas, encontram-se várias vantagens, as quais, segundo Barros *et al.* (2018), oferecem aos professores uma forma de ferramenta que serve para avaliar o rendimento do aluno, possibilita identificar suas necessidades de aprendizagem e auxilia a identificar o conteúdo que deverá ser reforçado ou revisado.

Os benefícios aos professores e alunos, na utilização desses recursos metodológicos ativos, são muitos. Paiva *et al.* (2016, p. 151) destacam alguns desses benefícios: “[...] rompimento com o modelo tradicional; desenvolvimento da autonomia do aluno; exercício do trabalho em equipe; integração entre teoria e prática; desenvolvimento de visão crítica da realidade; e uso de avaliação formativa”.

Sabe-se que não é fácil quebrar paradigmas, ainda mais dentro da realidade e do contexto no processo de ensino-aprendizagem. Quebrar paradigmas, nesse contexto, significa romper laços com o tradicionalismo e a metodologia conservadora, em que os professores são os únicos na formatação do conhecimento do aluno, e o aluno apenas um depositário desse conhecimento. Promover mudanças no sistema tradicional de educação exige superar as dificuldades na formação do educador, superar as dificuldades na contemplação de conhecimentos essenciais, bem como na condução integradora de parcerias entre professores e diversas áreas (PAIVA *et al.*, 2016).

Nessa direção, as metodologias ativas têm contribuído no sentido de promover uma participação mais efetiva do aluno, pela curiosidade e pela reflexão, pela sua autonomia de aprendizagem, na qual o professor tem um papel

agora de um facilitador nesse processo de aprendizagem (MACHADO *et al.*, 2018).

Para que haja resultados satisfatórios dessas práticas educativas, é importante que ocorra uma readequação nos profissionais docentes, bem como nas instituições (MACHADO *et al.*, 2018). Santos *et al.* (2018) ainda complementam:

[...] o uso de estratégias didáticas ativas no ensino superior deve ocorrer na formação inicial de professores, previstas teoricamente e aplicadas no currículo prático, porque tanto neste nível de ensino quanto na educação básica não apenas o conteúdo é fator importante, mas também o método a ser utilizado (SANTOS *et al.*, 2018, p. 9).

Nessa perspectiva de readequação das instituições, Gemignani (2012) salienta:

Esta perspectiva transformadora vai exigir mudanças didáticas nos currículos, pois estes estão sobrecarregados de conteúdos insuficientes para a vida profissional, já que a complexidade dos problemas atuais exige novas competências além do conhecimento específico, tais como: colaboração, conhecimento interdisciplinar, habilidade para inovação, trabalho em grupo, educação para o desenvolvimento sustentável, regional e globalizado (GEMIGNANI, 2012, p. 3).

#### **6.4 Aprendizagem significativa**

O processo de ensino-aprendizagem tem passado ultimamente por diversas fases de transformações constantes em proporções mensuráveis na decorrência das necessidades humanas. Segundo Antunes (2005), em uma dessas fases, por muito tempo, a figura do professor foi considerada como o principal agente desse processo. Um agente, tido como o único detentor do conhecimento, transmitia esse conhecimento de forma exclusivamente unilateral, do professor para o aluno. E, nesse processo, a consolidação da aprendizagem, dependeria exclusivamente e somente da eficiência do professor. No momento atual da educação, tal metodologia é inteiramente superada e ultrapassada.

Hoje, a visão é contrária, sendo que o papel do professor é o de estimular o aluno para construir seus conhecimentos com base no que ele já conhece, ou seja, a partir de seus conhecimentos prévios.

Nesse papel, o professor deixa de lado a responsabilidade de ser um “ensinador de coisas” para se transformar em algo como um “fisioterapeuta mental”, animador da aprendizagem, estimulador de inteligências que emprega e faz o aluno empregar múltiplas habilidades operatórias (conhecer, compreender, analisar, deduzir, criticar, sintetizar, classificar, comparar e muitas outras) (ANTUNES, 2005, p. 118-119).

Compreender como se processa a aprendizagem humana significa levar em consideração as várias teorias da luz da psicologia, e tentar basear-se em apenas uma única teoria específica seria algo insensato e discutível. Dessa forma, Natel, Tarcia e Sigulem (2013, p. 143) priorizaram três teorias consideradas clássicas na psicologia: a teoria do Inatismo, a do Empirismo e a Construtivista. No Inatismo, a aprendizagem apresenta um caráter inato do pensamento do homem, independentemente daquilo que ele já tenha experimentado. Para o Empirismo, o conhecimento e a aprendizagem têm sua origem unicamente nas experiências percebidas do mundo externo subjetivo, na qual se organiza da mais simples experiência à mais complexa. E, finalmente, a teoria do Construtivismo, em que a aprendizagem engloba o sujeito histórico e o objeto cultural, em uma interação recíproca.

Vasconcelos e Manzi (2017), na mesma linha de pensamento, afirmam:

O pensamento construtivista não apassiva o aprendiz, tratando-o como um depósito de informações ou arquivo de predisposições inatas. Ao contrário, promove a importância do aproveitamento de sua expertise e conhecimentos prévios, essencial à ressignificação e contextualização dos conteúdos. Igualmente, não supervaloriza o professor, desafiando-o à repensar sua prática pedagógica e estratégias, de modo a facilitar a aprendizagem (VASCONCELOS; MANZI, 2017, p. 72).

Nesse sentido, Fossile (2010) colabora ao afirmar que é importante perceber o papel do professor como mediador desse processo, em que ele deve criar situações desafiadoras para o aluno. Essas situações devem levar o aluno a

pensar criticamente, de maneira que gere discussão e debate sobre essa construção.

Para Lima (1990), a sistematização do conhecimento requer ações determinantes por parte do ser humano, pois, se não houver uma organização e coerência interna entre os elementos nesse processo de aprendizagem, o indivíduo não só não adquire o conhecimento, como também não o utiliza.

Nessa vertente do construtivismo, aparece a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, que trata da aprendizagem cognitiva, a qual encontra-se sempre em transformações, e a aprendizagem acontece pela organização e integração com a estrutura cognitiva do aluno. Segundo Moreira e Masini (1982) o cognitivismo de Ausubel procura responder como se faz a formação de significados ao nível da consciência – o que representa o ato da cognição.

Mas o que é realmente, na visão cognitivista, a cognição? Moreira e Masini (1982) destacam que a cognição seria o processo em que o ser, ao situar-se no mundo ou no meio, começaria a estabelecer uma relação de significados com a realidade em que se encontra. Portanto, uma estrutura cognitiva seria compreendida como o conteúdo total de ideias que se encontram organizadas no indivíduo. Nesse sentido, os autores supracitados concluem:

A experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações significativas nos atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4).

Dentro dessa ideia, a aprendizagem é significativa para o aluno, segundo Rolinski (2010, p. 9), “[...] quando novos conhecimentos ganham um significado para ele tornando-o capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando consegue resolver problemas novos, quando passa realmente a compreender e entender”. Elucidando a contribuição do autor, nesse processo, os novos conhecimentos adquiridos pelo aluno tornam-se significativos na medida em que seus conhecimentos prévios formatam-se em novos conhecimentos, trazendo, assim, uma estabilização em sua estrutura cognitiva.

Moreira e Masini (1982) acrescentam que, contrariando a aprendizagem significativa, quando uma nova informação não interage com a informação

armazenada, dita conhecimentos subsunçores da estrutura cognitiva, o conhecimento adquirido fica distribuído de forma aleatória, o que acaba, segundo Ausubel (2003), constituindo na formação da aprendizagem mecânica. Parafraseando os autores, essa aprendizagem, não tendo nenhum significado concreto e real para o aluno, fica isolada e mais tarde será esquecida – o que representa o famoso ato de decorar os conteúdos sem nenhuma importância e significado para os alunos, pois, para algo que não tenha significado, é natural que o processo de aprendizagem se torne mecânico e repetitivo. Daí a importância do papel do professor em sala de aula, para tornar seus conteúdos mais interessantes e significativos, sendo ele, portanto, o mediador do processo ensino-aprendizagem.

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 38).

Um dispositivo que facilita, e muito, em sala de aula, como um organizador prévio na prática da aprendizagem significativa, são os mapas conceituais. Uma ferramenta desenvolvida por Novak, que se baseia em representar relações significativas, de uma maneira gráfica, os conceitos na forma de proposições com diferenciação progressiva.

Para Moreira (2011, p. 42), mapa conceitual é “[...]uma técnica que, como sugere o próprio nome, enfatiza conceitos e relações entre conceitos à luz dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa”. Gil *et al.* (2012) complementam que os mapas conceituais são um meio didático autoexplicativo, que dão a liberdade necessária para que o aluno elabore seus entendimentos sobre determinado conteúdo. Os autores ainda destacam:

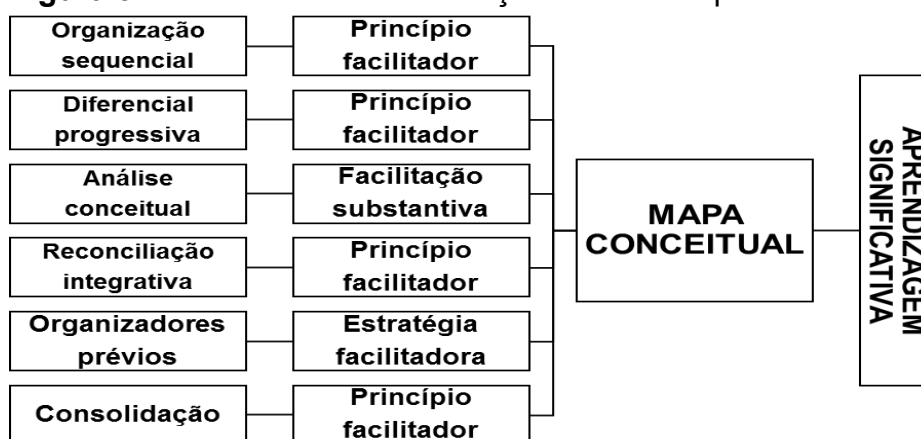
[...] os mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa, que se efetiva quando o educando



atribui significados pessoais aos novos conhecimentos apreendidos. É um método pedagógico eficaz e dinâmico para a promoção da aprendizagem dos alunos, quebrando um pouco a tendência tradicional tão presente até hoje nas salas de aula do ensino superior (GIL *et al.*, 2012, p. 70).

Na sequência, demonstra, por meio de uma figura adaptada pelo autor da pesquisa, utilizando uma sugestão de uma parte da figura de Moreira (2011), que demonstra as partes e suas contribuições na constituição de um mapa conceitual, como um dispositivo didático a ser utilizado em uma aprendizagem significativa.

**Figura 3** – Partes e suas contribuições de um mapa conceitual



Fonte: Adaptado de Moreira (2011, p. 46)

No cenário atual nas Instituições de Ensino Superior no território nacional, verifica-se uma grande preocupação quanto à qualidade de formação de seus alunos, com seus baixos rendimentos escolares, em função de suas dificuldades de aprendizagem, bem como a permanência destes nas instituições por meio de suas retenções. Com essa preocupação, muitas instituições universitárias vêm tomando medidas que favorecem as metodologias e a prática dos seus docentes, no processo ensino-aprendizagem de seus alunos. Genghini (2006) reforça essa ideia:

[...] há que se verificar o peso e a importância que têm, no contexto das relações ensino-aprendizagem, os objetivos traçados pelo professor, o planejamento e a metodologia de ensino por ele adotada, a execução e a avaliação das atividades propostas e o desenvolvimento sócio-afetivo-cultural a que esses estudantes estão sujeitos (GENGHINI, 2006, p. 23).

Entre muitas dessas medidas pedagógicas, uma que tem sido alvo de muitos estudos e avaliações, quanto à sua contribuição na formação acadêmica, é a metodologia ativa de raiz ausubeliana – aprendizagem significativa da teoria cognitivista.

Souza *et al.* (2015) investigaram, com os estudantes dos cursos de Fabricação Mecânica, Automação Industrial e Produção do Vestuário de uma instituição de ensino superior de tecnologia, os desafios e necessidades emergenciais na contemporaneidade de utilizar metodologias ativas no Ensino Superior. Entre muitas conclusões, chama a atenção o fato de que os pesquisadores sinalizam que os alunos consideraram aprender mais com as metodologias ativas, por meio de debates, aulas de laboratório, projetos integradores, entre outros, os quais promoveram sua participação efetiva, tornando-os ativos, críticos e reflexivos na construção de seus próprios conhecimentos.

Ações dessas linhas de pesquisa contribuem muito para a utilização de uma metodologia ativa e significativa. Wunsch, Stodulny e Soares (2017, p. 5) afirmam que “é preciso que as IES, em especial os professores, percebam que compreender as especificidades dos seus alunos é o norte para a otimização das suas atividades”.

Outro exemplo que reforça bem esse processo de ensino-aprendizagem, explorando o cognitivo do aluno, foi a experiência de Oliveira e Cuenca (2016), cuja pesquisa, que utilizou os princípios da teoria da aprendizagem significativa em conceitos químicos, permitiu observar um maior rendimento de alunos do ensino básico, por meio de representações de estruturas moleculares em cadeias carbônicas, oportunizando o processo de construção e reconstrução de conceitos químicos, o que resultou em uma estratégia pedagógica que aumentou a participação e o interesse dos alunos em aprender.

Nesse contexto, deve-se também destacar uma prática bastante utilizada com os alunos na colaboração em sua aprendizagem, uma prática pedagógica que explora o cognitivo dos alunos por meio das interações dos conhecimentos novos observados em procedimentos laboratoriais, com os conhecimentos prévios ou subsunçores dos alunos. Segundo Guimarães (2009) observa, por meio das experimentações, abre-se a oportunidade para a criação de problemas

reais que permitem fazer contextualizações, estimulando, portanto, as investigações por questionamentos, sendo um enfrentamento necessário na estrutura cognitiva dos alunos.

Diante disso, nessa vertente do construtivismo, Masseto (2011), considera que o conhecimento hoje é aquele que transcende os limites disciplinares, abrindo assim a oportunidade de novas áreas de conhecimento, áreas para a integração, o diálogo, para o entendimento do mundo, da humanidade e de seus fenômenos eventuais.

### **6.5 Aprendizagem com resolução de problemas**

As transformações que ocorrem em nosso dia a dia estão diretamente associadas às demandas do ser humano. Essas transformações, favoráveis ou não, nas questões ambientais, sociais, políticas e econômicas, exigem um avanço constantemente da ciência em busca de novas tecnologias. Isso acaba impondo à Educação em Ciências a procura de novas metodologias de ensino e de aprendizagem, que promovam no aluno um conhecimento mobilizado em situações relacionadas aos problemas cotidianos e profissionais (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Nesse contexto, ao atender às exigências na Educação dos saberes científicos, fundamentalmente no ensino superior, aparece uma metodologia ativa que tem sido muito empregada para esse fim, a metodologia da “Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas” (ABRP). Essa metodologia é conhecida mundialmente como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou Problem-Based-Learning (PBL). Souza e Dourado (2015) consideram esse um método inovador, contrapondo-se aos modelos tradicionais de ensino, em que o professor é o transmissor do conhecimento e os alunos, meros receptores da informação científica. Ainda sobre esse modelo, Lopes, Silva Filho e Alves (2019) acrescentam:

Os professores definem o conteúdo a ser aprendido, como esse conteúdo será aprendido e como os estudantes serão avaliados. É claro que os professores são influenciados por outras forças, mas

a decisão final é deles (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019, p. 21)

A aprendizagem baseada em problemas, segundo Ribeiro (2008), originou-se na Escola de Medicina da Universidade McMaster (Canadá) no final dos anos 1960. Essa metodologia teve sua inspiração nos métodos utilizados em estudos de caso de ensino da escola de Direito da Universidade de Harvard (EUA) na década de 1920 e no método desenvolvido na Universidade Case Western Reserve (EUA) para o ensino de medicina em 1950. Essas metodologias surgiram como resposta à grande insatisfação e o tédio dos alunos com relação às metodologias tradicionais de ensino, que, mesmo fornecendo aos estudantes universitários uma grande quantidade de conceitos, não proporcionavam condições satisfatórias em sua plenitude para o egresso em suas atividades profissionais. A exemplo dessa condição, pode-se elencar o caso dos alunos de Medicina quanto à realização de diagnósticos clínicos de doenças em seus pacientes.

No Brasil, segundo Ribeiro (2008), o sistema metodológico por aprendizagem baseada em problemas teve sua vertente fundadora na Universidade de São Paulo, na década de 1930, quando se colocava o aluno diante de sua realidade profissional desde a sua formação inicial no primeiro ano universitário, exigindo a superação dos conceitos teóricos para que fosse possível partir para a prática em uma aprendizagem lógica e sequencial, valorizando questões éticas e profissionais.

Segundo Berbel (1998), várias escolas de Medicina e de Enfermagem no Brasil, Instituições Universitárias dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, vêm buscando adotar a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) em seus currículos.

A aprendizagem por resolução de problemas, segundo Ribeiro (2008) e Gomes, Brito e Varela (2016), consiste em uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, a qual estrutura-se fundamentalmente com base epistemológica construtivista e contextualizada. Em sua dinâmica, observa-se a utilização de uma situação, de um problema real para motivar a aprendizagem dos alunos em sala de aula, onde são orientados pelo professor tutor, para que possam reorganizar e gerenciar suas próprias estratégias de aprendizagem.

[...] define-se PBL como uma metodologia de ensino-aprendizagem em que um problema é usado para iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem, diferentemente das metodologias convencionais que utilizam problemas de aplicação ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo (RIBEIRO, 2008, p. 19).

Haydt (2011) destaca que, ao apresentar uma situação-problema, os alunos têm a possibilidade de procurar soluções satisfatórias, utilizando-se de seus conhecimentos prévios ou buscando novas informações por meio de suas pesquisas. Já para Vasconcelos e Almeida (2012), os conhecimentos prévios dos alunos representam um motor para o levantamento da questão do problema real, promovendo soluções autônomas e uma aprendizagem de saberes com um pensamento crítico.

Na visão de Ntyonga-Pono (2006), esse processo de aprendizagem ocorre por meio da descoberta, sendo, portanto, uma aprendizagem significativa, em que não se pode separar a aprendizagem teórica da aprendizagem prática. Essa aprendizagem valoriza a autonomia do estudante, por meio de seus estudos compartilhados com os demais estudantes, em que acaba proporcionando uma formação profissional com maior capacidade cooperativa e respeitosa.

O trabalho colaborativo é essencial na aquisição de outras habilidades. Após saírem da escola, a maioria dos estudantes encontrará, no mundo do trabalho, situações nas quais eles precisam partilhar informações e trabalhar produtivamente com os outros (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019, p. 63).

Na visão de Haydt (2011), o método de solução de problemas apresenta os seguintes objetivos:

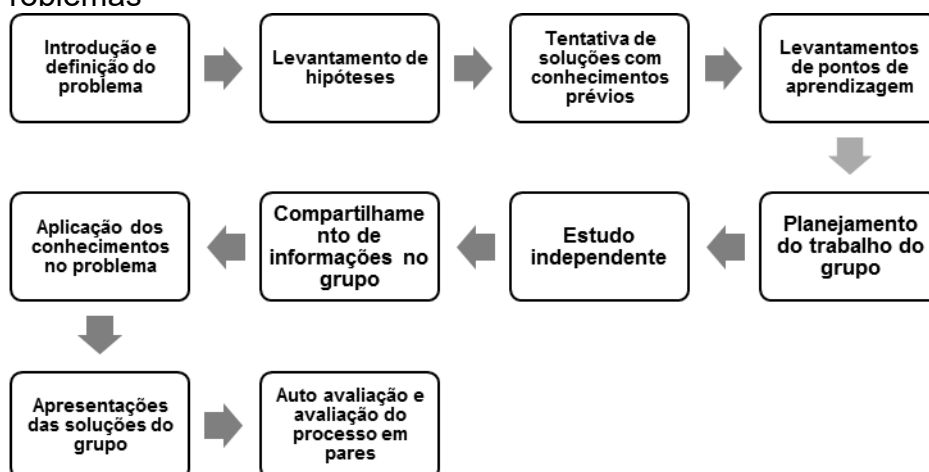
- a) Estimular a participação do aluno na construção do conhecimento, desencadeando sua atividade mental, por meio da mobilização dos seus esquemas operatórios de pensamento.
- b) Desenvolver o raciocínio e a reflexão.
- c) Favorecer a aquisição de conhecimentos, possibilitando sua aplicação em situações práticas de solução de problemas.

d) Facilitar a transferência da aprendizagem por meio da aplicação do conhecimento a situações novas.

e) Desenvolver a iniciativa na busca de novos conhecimentos, na tomada de decisão e na solução de problemas.

Para Ribeiro (2008, p. 27), é possível organizar o método PBL em 10 etapas, as quais são representadas a seguir, por meio de um esquema adaptado da versão original do autor. Observa-se, porém, que o autor indica que as etapas podem ser modificadas para atender de forma mais adequada aos objetivos propostos para a aprendizagem dos alunos.

**Figura 4** – Etapas para a execução de uma Aprendizagem Baseadas em Problemas



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2008, p. 27)

Já na versão de Hung, Jonassen e Liu (2008), para quem o principal objetivo do processo é estabelecer uma relação recíproca entre o problema e o conhecimento, a aprendizagem por resolução de problemas envolve as seguintes etapas, basicamente:

1° Os alunos identificam e delimitam o problema, estabelecem metas de aprendizagem, verificando o que já sabem e estabelecem quais são as atividades necessárias para a execução e quem as executará;

2° Execução e conclusão do estudo autodirigido individualmente pelo aluno pré-estabelecido pelo grupo e a preparação do relatório de seu estudo para o grupo;

3° O compartilhamento do aprendizado com todo o grupo, revisando o problema para a geração e rejeição de hipóteses para a solução do problema e para a aprendizagem;

4° E, por fim, os alunos fazem uma análise final do processo executado e integram o aprendizado adquirido por eles.

Já para Libâneo (2006), a dinâmica desse processo de aprendizagem é desenrolada nos seguintes elementos: colocação do problema, coleta de dados e de informações para caracterizar e definir o problema, indicação das possíveis soluções e escolha viável das soluções por meio de conhecimento e tecnologias sobre o problema a ser resolvido. O autor acredita que essa técnica de aprendizagem não visa apenas à aplicação de conhecimentos às situações novas sobre o assunto estudado, mas também a vivência de situações práticas e intrínseca da vida dos alunos. Hmelo-Silver (2004), a esse respeito, colaboram no sentido de destacar que a motivação intrínseca encontra-se diretamente relacionada aos problemas e situações do interesse próprio do aluno.

Nos últimos anos, o método de aprendizagem baseado em resolução de problemas tem ocupado espaço em inúmeras instituições de ensino superior e no ensino básico (SOUZA; DOURADO, 2015). Segundo Haydt (2011), a justificativa de tal proposição se dá em função do método ter se difundido, devido ao apoio que recebeu do construtivismo de Piaget, o qual invoca o estudante pela sua atividade cognitiva.

Gil *et al.* (2012), nesse contexto, acrescentam que, sendo o PBL um aprendizado cognitivo para o aluno, a metodologia por resolução de problemas dá suporte à construção do conhecimento do aluno, em vez do que ocorre com o ensino tradicional – uma aprendizagem por transferência do conhecimento. Trata-se, portanto, de uma estratégia-didática usada de forma globalizada, em diversas áreas de ensino, como nas áreas da saúde, engenharias, administração, direito, ciências políticas, entre muitos outros campos profissionais.

Souza e Dourado (2015) vem como vantagens a ABP, a motivação dos alunos, em função do dinamismo em querer aprender interagindo com a realidade dos problemas e no ato de observar os resultados obtidos no processo. Colaborando com essa ideia, Haydt (2011), afirma que além da motivação e satisfação dos alunos em descobrir soluções aos problemas, ainda existem

vantagens de proporcionar aos alunos uma ideia de planejamento, bem como o caminho para chegar à solução e, por fim, ser uma metodologia que capacita os alunos em sua tomada de decisões, julgando os fatos e apreciando seus valores.

Porém, os mesmos pesquisadores, Souza e Dourado (2015), destacam, como uma dificuldade na implantação dessa metodologia, a insegurança dos professores de mudarem suas metodologias tradicionais, em função de dúvidas e de questionamentos, contrapondo-se aos métodos convencionais.

Nesse sentido, muitas pesquisas vêm sendo realizadas para comprovar a eficiência e a contribuição dessa metodologia de ensino, a qual tem sido muito observada principalmente no ensino superior, no sentido de que tem proporcionado, aos alunos egressos, uma experiência profissional mais adequada, principalmente no que tange à interação de conhecimentos e de ideias, na busca de estratégias para resolver um problema em proposição (FERREIRA *et al.*, 2017).

Fica, portanto, um questionamento: Vale a pena aplicar o aprendizado baseado em resolução de problemas? Barrows (1996) colabora com a questão, ao afirmar que, quando um professor tiver a oportunidade de participar como tutor em uma PBL, e puder observar a aprendizagem de seus alunos por conta própria, esse professor geralmente acabará se convertendo em favor da PBL. Na condição de tutor desse modelo de aprendizagem, o professor poderá observar e acompanhar o que seus alunos pensam, o que sabem e, conseqüentemente, o que eles acabam aprendendo. O autor acrescenta que o método PBL é uma solução a ser considerada para alunos que essencialmente não conseguem pensar ou resolver problemas, como também uma contraposição aos métodos entediantes e tradicionais de educação. Já para Savery (2006), é vital que as gerações futuras de estudantes experimentem essa metodologia de aprendizagem, a qual possibilitaria que esses estudantes se envolvessem com as atividades construtivas na busca de soluções.

No caso específico da utilização da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de Química no ensino superior, segundo Gomes, Mendes e Calefi (2016), tem-se demonstrado uma possível ferramenta pedagógica de aprendizagem satisfatória e que poderia ser muito mais explorada. Tal contribuição dos autores foi constatada em uma pesquisa, de suas autorias,



aplicada no Ensino de Química Inorgânica I, aos alunos do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal do Espírito Santo/CEUNES. Os pesquisadores observaram que a aplicação dessa metodologia de ensino-aprendizagem proporcionou uma motivação maior nos alunos em seus estudos, a partir da busca de soluções dos problemas relacionados ao cotidiano e que houve uma sinalização, como uma alternativa nos processos formativos de suas profissões.

Outro exemplo da utilização da PBL no ensino superior a ser citado é a pesquisa de Leite e Esteves (2005), que investigaram e analisaram as opiniões dos alunos da Licenciatura em Ensino de Física e Química da Universidade do Minho, em Braga – Portugal. Os pesquisadores aplicaram essa estratégia pedagógica em um dos módulos programáticos de Metodologia do Ensino da Física e Química. E chegaram à conclusão de que a metodologia parece ter desempenhado bem sua função, o que foi demonstrado pelos alunos no desenvolvimento de sua autonomia no processo de aprendizagem de maneira positiva, aprendendo mais e melhor por meio dessa metodologia ativa.

Ainda destacando outro exemplo de aplicação da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Superior, destaca-se a experiência de Lima, Arenas e Passos (2018), que utilizaram a metodologia com estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no ensino de ligações iônicas, em que puderam observar que esse recurso didático mostrou-se eficaz para a aprendizagem dos alunos, bem como para a formação profissional desses estudantes, com a possibilidade de fazerem uso dessa metodologia futuramente nas suas salas de aulas, com maior propriedade.

Nesse sentido, segundo a percepção de Gil *et al.* (2012), a aprendizagem por resolução de problemas deve, portanto, formar estudantes que sejam capazes de definir com clareza os problemas em estudo, capazes de elaborar e alterar hipóteses, bem como criar alternativas para a resolução dos problemas com base em novas informações, capazes de saber utilizar várias informações e fontes diversas durante a execução de seus estudos, como também ter a capacidade de encontrar soluções correspondentes ao problema com as informações obtidas durante o processo de seus estudos.

Na visão dos professores, como seria a sua concepção quanto à utilização dessa metodologia? Para responder a esse questionamento, Moreno Junior, Reis e Calefi (2013), por meio de uma pesquisa, observaram e investigaram as concepções de alguns professores de biologia, física e química da rede pública de ensino da cidade de Franca sobre a ABP. Durante a pesquisa, observaram que os professores compreendem o processo dessa metodologia e a acham interessante, porém, evitariam de utilizá-la, por se tratar de um processo pedagógico que demanda uma formação mais abrangente. Tais observações levaram os pesquisadores a concluir que os professores, cuja formação seja estritamente tradicionalista, dificilmente seriam capazes de desenvolver essa metodologia. Essa situação entra em concordância com Souza e Dourado (2015), quando afirmam que as dificuldades da implantação dessa metodologia encontram-se muitas vezes na insegurança dos professores de mudarem suas metodologias tradicionais.

Nesse contexto, para que os professores tenham maior segurança quanto à aplicação da metodologia de aprendizagem com base na resolução de problemas, Haydt (2011) sugere que os professores sigam estes delineamentos:

- a) Selecione, de preferência em conjunto com a classe, problemas desafiadores e significativos para os alunos.
- b) Apresente a situação problemática para a classe de forma clara e objetiva.
- c) Analise com os alunos as fases do método de solução de problemas, estimulando-os a definir e delimitar o problema, a coletar dados, a propor, selecionar e verificar hipóteses.
- d) Oriente os alunos, quando achar necessário e conveniente, sobre as fontes de consulta disponíveis, para que eles possam buscar as informações necessárias para solucionar o problema.
- e) Deixe os alunos pesquisarem por si e tentarem descobrir, por meio de sua própria atividade e iniciativa, alternativas satisfatórias de solução para o problema proposto.
- f) Peça a cada aluno ou grupos de alunos para apresentar à classe as alternativas de solução a que chegaram.
- g) Analise, em conjunto com os alunos, as soluções apresentadas.

Nesse ínterim, Borges *et al.* (2014) acreditam que essa metodologia de aprendizagem por resolução de problemas oferecerá vantagens aos estudantes, por meio de seus estudos pela interdisciplinaridade, favorecendo uma aprendizagem significativa e contextual, que substitui o ensino tradicional, uma aprendizagem fragmentada e cujas vantagens só poderão ser constatadas com a desenvoltura do profissionalismo do aluno egresso de sua instituição universitária. Os autores ainda concluem:

Finalmente, deve ser ressaltado que as vantagens e limitações da ABP devem ser analisadas, considerando-se, ainda, as condições específicas de cada currículo. Assim, para avaliar o efeito de um novo método sobre a formação do egresso torna-se imperativo analisar o currículo proposto e os subsequentes ganhos de aprendizagem (BORGES *et al.*, 2014, p. 306).

## 6.6 Sequência didática

O professor, no ofício de sua atividade profissional, tem como principais objetivos a serem alcançados a aprendizagem e a aquisição de conhecimentos de seus alunos. Nesse processo gerador de aprendizagem e de formação do conhecimento, segundo Libâneo (2006), o professor faz uso de diversas técnicas, estratégias, recursos e meios de ensino. Esses processos acabam configurando a sua metodologia de ensino ou tecnologia educacional em sala de aula. Ainda segundo o autor, esse processo de ensino seria tido “[...] como uma sequência de atividades do professor e dos alunos, tendo em vista a assimilação de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades, através dos quais os alunos aprimoram capacidades cognitivas [...]” (LIBÂNEO, 2006, p. 53). Libâneo complementa quanto à escolha dos métodos de ensino, em que:

A escolha de métodos compatíveis com o tipo de atividade dos alunos depende, portanto, dos objetivos, dos conteúdos, do tempo disponível, das peculiaridades de cada matéria. Cabe ao professor ter criatividade e flexibilidade para escolher os melhores procedimentos, combiná-los, tendo em vista sempre o que melhor possibilita o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos (LIBÂNEO, 2006, p. 192).

Atualmente, para atender às novas demandas educacionais no âmbito da Educação Básica e na Educação no Ensino Superior, é necessária uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, sobre a qual Cerqueira (2013) afirma se tratar de uma visão que comunga com a nova tendência mundial nos quatros pilares da Educação proposta pela Unesco: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver com os outros e aprender a ser. Os docentes têm sido constantemente desafiados a explorar, experimentar e utilizar vários recursos metodológicos para a aprendizagem e assimilação de conhecimentos por parte de seus alunos. Segundo Santo e Luz (2013), trata-se de uma aprendizagem significativa capaz de transformar uma aula de mera transmissão de informações em uma aula de construção de saberes e debates sobre questões inerentes aos conteúdos, seus estudos e que sejam pertinentes às vivências de seus alunos.

Dessa forma, segundo Oliskovicz e Piva (2012), cabe ao professor diagnosticar as necessidades e as expectativas dos alunos, para escolher as metodologias didáticas educacionais mais pertinentes a serem utilizadas em suas aulas de determinada disciplina. Os autores também destacam que, ao escolher determinada estratégia de ensino, o professor deve levar em consideração, como critério de seleção, os seguintes aspectos básicos:

- 1- Os objetivos estabelecidos para o processo ensino-aprendizagem;
- 2- A natureza do conteúdo a ser ensinado, bem como o tipo de aprendizagem a ser efetivada;
- 3- As características dos alunos, levando-se em consideração a sua faixa etária, o seu desenvolvimento intelectual, o seu grau de interesse e suas expectativas de aprendizagem;
- 4- As condições e as estruturas físicas, bem como o tempo disponível para a execução das atividades em sala de aula.

Entre muitos exemplos desses recursos metodológicos, destaca-se a utilização da sequência de unidades didáticas ou simplesmente sequência didática. Segundo Batista, Oliveira e Pilegi (2016) sinalizam, a sequência didática é um dos caminhos mais indicados e promissores na construção do conhecimento e no desenvolvimento do trabalho pedagógico realizado pelos professores em

sala de aula, baseando-se nos estudos e nas concepções de Zabala (1998), Oliveira (2013) e Schneuwly, Dolz e colaboradores (2004).

Historicamente, o termo sequência didática surgiu na França, em 1996. Segundo Gonçalves e Ferraz (2016), ela surgiu para que o ensino da língua materna, na França, ocorresse de forma descompartmentalizada em seus conteúdos relacionados à escrita, à leitura e às práticas orais, as quais seriam estudadas em uma organização de forma integrada na sequência didática. Nesse sentido, a sequência didática, na ocasião, foi uma necessidade de superação da compartimentalização dos conhecimentos do ensino de línguas, a qual oportunizaria uma aprendizagem da língua materna de forma mais articulada e organizada. Já no Brasil, a expressão “Sequência Didática” foi utilizada inicialmente, segundo Lima (2018), em 1998, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), como projetos e atividades sequenciadas, utilizadas para o estudo da Língua Portuguesa.

Para Zabala (1998, p. 18), uma sequência didática representa “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Já Cabral (2017) considera que uma sequência didática seja um conjunto de intervenções realizadas “passo a passo”, em que suas etapas devem estar devidamente articuladas, como se fossem elos de uma corrente, constituindo uma rede estrutural na articulação de conceitos. Para Oliveira (2013), a sequência didática é um procedimento simples, formada por um conjunto de atividades conectadas entre si, que deve prescindir de um planejamento que delimite as atividades, as quais permitirão trabalhar com os conteúdos de forma integrada, melhorando, assim, a dinâmica no processo do ensino-aprendizagem dos alunos.

Machado e Cristovão (2006) contribuem para essa definição, ao afirmar que a sequência didática é um conjunto de atividades progressivas, que podem ser gerenciadas por um tema, um objetivo geral, ou ainda para a produção de um texto final, e que a sua aplicação como interesse didático justifica-se normalmente pelas seguintes razões:

- 1- Por ser um procedimento que possibilite um trabalho global e integrado;

2- Em sua construção, pode-se considerar tanto os conteúdos fixados pelas instruções oficiais quanto os conteúdos de aprendizagem específicas;

3- Por ela permitir a contemplação de suas atividades com exercícios variados como suporte;

4- Pela sequência permitir integrar as atividades da leitura, escrita e de conhecimento da língua, de acordo com um calendário pré-fixado;

5- Por ela facilitar a construção de programas que permitam a continuidade uns com os outros;

6- Pela sequência proporcionar a motivação dos alunos, pelos seus objetivos e pelas suas atividades que os guiaram.

Segundo Cerqueira (2013), uma sequência didática deve ser iniciada por atividades mais simples até chegar às mais complexas. No seu planejamento, o professor deve ter, como objetivo, o desenvolvimento de determinado conteúdo, respeitando os diversos graus de dificuldade de seus alunos, para que eles possam superar suas tarefas. Ainda de acordo com o autor, a sequência didática deve estimular a curiosidade do aluno, motivando-o a aprender novos conceitos.

Segundo Oliveira (2013), uma sequência didática, apresenta os seguintes passos básicos:

1° A escolha do tema a ser trabalhado;

2° A formulação de questionamentos para a elaboração da problematização do assunto a ser trabalhado;

3° O planejamento dos conteúdos;

4° A proposição dos objetivos a serem atingidos;

5° O delineamento da sequência didática, considerando o material didático, o cronograma, a integração entre as etapas das atividades e a avaliação dos resultados.

No desenvolvimento de uma sequência didática, é necessário fazer um planejamento de suas etapas, de acordo com a expectativa de aprendizagem (CERQUEIRA, 2013). Segundo o autor, existem alguns pontos que devem ser levados em consideração, tais como:

a) Verificar se o aluno reconhece com clareza o que se pede no enunciado da atividade;

b) Verificar se os alunos identificam os conhecimentos trabalhados nas atividades;

c) Escolher os procedimentos necessários para dar condições e possibilidades ao aluno de encontrar a solução devida à situação-problema da atividade;

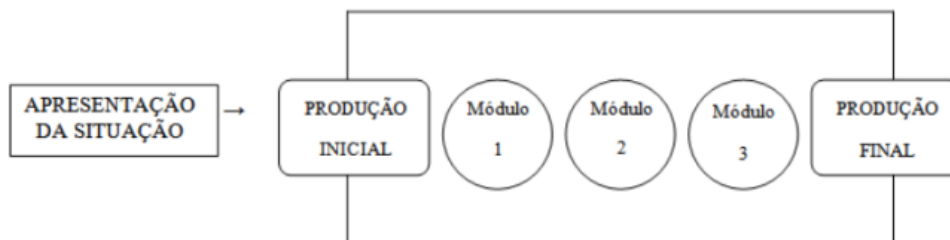
d) Analisar a validação dos resultados obtidos, em que os alunos devem verificar se suas ações na atividade atenderam ao que foi solicitado pelo enunciado; dessa forma, o aluno deixa de agir de forma mecânica em sua aprendizagem e passa a agir com autonomia em sua aprendizagem.

Esse modelo de sequência didática, segundo Cabral (2017), exige do professor condições de planejamento e sistematização de dados quanto às condições do professor de produzir um material de apoio escrito que servirá na condução dos processos de aprendizagem na sequência didática. Nesse sentido, Araújo (2013, p. 331) complementa: “é importante dizer que SD se junta às perspectivas de trabalho pedagogicamente bem orientado, no qual o professor é centro desencadeador das ações e mediador da aprendizagem”.

A grande aposta desse modelo de intervenção de ensino é que o ambiente criado para a sala de aula será revestido, em tese, de um maior envolvimento dos alunos entre si e com o professor (CABRAL, 2017, p. 34-35).

A estrutura básica de uma sequência didática, segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), é formada por quatro momentos diferentes: apresentação da situação, produção inicial, módulos e produção final. Na sequência, encontra-se um esquema da sequência didática proposta pelos autores, que demonstra todos os momentos envolvidos na sequência.

**Figura 5** – Esquema de uma sequência didática



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 98)

Nesse sentido, a sua dinâmica compreende que o professor inicialmente faça a apresentação do tema chave da sequência para seus alunos, os seus objetivos e a sua condução quanto à execução dos trabalhos. Em seguida, passa pela produção inicial, em que os alunos elaboram um primeiro texto inicial referente ao tema, de forma oral ou escrita, o qual permitirá ao professor observar os conhecimentos prévios dos alunos, reconhecer suas dificuldades em relação ao tema escolhido, o que conseqüentemente permitirá ao professor fazer ajustes nas atividades e nos exercícios da sequência didática. Em seguida, passa à administração dos módulos, em que serão executadas as atividades ou exercícios, dando aos alunos os instrumentos necessários para o domínio dessas atividades. Ao seu término da sequência didática, o aluno realizará a produção final, a qual deverá colocar em evidência os seus conhecimentos adquiridos, possibilitando, ao professor, a verificação dos progressos alcançados pelos seus alunos (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).

Para Batista, Oliveira e Pilegi (2016), as sequências didáticas são propostas ricas para serem desenvolvidas em sala de aula pelos professores e alunos. Uma vez bem planejadas, elas permitirão aos professores visualizar os conhecimentos prévios ou iniciais de seus alunos, o seu desempenho, bem como identificar o que ainda necessitaria ser trabalhado com os alunos em seu processo de aprendizagem.

Uma sequência didática pode ainda ser realizada de forma investigativa, sendo agora uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI). Marcelino e Silva (2018) apontam que esse tipo de sequência



[...] foi desenvolvida, inicialmente, para o ensino de Ciências, sendo aplicada, principalmente, no contexto da Física, Química e Biologia. Entretanto, essa abordagem vai ao encontro de qualquer área do conhecimento ou disciplina escolar que tenha como pressuposto a utilização de problemas e de investigação como base para a construção do conhecimento (MARCELINO; SILVA, 2018, p. 71).

Na elaboração da sequência de ensino investigativo, para que ela seja estruturada, é necessária uma atividade-chave, um problema, sendo ele experimental ou teórico, uma atividade contextualizada, que ofereça condições para que os alunos possam pensar e trabalhar com as variáveis relevantes do fenômeno em si e que estejam ligados ao conteúdo programático que se deseja trabalhar (CARVALHO, 2013).

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos na verificação quanto à utilização da sequência didática como uma estratégia de ensino da química no ensino superior. Um exemplo dessa modalidade metodológica é o relato da experiência dos pesquisadores Yoneda e Huguenin (2018), quando da aplicação de uma sequência didática, com base na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, integrada entre as disciplinas de Química Geral e Introdução à Computação, aplicada aos alunos do primeiro ano de graduação em Química. Os pesquisadores observaram, após sua aplicação, um engajamento maior pelos seus alunos no processo ensino-aprendizagem e que, conseqüentemente, acabam melhorando seus rendimentos em suas avaliações, dando a entender, segundos as pesquisadoras, que a sequência didática seria um potencial método para ser aplicado em outras disciplinas de Exatas do ensino superior.

Outro exemplo que demonstrou que a sequência didática representa um método bastante apropriado para ser utilizado no ensino da química, com alunos do ensino superior, foi o que Silva e Batinga (2018) vivenciaram quando propuseram uma sequência didática com o tema Biogás, uma energia renovável, com características metodológicas do Ensino e aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (EABRP). No estudo desenvolvido pelos autores, todos os procedimentos metodológicos estavam voltados para aulas de Química no Ensino superior, e concluíram que essa estratégia pedagógica pode contribuir no sentido de auxiliar os estudantes em sua construção de conceitos químicos, abordando questões reais e significativas, por meio de uma discussão entre

alunos, aluno-professor, aluno-especialista, bem como professor-aluno-especialista.

A pesquisa de Theodoro (2016) é outro exemplo de aplicação de sequência didática no ensino de química, que demonstrou ser um procedimento metodológico com resultados satisfatório no ensino superior. A pesquisa foi realizada com estudantes dos primeiros anos dos cursos de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química, no Instituto de Química (IQ-USP), da Universidade de São Paulo. Sua pesquisa foi uma proposta e uma avaliação quanto à contribuição metodológica de uma sequência didática, para aulas prático-laboratoriais para o ensino superior de química, em que foi trabalhado o tema Titulação ácido-base com o principal objetivo de estudar a curva de titulação, bem como a sua interpretação. A sequência didática, uma vez desenvolvida e concluída, segundo a pesquisadora, apresentou resultados satisfatórios justificados pelo aumento do desenvolvimento e de habilidades cognitivas dos estudantes de química, explorando metodologias que normalmente não são utilizadas nos laboratórios de química no ensino superior.

Porém, deve-se atentar à observação de Kiouranis, Souza e Santin Filho (2010). Os autores, ao propor uma sequência didática aos estudantes de química quântica do ensino superior, destacam:

Nesse sentido, não basta apenas o professor se apropriar do saber científico, já transformado em saber a ensinar, mas levar em conta que está diante de um processo complexo e que a sala de aula destina-se a confronto e reelaboração de ideias (KIOURANIS; SOUZA; SANTIN FILHO, 2010, p. 222).

Sendo assim exposto, segundo Santo e Luz (2013), o docente universitário pode, e deve, utilizar metodologias que facilitem o processo de ensino-aprendizagem, desde que se adotem técnicas de ensino facilitadoras de construção e composição de conhecimentos, contrapondo-se às técnicas incentivadoras da prática de memorização.

## 7 METODOLOGIA

### 7.1 Caracterização da metodologia da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com uma abordagem qualitativa, com instrumento de observação participante direta do pesquisador, de objetivos descritivos e tendo como natureza um delineamento interpretativo para a compreensão de dados e análise das respostas.

A opção pela abordagem qualitativa justifica-se pelo fato de não representar numericamente suas conclusões, entretanto, buscava-se compreender e explicar os motivos das dificuldades de aprendizagem que os alunos apresentavam, por meio de diferentes abordagens, suscitando e interagindo com os dados, sem uma submissão à prova de fatos, seguindo a sugestão de Gerhardt e Silveira (2009). As autoras destacam as seguintes características dessa forma de abordagem de pesquisa:

- Tenta compreender a totalidade do fenômeno, mais do que focalizar conceitos específicos;
- Possui poucas ideias preconcebidas e salienta a importância das interpretações dos eventos mais do que a interpretação do pesquisador;
- Possui poucas ideias preconcebidas e salienta a importância das interpretações dos eventos mais do que a interpretação do pesquisador;
- Coleta dados sem instrumentos formais e estruturados;
- Não tenta controlar o contexto da pesquisa, e, sim, captar o contexto na totalidade;
- Enfatiza o subjetivo como meio de compreender e interpretar as experiências;
- Analisa as informações narradas de uma forma organizada, mas intuitiva (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 34).

Quanto ao procedimento técnico, a opção foi pela observação participativa direta do pesquisador, pelo fato de que um levantamento de dados por meio de interrogações diretas com os alunos possibilita o acesso a informações mais significativas com relação ao problema estudado, fato que apresenta maior possibilidade de resultados e conclusões mais correspondentes com o universo do objeto da pesquisa (GIL, 2002). Ainda segundo Gil (2002), as principais

vantagens de uma pesquisa com procedimento técnico de participação direta do pesquisador em relação aos levantamentos de dados são:

- a) conhecimento direto da realidade: à medida que as próprias pessoas informam acerca de seu comportamento, crenças e opiniões, a investigação torna-se mais livre de interpretações calcadas no subjetivismo dos pesquisadores;
- b) economia e rapidez: desde que se tenha uma equipe de entrevistadores, codificadores e tabuladores devidamente treinados, torna-se possível a obtenção de grande quantidade de dados em curto espaço de tempo. Quando os dados são obtidos mediante questionários, os custos tornam-se relativamente baixos;
- c) quantificação: os dados obtidos mediante levantamento podem ser agrupados em tabelas, possibilitando sua análise estatística. As variáveis em estudo podem ser quantificadas, permitindo o uso de correlações e outros procedimentos estatísticos. À medida que os levantamentos se valem de amostras probabilísticas, torna-se possível até mesmo conhecer a margem de erro dos resultados obtidos (GIL, 2002, p. 51).

Conforme Lakatos e Marconi (2003), uma pesquisa participativa ocorre quando o pesquisador participa diretamente na situação do estudo do objeto, na qual procuram-se respostas para as indagações da pesquisa, junto de seus alunos. As autoras acrescentam: “Uma fonte rica para a construção de hipóteses é a observação que se realiza dos fatos ou da correlação existente entre eles. As hipóteses terão a função de comprovar (ou não) essas relações e explicá-las” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 132).

No que se refere aos objetivos, optou-se pela natureza descritiva, pois a meta primordial da pesquisa reside na descrição de fatos de determinada realidade, com características de determinada ação, aplicação da sequência didática, estabelecendo relações entre diversas variáveis observadas por meio de dados coletados e de opiniões contribuintes dos sujeitos da pesquisa, nos diversos questionários e observações sistemáticas realizadas pelo próprio pesquisador nas atividades teórico-práticas desenvolvidas durante a pesquisa (GIL, 2002; SILVA; MENEZES, 2005).

A natureza interpretativa da pesquisa foi uma opção que se pauta justamente na busca por explorar, por meio da coleta de dados, uma caracterização dos alunos, observando as contribuições geradas em seus

depoimentos, de maneira escrita e verbal, de fatos ocorridos durante a aplicação da sequência didática, bem como todo o registro de atividades teóricas e práticas realizadas durante as aulas, procedimento que seguiu as orientações de Moreira e Caleffe (2008).

## 7.2 Ordenamento geral da pesquisa

Com essa dinâmica de pesquisa, o seu desenvolvimento transcorreu da seguinte forma:

**1º Etapa:** Apresentação da proposta da pesquisa para a equipe pedagógica da Instituição, em reunião de colegiado, a qual foi analisada, aprovada e registrada em ata;

**2º Etapa:** Termo de consentimento da direção geral da Instituição para a realização da pesquisa (APÊNDICE A);

**3º Etapa:** Apresentação, esclarecimento da pesquisa e convite para participação, promovido pelo “TERMO DE ESCLARECIMENTO DA PESQUISA E SEU CONVITE PARA A PARTICIPAÇÃO” (APÊNDICE B);

**4º Etapa:** Assinatura dos alunos do “TERMO DE CONSENTIMENTO DA PESQUISA” (APÊNDICE C);

**5º Etapa:** Aplicação do questionário semiestruturado “QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DO PERFIL DOS ALUNOS DO 1º ANO DA LICENCIATURA EM QUÍMICA DO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ”, para verificação do perfil acadêmico sociocultural dos alunos (APÊNDICE D);

**6º Etapa:** Tabulação e análise dos dados obtidos pelo questionário semiestruturado “QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DO PERFIL DOS ALUNOS DO 1º ANO DA LICENCIATURA EM QUÍMICA DO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ”;

**7º Etapa:** Aplicação do questionário semiestruturado “QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE APRENDIZAGEM E ASSIMILAÇÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA” (APÊNDICE E);

**8º Etapa:** Tabulação e análise dos dados obtidos pelo questionário semiestruturado “QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO – AVALIAÇÃO

DIAGNÓSTICA DE APRENDIZAGEM E ASSIMILAÇÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA”;

**9º Etapa:** Elaboração e planejamento da sequência didática “ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUÍMICA”, mediante análise dos dados obtidos por meio do perfil acadêmico sociocultural e da avaliação diagnóstica de aprendizagem e assimilação de conteúdos de química dos alunos (APÊNDICE F);

**10º Etapa:** Início da elaboração do “GUIA DIDÁTICO DE APOIO” da sequência didática (APÊNDICE G);

**11º Etapa:** Aplicação da sequência didática;

**12º Etapa:** Aplicação do questionário semiestruturado “QUESTIONÁRIO DE PESQUISA QUANTO À PROPOSIÇÃO, VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E DO GUIA DIDÁTICO DE APOIO” (APÊNDICE H);

**13º Etapa:** Tabulação e análise dos dados obtidos pelo questionário semiestruturado “QUESTIONÁRIO DE PESQUISA QUANTO À PROPOSIÇÃO, VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E DO GUIA DIDÁTICO DE APOIO”;

**14º Etapa:** Elaboração do referencial teórico – “Seção 6”;

**15º Etapa:** Tabulação e análise dos dados referentes aos conceitos indicadores de aproveitamento de aprendizagem do componente curricular de Química Geral e Experimental, obtidos pelo Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da Instituição;

**16º Etapa:** Análise geral dos dados obtidos durante a pesquisa para fazer a discussão, conclusão e observações finais da pesquisa.

### 7.3 Os sujeitos da pesquisa

A proposta do projeto foi primeiramente apresentada à direção escolar e à equipe pedagógica, em reunião de colegiado, os quais analisaram a proposta, os objetivos e as etapas do projeto, para, então, autorizar a realização do projeto, por meio da assinatura do termo de consentimento (APÊNDICE A).

Em seguida, o projeto foi apresentado aos alunos do 1º ano de licenciatura em Química da Instituição, na data de 06 de agosto de 2019, no Instituto Federal

do Paraná, *campus* de Cascavel-PR, exatamente às vinte horas. Foram realizados os esclarecimentos, pertinentes ao projeto de mestrado e o convite para participação desta pesquisa de mestrado (APÊNDICE B). Dando sequência, os alunos interessados em fazer parte da pesquisa assinaram o termo de consentimento de participação da pesquisa (APÊNDICE C). Na ocasião, houve participação de 22 alunos, sendo que, desse total, vinte são alunos do primeiro ano e os demais são alunos do segundo ano de Licenciatura, que fazem dependência do componente curricular do primeiro ano. Na sequência, os 22 alunos participaram da primeira ação oficial da pesquisa – o preenchimento do questionário diagnóstico do perfil sociocultural dos alunos (APÊNDICE D).

Ressalta-se que os alunos participantes desta pesquisa tiveram suas identidades mantidas em sigilo, sendo identificados como aluno A1, A2, A3 etc.

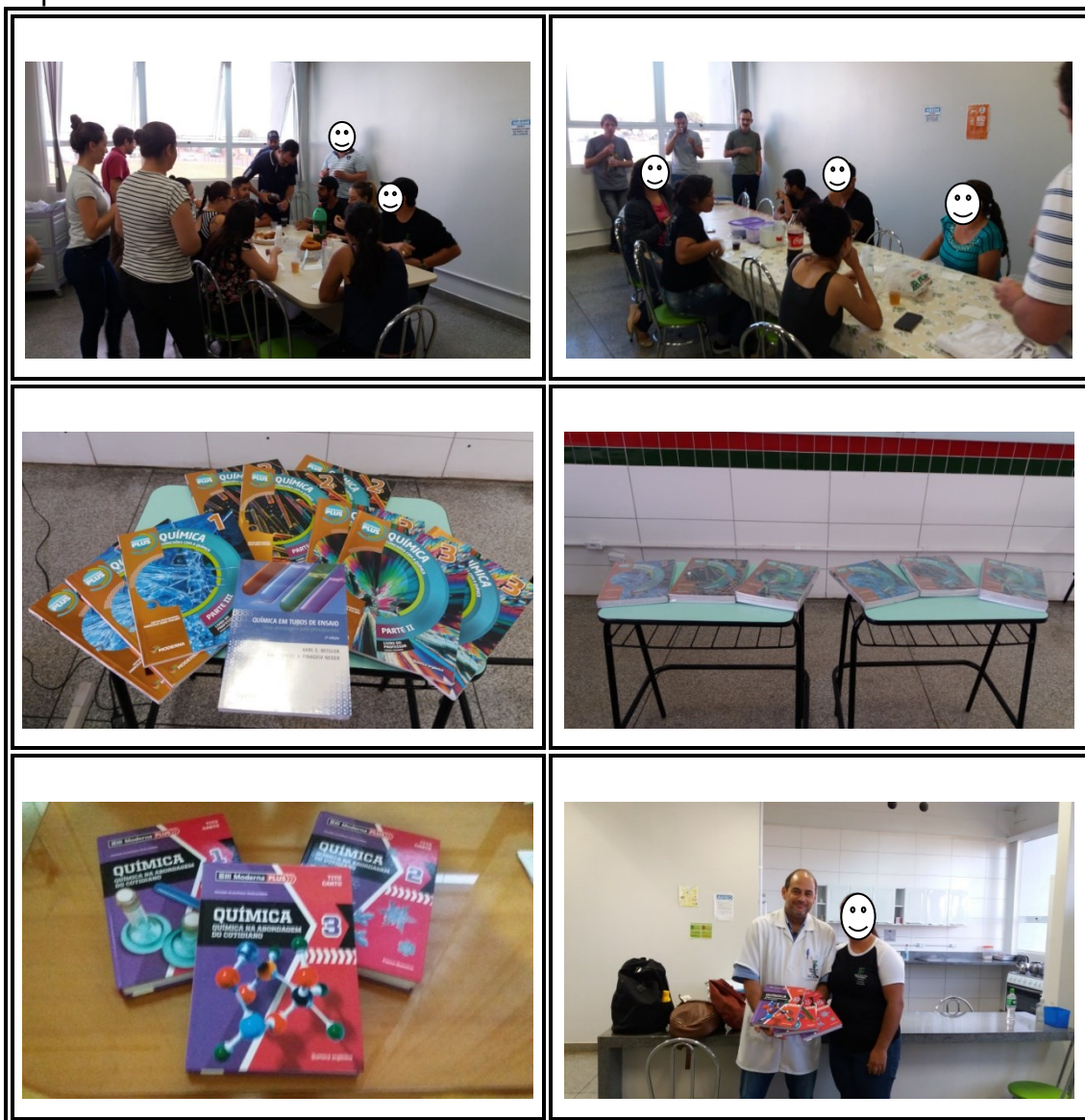
O curso oferta 40 vagas com um regime presencial e anual. Atualmente, com os dados obtidos pela Secretaria Acadêmica da Instituição, encontram-se matriculados no primeiro ano de Licenciatura em Química 33 alunos. Desse total, somente vinte alunos permanecem frequentando as aulas, portanto, na primeira ação desta pesquisa, a participação dos alunos do primeiro ano de química foi de 100%. Porém, a segunda ação oficial da pesquisa, com o preenchimento da avaliação diagnóstica de aprendizagem e assimilação de conteúdos de química (APÊNDICE E), a qual foi destinada para os alunos resolverem em suas residências, teve apenas a participação de quinze alunos, todos do primeiro ano de química, perfazendo um percentual de 75%. Nesse enquadramento, chega-se a completar as seis primeiras etapas da dinâmica geral da metodologia da pesquisa.

No tocante à participação efetiva dos alunos, no desenvolvimento das atividades da sequência didática, foi observado que não houve a participação frequente de todos os alunos nos eventos pedagógicos, em suas intervenções didáticas e diagnósticas. Isso se deve ao fato de alguns alunos trabalharem no mesmo horário da execução das atividades pedagógicas e, outros, por diversos motivos particulares e pessoais.

Dessa forma, tais circunstâncias foram respeitadas, porém, deve-se registrar que, em todos os encontros, procurou-se consolidar a participação efetiva dos alunos de diversas formas, fazendo-se valer de ações motivadoras,

por exemplo: proporcionando lanches nos intervalos das atividades pedagógicas, bem como sorteios de coleções de livros didáticos de química. Destaca-se que essas ações foram todas patrocinadas pelo próprio pesquisador, sem qualquer ônus para os alunos participantes desta pesquisa.

**Fotografia 3** – Coffee Break durante os intervalos e sorteios de coleções de livros de química



Fonte: Próprio autor (2019)

Foram observadas e adotadas todas as medidas quanto à exigência ética, em relação ao esclarecimento, objetivos, procedimentos e coletas de dados da pesquisa, observando, ainda, que a pesquisa manteve o sigilo das identidades



dos participantes, sendo todos maiores de idade, que tiveram suas participações por livre e espontânea vontade.

Ressalta-se, ainda, que a direção geral do Instituto Federal do Paraná, *campus* de Cascavel-PR, representado pelo Professor Luiz Carlos Eckstein, autorizou a devida realização da pesquisa de mestrado, representada pelo senhor Professor Deusdeditt de Souza Bueno Filho, junto de seus alunos de Licenciatura em Química, turno noturno, em seus estabelecimentos e com a anuência da utilização de suas estruturas físicas (APÊNDICE A).

#### 7.4 O cenário e o ambiente da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu na sala de aula e no laboratório de química da própria Instituição.

**Fotografia 4** – Organização das aulas teóricas e práticas nos espaços físicos da Instituição



Fonte: Próprio autor (2019)

#### 7.5 Estruturação da sequência didática

Antes de iniciar a demonstração da estruturação, quanto ao planejamento e às atividades dos módulos da sequência didática, é necessário que sejam evidenciados os motivos que levaram à escolha do tema norteador da sequência didática.

Nesse contexto, diante das circunstâncias apresentadas anteriormente, quanto às dificuldades de aprendizagens, retenção e evasão dos alunos do 1º ano de Licenciatura em Química, e tendo o autor desta pesquisa uma experiência

anterior na aplicação de uma sequência didática, com o tema norteador “Estação de Tratamento de Água”, em que se abordavam conceitos teóricos e experimentais de química, com alunos do curso técnico em Análises Químicas da mesma Instituição, foi possível observar que tal procedimento demonstrou-se, uma estratégia pedagógica satisfatória e oportuna, naquela ocasião. Portanto, criou-se uma expectativa: “Por que não fazer o mesmo com os alunos da graduação em química”. Aplicar uma didática ativa, por meio de uma sequência didática de conteúdos de química, contextualizados com uma Estação de Tratamento de Água (ETA), utilizando como epistemologia a Teoria da aprendizagem significativa (TAS) e trabalhando com a metodologia de “Aprendizagem Baseada em Problemas” ou PBL (Problem-Based Learning), a qual possibilita uma melhora na performance de aprendizagem dos alunos.

Tal decisão tornou-se respaldada e justificável, mediante os conteúdos pertencentes à ementa da disciplina de Química Geral e Experimental, referentes ao terceiro e uma parte do quarto bimestre, estarem de acordo com os conteúdos de química em várias etapas da sequência didática. Além disso, a sequência didática ainda teria um reforço quanto ao quesito motivacional, pois, durante a sua aplicação, a Cidade de Cascavel enfrentava uma escassez de água, devido a uma estiagem de chuva que já durava aproximadamente noventa dias ininterruptos, o que levou as autoridades competentes da cidade a determinar um rodízio quanto ao consumo de água em diversas regiões na cidade.

Tal proposição é validada por Wartha e Alário (2005), que afirmam que o ato de contextualizar é considerar a vivência e as experiências obtidas pelos alunos, ao favorecer que os alunos se apropriem de novos conhecimentos. Isso ajuda o aluno a entender a importância de fenômenos e de fatores que ocorrem à sua volta.

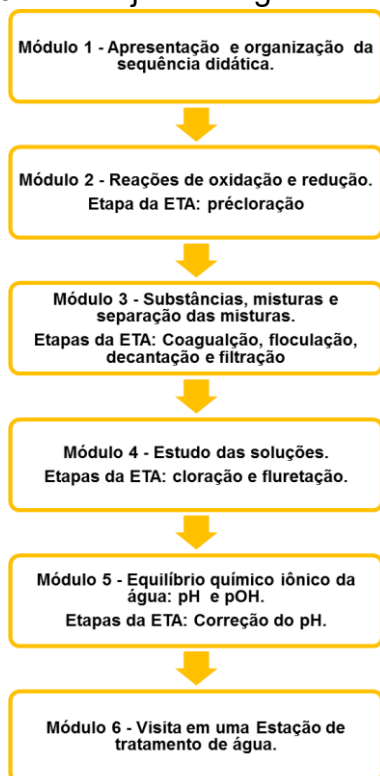
Destarte, a dinâmica dessa sequência didática valorizaria, portanto, os conceitos preexistentes da estrutura cognitiva dos alunos, conceitos subsunçores. Moreira (2011) salienta que essa prática pauta-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, uma dinâmica que representa uma reestruturação do conhecimento, variando do mecânico ao significativo.

Nessa conjuntura pedagógica, adota-se o método de aprendizagem baseada em problemas, o que permitiria aos alunos uma independência no

desenvolvimento de sua aprendizagem, para a construção de seus conhecimentos. Em tal prática, ressaltam Lopes e Reis (2019), o aluno construiria o conhecimento conceitual no processo de aprendizagem em torno do problema. Sousa (2019), seguindo a mesma linha de pensamento, reforça que o aluno, a partir do momento em que o problema é apresentado, é motivado, conseqüentemente, ao ato de aprender.

Dessa forma, o tema norteador da seqüência didática, oferece uma expectativa de que contribua como um recurso de ensino-aprendizagem, no atendimento aos alunos, quanto às suas dificuldades conceituais de química, encontradas logo no início de sua graduação. Bego, Alves e Giordan (2019) acreditam que a seqüência didática possa constituir uma importante ferramenta pedagógica para a formação inicial de professores de química. Fazendo uso dessa premissa, Firme, Amaral e Barbosa (2008) destacam a possibilidade de articular conceitos químicos num contexto tecnológico e social em uma seqüência didática com o objetivo de contribuir de maneira favorável para uma maior participação e interesse dos alunos quanto à busca do entendimento de conceitos de química.

Dando seqüência à estruturação da seqüência didática, mediante os dados analisados pelo questionário que avaliou o grau de aprendizagem dos alunos (APÊNDICE E), elaborou-se o planejamento dos módulos da seqüência didática, pois restavam ainda 11 dias para dar início oficial às atividades com os alunos. Em seguida, é demonstrada, por meio da figura apresentada na seqüência, o planejamento geral dos módulos da seqüência didática.

**Figura 6** – Planejamento geral da sequência didática

Fonte: Próprio autor (2019)

Fazendo-se valer ainda da avaliação diagnóstica de aprendizagem e assimilação de conteúdos de química (APÊNDICE E), foi possível identificar mais precisamente os conceitos de química em que os alunos apresentaram maiores dificuldades, os quais determinaram o planejamento das atividades da sequência didática. Na sequência, são demonstrados, por meio de uma tabela, os conteúdos que foram contemplados, bem como as atividades que foram desenvolvidas durante toda a sequência didática.

**Tabela 1** – Conteúdos contemplados de química e atividades realizadas durante a aplicação da SD

MÓDULO TEMPO	CONTEÚDOS CURRICULARES DE QUÍMICA CONTEMPLADOS	ATIVIDADES
01 Tempo: 240 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da sequência didática;</li> <li>• Ciclo biogeoquímico: Ciclo da água;</li> <li>• Água, escassez e soluções;</li> <li>• Funcionamento de uma Estação de Tratamento de Água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação geral da SD;</li> <li>• Apresentação dos vídeos:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) O Ciclo da Água;</li> <li>b) Água, escassez e soluções;</li> <li>c) Estação de tratamento de água – como funciona;</li> </ol> </li> <li>• Resolução de exercícios.</li> </ul>
02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuição eletrônica;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações de oxidação e redução</li> </ul>

Tempo: 240 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabela periódica;</li> <li>• Ligações químicas;</li> <li>• Número de oxidação;</li> <li>• Reação de oxirredução;</li> <li>• Agente oxidante e agente redutor;</li> <li>• Balanceamento de reações de oxirredução.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (oxirredução);</li> <li>• Etapa da estação de tratamento de água: Pré-cloração;</li> <li>• Atividade laboratorial: Reação do sulfato ferroso com o permanganato de potássio em meio ácido.</li> </ul>
03 Tempo: 240 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificação da matéria quanto ao número de componentes e de fases;</li> <li>a) Substância pura;</li> <li>b) Mistura – Homogênea e heterogênea;</li> <li>• Separação dos componentes de uma mistura;</li> <li>a) Mistura heterogênea: Ventilação, levigação, peneiração, flotação, separação magnética, fusão fracionada, dissolução fracionada, coagulação, floculação, sedimentação espontânea, centrifugação, decantação e filtração;</li> <li>b) Mistura homogênea: Cristalização, destilação simples e fracionada e liquefação fracionada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substância, mistura e separação dos componentes de uma mistura;</li> <li>• Etapas da estação de tratamento de água: Coagulação, floculação, decantação e filtração;</li> <li>• Resolução de exercícios;</li> <li>• Atividade laboratorial: Ensaio laboratorial do Jar Test.</li> </ul>

Fonte: Próprio autor (2019)

**Tabela 2** – Conteúdos contemplados de química e atividades realizadas durante a aplicação da SD

MÓDULO TEMPO	CONTEÚDOS CURRICULARES DE QUÍMICA CONTEMPLADOS	ATIVIDADES
04 Tempo: 240 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersões – Soluções, dispersão coloidal e suspensões;</li> <li>a) Conceitos;</li> <li>b) Características;</li> <li>c) Propriedades;</li> <li>• Soluções – unidades de concentração:</li> <li>a) Concentração em g/L (Concentração comum);</li> <li>b) Título e porcentagem (m/m, v/v e m/v);</li> <li>c) Partes por milhão e partes por bilhão;</li> <li>d) Concentração em mol/L</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo das Soluções – unidades de concentração;</li> <li>• Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação;</li> <li>• Atividade laboratorial: Determinação do teor de cloro livre na água pela solução ortotolidina por comparação.</li> </ul>

	(concentração molar ou molaridade); e) Fração em mol; f) Concentração em mol/Kg (molalidade); • Geometria espacial.	
05 Tempo: 240 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soluções – unidades de concentração:               <ol style="list-style-type: none"> <li>Concentração em mol/L ou molar (molaridade);</li> </ol> </li> <li>Soluções – Diluição de soluções;</li> <li>Equilíbrio químico:               <ol style="list-style-type: none"> <li>Equilíbrio iônico da água – produto iônico da água;</li> <li>Potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH);</li> </ol> </li> <li>Função e propriedades logarítmicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH;</li> <li>Etapa da estação de tratamento de água: Correção do pH;</li> <li>Atividade laboratorial: Construção da escala de pH e pOH e determinação do pH da água.</li> </ul>
06 Tempo: 240 minutos	• Etapas de uma estação de tratamento de água (ETA).	• Visita a uma Estação de Tratamento de Água.

Fonte: Próprio autor (2019)

## 7.6 Aplicação da dequência didática

Os cinco módulos da sequência didática ocorreram aos sábados, no período da tarde, tendo início às 14 horas e como término às 18 horas. Em seguida, encontra-se o quadro demonstrativo do calendário de sua realização.

**Tabela 3** – Cronograma das datas dos módulos da sequência didática

DATA	MÓDULOS
17/08/2019	1- Apresentação da pesquisa de mestrado. Ciclo da água e estação de tratamento de água.
24/08/2019	2- Reações de oxidação – redução. Pré-cloração.
31/08/2019	3- Substâncias, misturas, desdobramento de misturas homogêneas e heterogêneas. Etapas de clarificação da água (coagulação, floculação, decantação e filtração).
14/09/2019	4- Estudos das soluções: unidades de concentração e diluição. Cloração e fluoretação da água.
21/09/2019	5- Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH. Correção do pH da água. Correção do pH da água.
28/09/2019	6- Visita à Estação de Tratamento de Água.

Fonte: Próprio autor (2019)

Nos encontros, foram utilizados diversos recursos metodológicos, os quais encontram-se relacionadas em seguida:

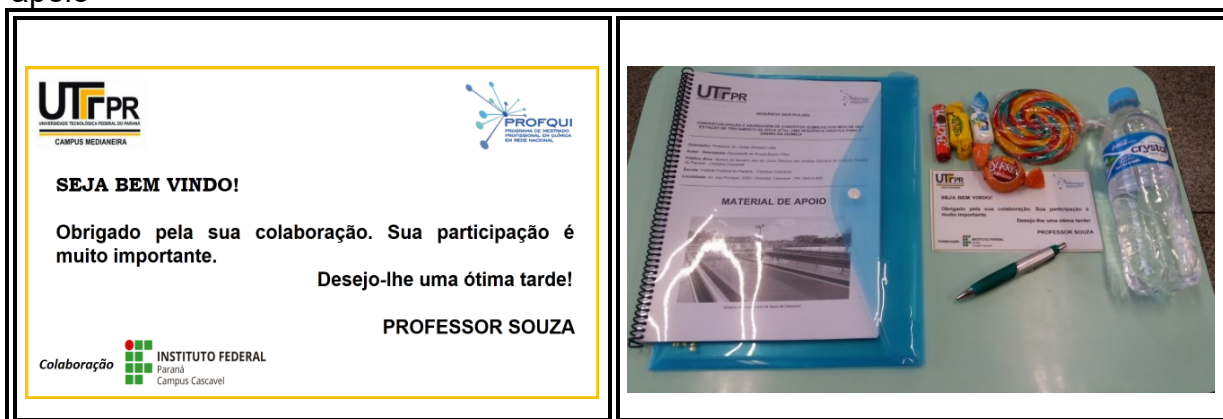
- I. Apresentação de vídeos temáticos;
- II. Leitura de materiais didáticos – livros, manuais e reportagens;
- III. Apresentações expositivas de aulas teóricas com a utilização do quadro branco e apresentação em PowerPoint pelo multimídia;
- IV. Realização de práticas laboratoriais no laboratório de química da Instituição;
- V. Debates;
- VI. Resolução de exercícios de fixação e de complementação de conteúdo;
- VII. Dinâmicas motivacionais com sorteios de coleções de livros de química e de diversos brindes.

É ressaltado ainda, pela própria escolha dos alunos, por questões pessoais e particulares, que o preenchimento dos questionários semiestruturados foram realizados durante intervalos específicos da sequência didática, sem o comprometimento das ações pedagógicas previstas.

#### 7.6.1 Desenvolvimento dos módulos da sequência didática

No primeiro módulo da sequência didática, os alunos foram recepcionados pelo pesquisador, o qual fez uso da palavra para as orientações sobre o andamento das atividades propostas. Em seguida, os alunos receberam o material “GUIA DIDÁTICO DE APOIO” (APÊNDICE G), o qual foi utilizado em todos os encontros durante a sequência didática.

### Fotografia 5 – Recepção dos alunos com a distribuição do material didático de apoio



Fonte: Próprio autor (2019)

Dando sequência aos trabalhos, os alunos tiveram uma apresentação dos seguintes vídeos temáticos relacionados ao recurso hídrico no planeta:

I. “ O Ciclo da Água”: <https://www.ana.gov.br/videos/o-ciclo-hidrologico;>

II. “Matéria de Capa – Água, escassez e soluções”;

III. “Estação de tratamento de água – como funciona”:

[http://estacaodetratamentodeagua.com.br/tratamento-quimico-da-agua/;](http://estacaodetratamentodeagua.com.br/tratamento-quimico-da-agua/)

### Fotografia 6 – Apresentação de vídeos temáticos



Fonte: Próprio autor (2019)

Com a apresentação do primeiro vídeo, “O Ciclo da Água”, os alunos fizeram uma revisão sobre o ciclo biogeoquímico da água, trabalhando em cima de conceitos de química, abrangendo noções sobre a classificação e transformação da matéria, contextualizados com as mudanças de estados físicos ocorridas com a água em seu ciclo biogeoquímico.



Ainda com a exibição do vídeo, os alunos receberam informações sobre a realidade quanto ao recurso da água em escala nacional e mundial. Ao fim dessa apresentação, foi dada a oportunidade aos alunos de fazerem uma discussão sobre o tema, lidando com os problemas e soluções, quanto ao uso e desperdício da água, mais precisamente em suas casas e também em sua cidade. Tal discussão ganhou uma motivação maior pela falta de chuva em Cascavel, a qual fez baixar o nível de água do cartão postal principal da cidade, o Lago Municipal, que, conseqüentemente, fez com que a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) determinasse o rodízio no abastecimento de água na cidade.

Na sequência das atividades, agora motivados e provocados pelo tema central – a falta de água em sua cidade –, foi repassado o vídeo “Estação de tratamento de água – como funciona”. Durante apresentação do vídeo, foi solicitado para que os alunos identificassem a utilização de recursos químicos, nas respectivas etapas no tratamento da água, associando-os aos conceitos químicos de seu componente curricular de Química Geral e Experimental de seu curso.

Após o término da apresentação do vídeo, foi realizado um debate discutindo os seguintes temas:

- A relevância do trabalho realizado em uma estação de tratamento de água, bem como o quanto se investe em estrutura, equipamentos e pesquisa, para tornar possível uma água potável de qualidade para o seu consumo.
- A falta de ideia e do descaso, do trabalho realizado em uma estação de tratamento de água, quando do desperdício indevido e irresponsável, do uso da água pela população.
- Captação, tratamento e reuso da água.

No segundo módulo da sequência didática, foi demonstrado, no início das atividades, a figura de um rio com sua água apresentando uma coloração que variava do tom do castanho alaranjado ao vermelho, e, em seguida, perguntou-se aos alunos se algum deles já tinha presenciado tal circunstância. Alguns, de imediato, responderam que sim, e acrescentaram que essa água tinha um cheiro desagradável e um sabor que lembrava gosto de metal.

**Figura 7** – Rio contendo alta concentração de íons metálicos



Fonte: Minilua

Em seguida, os alunos foram conduzidos para o laboratório de química da Instituição, para realizar um experimento, que compreendia a reação de oxidação do íon ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ ) da solução de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), pela solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), em meio ácido, utilizando, para esse fim, a solução aquosa concentrada de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), demonstrada em seguida:



No entanto, diante disso, ressalta-se que esse procedimento laboratorial foi executado apenas pelo autor desta pesquisa, e que os alunos ficaram somente na observação dos episódios desse procedimento. Dessa forma, evitou-se qualquer possibilidade de comprometer a saúde e a integridade de seus alunos. Porém, os alunos, nessa ocasião, já tinham conhecimento sobre normas, condutas e segurança em laboratório de química, adquiridos durante sua graduação, e portanto, todos foram convidados a utilizar seus equipamentos individuais de proteção.

O procedimento técnico laboratorial constava em colocar, em um tubo de ensaio de vidro, 5ml da solução aquosa de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) a 0,04 mol/L, em seguida, adicionar 3 gotas de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado. Após esses procedimentos, foram adicionadas 10 gotas, uma por uma, da solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) a 0,04 mol/L, agitando-se o tubo e depois deixando-o em repouso em uma estante de tubo de ensaio.

Durante esse procedimento, foi solicitado para os alunos que observassem atentamente e relatassem todos os eventos ocorridos. Na ocasião, os alunos relataram que, inicialmente, a solução do sulfato ferroso apresentava uma coloração do tom de verde bem claro ao tom de azul pálido, e, quando misturado com a solução de permanganato de potássio, de coloração violeta, resultou em uma mistura que inicialmente apresentou uma coloração castanho alaranjado, lembrando ligeiramente a coloração da água da figura apresentada anteriormente, e que, no decorrer do tempo, intensificou-se para a tonalidade de cor marrom chegando ao final do procedimento, com a formação de um sedimento no fundo do tubo de ensaio.

Mediante esses eventos observados, foi discutido, com os alunos, os eventos a nível de observação macroscópica, ou seja, organoléptica, quanto à mudança de coloração do sistema reacional e do aquecimento observado no vidro do tubo de ensaio, bem como os eventos ocorridos a nível atômico-molecular da reação, observados na reação escrita, os quais todos possibilitaram estrategicamente a discussão com os alunos referente aos conceitos de oxirredução, termoquímica e estequiometria das reações químicas.

### Fotografia 7 – Organização da prática e sua demonstração

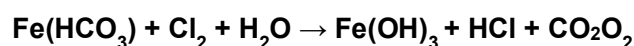


Fonte: Próprio autor (2019)

Dando sequência e finalizando as atividades desse módulo, foi solicitado para os alunos que fizessem o balanceamento da reação química da atividade laboratorial na forma de um mapa conceitual, bem como o exercício de contextualização do guia didático de apoio, que encontra-se representado na sequência.

**Figura 8 – Exercício envolvendo a etapa da pré-cloração de uma ETA**

A água no abastecimento de uma população requer padrões de qualidade. Logo, ela não deve apresentar aspectos, como por exemplo, odor, sabor e aparência desagradáveis, bem como, não deve conter substâncias químicas e microrganismos que sejam prejudiciais à saúde humana. Um dos parâmetros que pode tornar a água desagradável para o seu consumo é a presença considerável de íons metálicos como o  $\text{Fe}^{2+}$  e o  $\text{Mn}^{2+}$ , os quais uma vez oxidados ao entrarem em contato com o ar acabam se precipitando na forma de substâncias insolúveis, o que resulta no comprometimento do sabor, coloração e odor da água. Para retirada destes compostos constituídos por estes íons metálicos, utilizam-se vários métodos em estações de tratamento de água, como por exemplo: aeração, agentes oxidantes e conseqüentemente a retirada destes precipitados por meio de filtração ou na retenção em filtros adaptados com presença de carvão ativado. Um destes métodos convencionais de oxidação é representado pela reação química abaixo, faça o balanceamento da reação e indique quais são os agentes oxidante e redutor.



Fonte: Próprio autor (2019)

No terceiro módulo da sequência didática, os alunos foram convidados a deslocarem-se para o laboratório de química da Instituição, onde realizaram a prática laboratorial que envolveu o processo da clarificação da água, representada pelas etapas da coagulação, floculação, decantação e filtração de uma Estação de Tratamento de Água (ETA). Dessa forma, contextualizaram-se os conceitos químicos, quanto à classificação da matéria, constituindo sistemas homogêneos e heterogêneos, bem como os procedimentos a serem utilizados para a sua análise imediata, em seu desdobramento.

Para o seu desenvolvimento foi utilizado o ensaio do “Jar test”, uma atividade de laboratório frequentemente utilizada pelas estações de tratamento de água, em seus ensaios de floculação, em que se determina a concentração ideal dos agentes coagulantes, por exemplo, o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) e sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), bem como o pH ideal para a melhor ação do agente coagulante na clarificação da água.

**Fotografia 8** – Aparelho de Jar Test modelo 203 MILAN da Instituição

Fonte: Próprio autor (2019)

Os alunos pegaram um balde de plástico de limpeza geral do laboratório, colocaram uma pequena porção de terra e, logo em seguida, acrescentaram uma quantidade de água, simulando, portanto, uma água captada de um rio, para o seu tratamento na estação de tratamento de água. Em seguida, munidos da solução coagulante de sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) a 1%, já devidamente preparada anteriormente pelo próprio autor desta pesquisa, os alunos prepararam os jarros no aparelho, colocando 1 litro da água de simulação nos seis jarros, respectivamente. Em seguida, ligaram o aparelho do Jar Test, mantendo sob agitação branda os jarros, para permitir uma dispersão homogênea nas amostras. Em seguida, por meio da alavanca que contém os tubos de ensaio providos da solução de sulfato de alumínio a 1%, um aluno despejou os respectivos volumes, destacados na tabela a seguir, de forma simultânea para permitir dosagens diferentes do coagulante.

**Tabela 4** – Demonstração da concentração do agente coagulante no ensaio do Jar Test

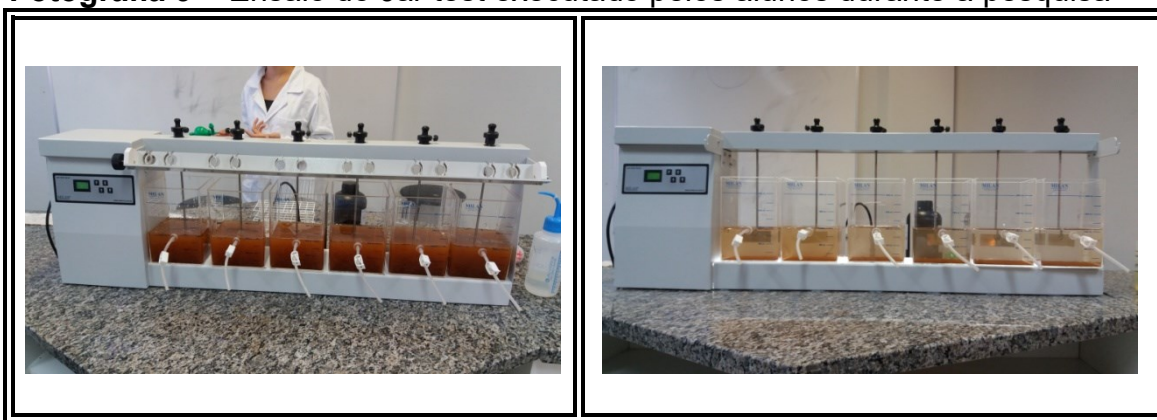
JARRO	1	2	3	4	5	6
VOLUME DA SOLUÇÃO COAGULANTE (mL)	1	2	3	4	5	6
CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO COAGULANTE (mg/L)	5	10	15	20	25	30

Fonte: Próprio autor (2019)

E deixaram por um minuto uma agitação vigorosa de velocidade de aproximadamente 100 rpm. Após 1 minuto de agitação vigorosa, reduziram a agitação dos jarros a uma velocidade de cerca de 30 rpm por aproximadamente

30 minutos. Após tal procedimento, os alunos desligaram o aparelho e aguardaram por volta de 15 a 20 minutos sem qualquer agitação para permitir a decantação dos flocos formados. Ao término da decantação, os alunos fizeram a interpretação dos resultados por comparação dos respectivos jarros, verificando qual dos jarros apresentou a menor turbidez na amostra analisada, o qual representou a dosagem mais apropriada para a clarificação da água que eles inicialmente tinham preparado para o ensaio.

**Fotografia 9** – Ensaio do Jar test executado pelos alunos durante a pesquisa



Fonte: Próprio autor (2019)

Como uma segunda opção para a verificação da prática da clarificação da água, foi solicitado para os alunos que fizessem os mesmos procedimentos, porém, sem a utilização do aparelho, onde os mesmos, ficaram responsáveis pela homogeneização dos frascos de Becker. Após, fizeram as leituras e as interpretações necessárias para a conclusão do ensaio.

**Fotografia 10** – Ensaio da clarificação da água pelos alunos



Fonte: Próprio autor (2019)

Para a finalização das atividades desse encontro, foi proposta a resolução da seguinte questão (ITAIPU BINACIONAL, 2017):

Considere que numa ETA foram realizados dois testes de jarros, para uma turbidez da água bruta de 15 UNT e uma concentração de alcalinidade igual a 50 mg/L expressa em CaCO<sub>3</sub>, com o objetivo de verificar o pH e a dosagem ótima para essa condição de operação. É importante frisar que, ao final do tratamento da água, a turbidez deverá ficar igual ou abaixo do que é estabelecido pela portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Os testes foram sequenciais e o tempo de agitação foi de 30 minutos para cada teste. Os dados obtidos estão expressos na tabela a seguir:

**Tabela 5 – Ensaio dos Jarros 1 e 2**

<b>Dados do Teste de Jarros 1 e 2</b>						
<b>Teste 1</b>						
<b>Jarros</b>	1	2	3	4	5	6
<b>pH</b>	5	5,5	6	6,5	7	7,5
<b>Concentração de sulfato de alumínio (mg/L)</b>	10	10	10	10	10	10
<b>Turbidez (NTU)</b>	11	7	5,5	5,7	8	13
<b>Teste 2</b>						
<b>Jarros</b>	1	2	3	4	5	6
<b>pH</b>	6	6	6	6	6	6
<b>Concentração de sulfato de alumínio (mg/L)</b>	5	7	10	12	15	20
<b>Turbidez (NTU)</b>	14	9,5	5	4,5	6	13

Fonte: ITAIPU BINACIONAL (2017)

Considerando os dados e resultados apresentados, assinale a alternativa correta.

- O pH ótimo é 5 e a dosagem ótima é de 12 mg/L.
- O pH ótimo é 5 e a dosagem ótima é de 12,5 mg/L.
- O pH ótimo é 6 e a dosagem ótima é de 10 mg/L.
- O pH ótimo é 6 e a dosagem ótima é de 12 mg/L.
- O pH ótimo é 6,5 e a dosagem ótima é de 10 mg/L.

No quarto momento da sequência didática, no desenvolvimento do conteúdo, estudo das soluções contextualizados com as etapas de cloração e fluretação de uma estação de tratamento de água, para o início das atividades, foram mostradas, para os alunos, várias embalagens de produtos comercializados em supermercado e nas farmácias, como: água oxigenada de 10 e de 20 volumes, álcool a 96° GL, álcool 46 INPM, soro fisiológico 0,9%, cloridrato de nafazolina 0,5 mg/mL, paracetamol 200 mg/mL, vinagre balsâmico de acidez máxima de 6%, entre outros produtos. Em seguida, foi solicitado aos alunos que fizessem uma discussão com relação às concentrações especificadas nas embalagens.

Após esse procedimento, foi realizada uma explanação teórica sobre as diversas formas de expressar as unidades de concentração de uma solução, bem como noções de diluição de soluções. Em seguida, solicitou-se que fosse realizada uma leitura da portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que estabelece os valores recomendados de cloro e de fluoretos ideais para o consumo humano. Na sequência, foram resolvidos vários exercícios de unidades de concentração, do guia didático de apoio.

Na sequência, os alunos foram levados para o laboratório de química da Instituição, e dosaram a concentração de cloro livre na água da torneira do laboratório, pelo Kit de teste de cloro e de pH.

Para a finalização das atividades, solicitou-se que os alunos resolvessem o seguinte exercício: “Sabe-se que tudo que consome o cloro de produtos comerciais, como por exemplo, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio, em uma piscina, inclusive os microrganismos e a matéria orgânica, constituem o que chamamos de demanda de cloro. O que sobra de cloro depois desta demanda é denominado de cloro residual livre. Para que a piscina possa estar em condições desejáveis para o seu uso é necessário que esteja com um teor de cloro residual livre em um intervalo compreendido entre 1 a 3 ppm, pois esta concentração garante e assegura a destruição contínua dos microrganismos. Levando-se em considerações o texto descrito, determine a quantidade respectivamente, necessária de hipoclorito de sódio (12% de teor de cloro) e de hipoclorito de cálcio (65% de teor de cloro), para atender as especificações de 3 ppm de cloro residual livre, em uma piscina de base retangular, de profundidade constante igual a 1,5



metros, com largura de 3 metros e de comprimento igual a 6 metros, levando-se em consideração o nível da lâmina d'água de 30 cm da borda da piscina.”

No quinto momento da sequência didática, no desenvolvimento do conteúdo equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH, contextualizado com a etapa da correção de pH da água, em uma estação de tratamento de água, as atividades iniciaram com o questionamento sobre o que deveria ser uma solução ácida, básica e neutra. Em seguida, foi feita uma explanação teórica e expositiva sobre equilíbrio químico voltado para o caráter ácido-base de uma solução. Na sequência, foi solicitado que os alunos fizessem uma leitura da portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, a qual recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. E, aproveitando-se dessa leitura, os alunos foram levados para o laboratório de química da Instituição, onde determinaram o pH de várias amostras de água de procedência doméstica e comercial, com o pHmetro digital modelo “mPA210 – MS TECNOPON”, para a verificação da conformidade do artigo 39 da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

Em seguida, os alunos retornaram para a sala de aula, onde resolveram vários exercícios de equilíbrio químico iônico e, para finalizar as atividades, foi solicitado que os alunos desenvolvessem um mapa conceitual sobre seu entendimento do que seria uma solução ácida, básica e neutra, atividade na qual foram corrigidas as distorções de conceitos apresentadas no início das atividades.

A execução do sexto módulo da sequência didática, uma visita à estação de tratamento de água (ETA) da cidade de Cascavel-PR, na rua João Berlando, bairro Alto Alegre, não pode ser desenvolvida, por sugestão dos próprios alunos. Na ocasião, os alunos estavam preocupados e se preparando para a realização das avaliações dos componentes curriculares de seu curso. No entanto, manifestaram grande interesse em realizar a visita em outra oportunidade, a qual, com certeza, seria muito profícua para o fechamento das atividades da sequência didática. Tal manifestação, por parte dos alunos, demonstrou o quanto o tema norteador da sequência didática significou ser um tema altamente relevante ao contextualizar os conceitos químicos de uma forma prática e significativa.

Para encerrar esse módulo, foi solicitado aos alunos que tivessem a oportunidade e voluntariedade, respeitando assim, suas atenções voltadas para

suas avaliações, que fizessem um mapa conceitual das etapas de uma estação de tratamento de água, indicando, para cada uma delas, os conceitos de química necessários para a sua execução.

**Fotografia 11** – Realização das aulas teóricas e práticas nos espaços físicos da Instituição



Fonte: Próprio autor (2019)

### 7.7 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada inicialmente por meio de dois questionários semiestruturados, aplicados de maneira individual, que tinham por objetivos conhecer o perfil sociocultural dos alunos (APÊNDICE D) e o seu grau de aprendizagem e de assimilação de conceitos químicos (APÊNDICE E). Com a utilização dos resultados obtidos, foi possível montar o planejamento e a organização de atividades subsequentes, objetivando investigar a contribuição didático-pedagógica de uma sequência didática.

Para a coleta dos dados das demais etapas da pesquisa, utilizou-se como instrumentos:

- 1- Registro de diário de campo dos episódios ocorridos nos módulos da sequência didática;
- 2- Fotografias e gravações de depoimentos dos alunos durante a aplicação da sequência didática;

3- Questionário semiestruturado, aplicado de maneira individual, que tinha por objetivo investigar a validação quanto à proposição e à contribuição da sequência didática, bem como a do guia didático de apoio (APÊNDICE H);

4- Dados referentes aos conceitos indicadores de aproveitamento de aprendizagem do componente curricular de Química Geral e Experimental, do terceiro bimestre, obtidos pelo Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da Instituição.

### **7.8 Tabulação dos dados da pesquisa**

Os resultados obtidos com os dados dos questionários e os dados do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) foram organizados em tabelas e gráficos, e o tratamento foi realizado com o auxílio de planilhas, do programa computacional Microsoft Office Excel®, não sendo necessária a utilização de outros programas computacionais.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio dos questionários semiestruturados, registros da dinâmica dos módulos da sequência e os conceitos de aproveitamento de aprendizagem do componente curricular de Química Geral e Experimental foram analisados e tabulados de forma quantitativa, porém, foram descritos na discussão da pesquisa de forma qualitativa. A discussão será descrita, obedecendo à temporalidade da investigação, que ocorreu da seguinte forma:

- Resultados do questionário do perfil sociocultural dos alunos;
- Resultado do questionário do grau de aprendizagem dos alunos;
- Resultados dos módulos da sequência didática;
- Resultados do questionário investigativo da proposição e validação da sequência didática;
- Resultado dos conceitos de aproveitamento do componente curricular de Química Geral e Experimental.

### 8.1 Resultado do questionário diagnóstico do perfil sociocultural dos alunos do 1º ano da Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná

Os alunos do 1º ano de Licenciatura em Química, após terem sido convidados e prestados os devidos esclarecimentos, pelo Termo de Esclarecimento da Pesquisa e seu Convite para a Participação (APÊNDICE B), assinaram o Termo de Consentimento de Participação da Pesquisa (APÊNDICE C). E, na sequência, os alunos responderam ao Questionário Diagnóstico do Perfil Sociocultural dos Alunos do 1º Ano da Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná (APÊNDICE D).

Com a análise desses questionários, buscou-se conhecer e traçar o perfil dos alunos do 1º ano de Licenciatura em Química, quanto às seguintes questões:

- Gênero;
- Nível de instrução;
- Qual período de trabalho;

- O Tempo que ficou afastado dos estudos;
- Os motivos que o levou a se afastar dos estudos;
- O que motivou a retornar aos estudos;
- Os motivos que o levaram a optar pela graduação em química;
- Qual o seu grau de dificuldade na aprendizagem de química;
- A que fatores atribui suas dificuldades em química;
- Se pretende exercer a atividade de docente em química.

Participaram e responderam ao questionário 22 alunos, sendo que, desses, 10 são do gênero feminino e 12 são do gênero masculino. No gráfico 7, encontra-se o nível de instrução desses alunos.

**Gráfico 7** – Nível de instrução dos participantes da pesquisa



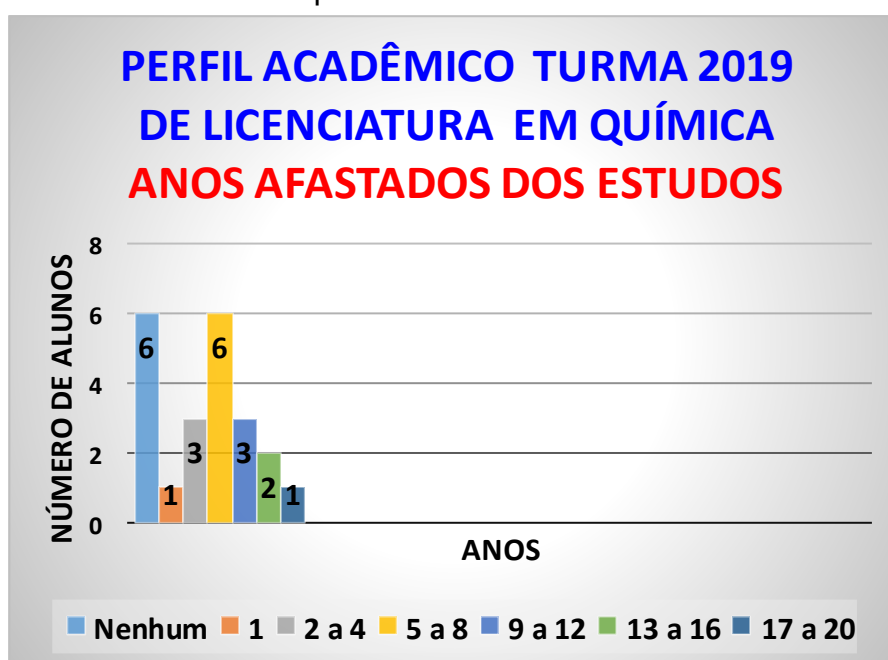
Fonte: Próprio autor (2019)

Desses 22 alunos, dezesseis trabalham e seis não relataram qualquer tipo de atividade profissional. Nesse contexto, observa-se, portanto, que praticamente 73% dos alunos não apresentam um período de tempo satisfatório para a realização de seus estudos, o que justifica o seu baixo rendimento no componente curricular de química geral e experimental. Essa situação vai de encontro com o posicionamento de Souza (1993), em creditar que, muitas vezes, as dificuldades dos alunos em sua aprendizagem estão associadas à falta de tempo, devido ao seu trabalho, e que lhes resta pouco tempo para se dedicarem aos estudos. Nesse sentido, faz-se necessário repensar estratégias que

possibilitem auxiliar essa categoria de alunos, pois essa realidade é muito presente e comprometedora na formação e na capacitação desses alunos.

No gráfico 8, considerando o fator de fixação de conteúdos e de conceitos adquiridos anteriormente à sua formação acadêmica, foi perguntado para os alunos há quanto tempo eles estavam afastados dos estudos.

**Gráfico 8** – Atividade profissional dos alunos



Fonte: Próprio autor (2019)

Considerando dois anos como o mínimo de afastamento dos estudos, praticamente 68% dos alunos encontram-se afastados de uma rotina de estudos, o que muito colabora como um fator para o seu esquecimento de conceitos e de conteúdo, bem como para a perda do ritmo de estudos, prejudicando ainda mais sua performance no aprendizado.

Nesse sentido, deve-se levar em consideração uma adaptação do aluno ao retornar em seu processo de ensino-aprendizagem. Segundo Almeida (2007), é nesse período que os alunos, na retomada de seus estudos, perceberam um novo ritmo de estudos, novos métodos, novas formas de aprender e de ser avaliado. Para Souza, Leite e Leite (2015), trata-se de uma nova fase, em que os alunos vivenciam exigências universitárias, verdadeiros obstáculos a serem superados. Portanto, cabe ao professor, nesse processo de retomada e de adaptação de

seus alunos, auxiliá-los no sentido de apresentar orientações quanto ao plano de ensino de seu componente curricular, sua metodologia de trabalho em sala de aula, formas de avaliação e, se possível, evitar de iniciar seu componente curricular sem fazer um diagnóstico prévio da realidade de informação e de instrução de seus alunos, o qual seria uma ferramenta muito interessante e necessária na escolha de suas estratégias e metodologias de ensino.

Procurou-se, nesse contexto, identificar os motivos pelos quais os alunos ficaram afastados de seus estudos, e foi evidenciado que o motivo maior estava atrelado ao trabalho, correspondendo a 45,45% dos entrevistados, seguido por motivos familiares, 9,09%, e os demais por falta de interesse próprio do aluno.

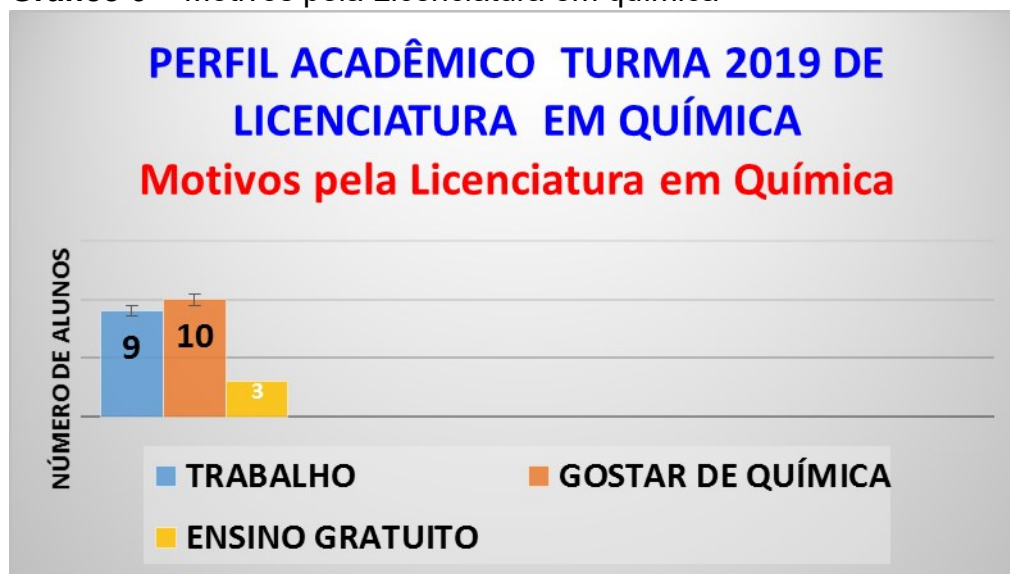
O trabalho, aqui, é mais uma vez inserido como um fator sociocultural relevante a ser associado aos problemas de aprendizagem nas Instituições de Ensino Superior. Porém, foi o mesmo motivo que fez com que 87,7% dos alunos entrevistados retomassem seus estudos por acreditarem em uma futura perspectiva de condições profissionais melhores, se comparadas aos de seu momento atual. Na sequência, apresentam-se alguns depoimentos de alunos que colaboram com essa circunstância:

1. “Oportunidade de progredir na carreira de servidor público”;
2. “Sonho em me formar e melhorar no mercado de trabalho”;
3. “Terminei a um ano atrás o EJA e meus filhos me apoiaram a voltar a estudar e também procurar ter uma condição melhor de emprego”;
4. “Com as condições de emprego do país, vi que professor sempre vai ter trabalho, sempre e vão precisar de um professor em qualquer área”;
5. “Mercado de trabalho ficou mais exigente”;
6. “O ganho de conhecimento traz estabilidade financeira”;
7. “Preciso fazer uma graduação”;
8. “Buscar o conhecimento para melhorar o meu perfil para o trabalho”;
9. “Buscar conhecimento e mudar de profissão”.

Essas circunstâncias foram observadas por Vianna, Aydos e Siqueira (1997), que destacam que os cursos noturnos têm sido uma alternativa muito viável para os alunos que trabalham. Conforme Tartuce *et al.* (2010), essa pode ser uma condição que está mudando o perfil do público que busca a docência. Trata-se de um público que não tinha inicialmente a intenção de se dedicar à

docência, porém, vê nela uma oportunidade de trabalho, situação que pode ser observada no gráfico a seguir.

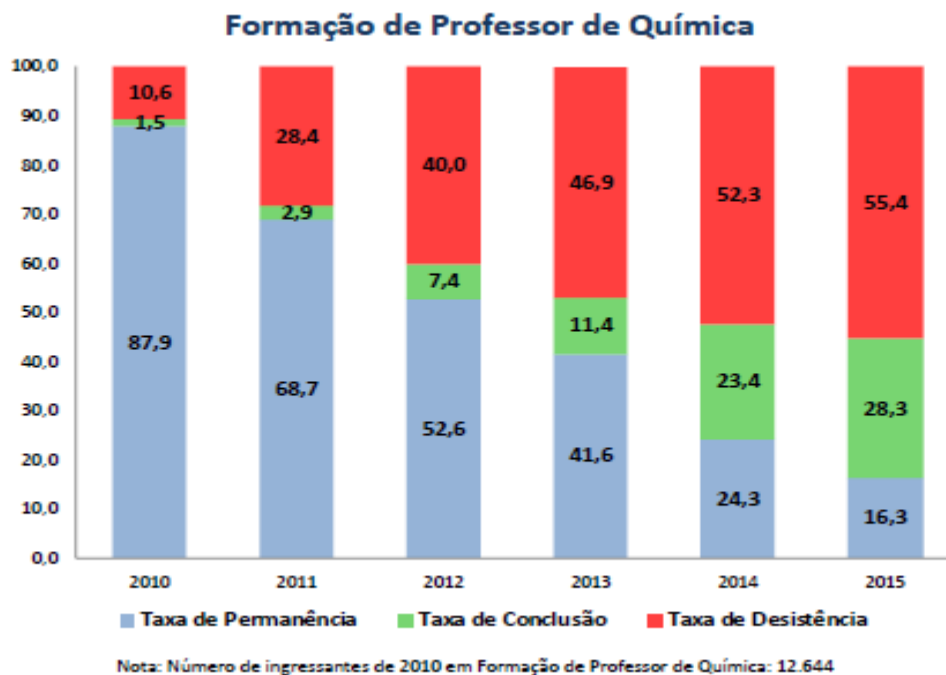
**Gráfico 9** – Motivos pela Licenciatura em química



Fonte: Próprio autor (2019)

Nesse gráfico, percebe-se que aproximadamente 54,5% dos alunos entrevistados não tinham um interesse consensual com a docência em química, o que acaba se tornando uma grande preocupação nesse sentido, pois, sendo sua escolha não consensual pela docência em química, corre-se o risco de o aluno não se identificar com o curso e apresentar muitas dificuldades em sua aprendizagem, levando-os a constantes retenções e ocasionando, no fim desse processo, sua evasão acadêmica. Esse é um quadro preocupante demonstrado no censo de 2018 do INEP, referente à evolução de indicadores de trajetória dos estudantes no curso ingresso no ensino superior da rede pública no Brasil no período entre 2010 a 2015, na formação de professores de Química.



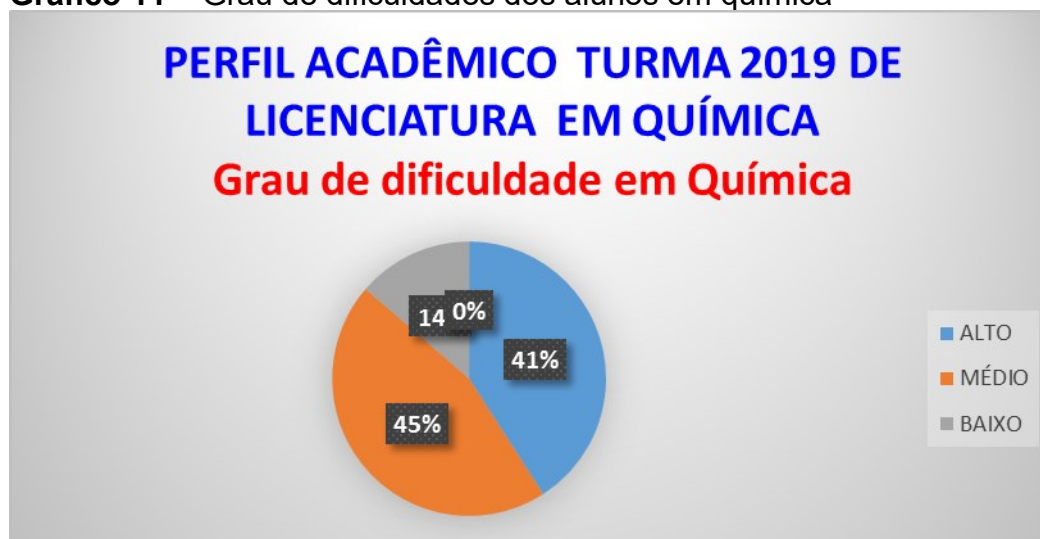
**Gráfico 10** – Formação de professores de química entre 2010 e 2015

Fonte: INEP (2018)

Nota-se, de maneira significativa, uma evolução preocupante, no período entre 2010 e 2015, da taxa de desistência dos estudantes quanto à formação acadêmica de professor em Química, chegando a 55,4% em 2015.

Outra contribuição importante que se buscava adquirir por meio do questionário do perfil acadêmico se refere ao grau de sua aprendizagem na química em sua formação acadêmica, bem como verificar os motivos que levariam a essa dificuldade.

Veja-se, na sequência, o que foi registrado:

**Gráfico 11** – Grau de dificuldades dos alunos em química

Fonte: Próprio autor (2019)

**Gráfico 12** – Fatores atribuídos em suas dificuldades em química

Fonte: Próprio autor (2019)

Analisando os gráficos anteriormente apresentados, nota-se que aproximadamente 86% dos alunos entrevistados apresentam dificuldades significativas (alta e média) em sua aprendizagem em química, e atribuiu-se a responsabilidade, em 73%, à falta de conhecimentos adquiridos no ensino básico. Essa situação é sinalizada por Saravali (2008), à qual chamava atenção ao afirmar sobre o caos das escolas, quanto à formação de seus alunos, que seriam evidenciadas no ensino superior pelos docentes. Zluhan e Raitz (2014, p. 18) concordam com esse ponto de vista, ao afirmar que se trata de um legado que o

aluno ao ingressar em seu ensino superior, leva consigo, todas as suas dificuldades de aprendizagem, referentes a dificuldades da leitura e da escrita, dificuldades na interpretação textual e no raciocínio lógico, bem como as dificuldades nas resoluções de cálculos básicos de matemática.

Essas circunstâncias foram observadas e comprovadas no questionário de avaliação diagnóstica de aprendizagem e assimilação de conteúdos de química (APÊNDICE E), que foi respondido por apenas 15 alunos, sendo que, dos sete alunos que não entregaram o questionário, quatro relataram que ficaram constrangidos e envergonhados pelo resultado adquirido.

Esse questionário era formado por quatro questões a nível de ensino básico, sendo que as três primeiras questões eram dissertativas e a quarta questão era objetiva, e todas abordavam conteúdos que seriam trabalhados futuramente pelo componente curricular de química geral e experimental, os quais encontram-se em destaque em seguida:

- 1° Questão: Reações de oxirredução – valorizando conceitos sobre oxidação, redução, agentes oxidante e redutor e balanceamento da reação, sendo contextualizados no processo de retirar manchas escuras de sulfeto de prata na superfície de talheres de prata pela folha de alumínio;
- 2° Questão: Separação ou desdobramento de misturas – em que se solicitava a melhor sequência de procedimentos que separariam areia, óleo, açúcar e sal de cozinha;
- 3° Questão: Soluções – cuja contextualização buscava determinar a massa necessária de sulfato de cobre para preparar um litro de uma solução de sulfato de cobre a 5%(v/v) para ser utilizada como uma solução fitossanitária das plantas no combate aos fungos;
- 4° Questão: Equilíbrio iônico – em que a contextualização compreendia identificar a concentração dos íons  $[H^+]$  e o pH no sangue em uma situação de esforço respiratório, obrigando a diminuição da concentração do gás carbônico.

Veja-se, na sequência, o registro e o resultado desse questionário, levando em conta, porém, os seguintes critérios:

1. Número de questões acertadas pelos alunos:

**Tabela 6** – Número de questões acertadas pelos alunos no questionário de avaliação do grau de aprendizagem

<b>NÚMERO DE QUESTÕES ACERTADAS</b>	<b>NÚMERO DE ALUNOS</b>
<b>0</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>0</b>

Fonte: Próprio autor (2019)

2. Grau de aprendizagem por número de questões acertadas:

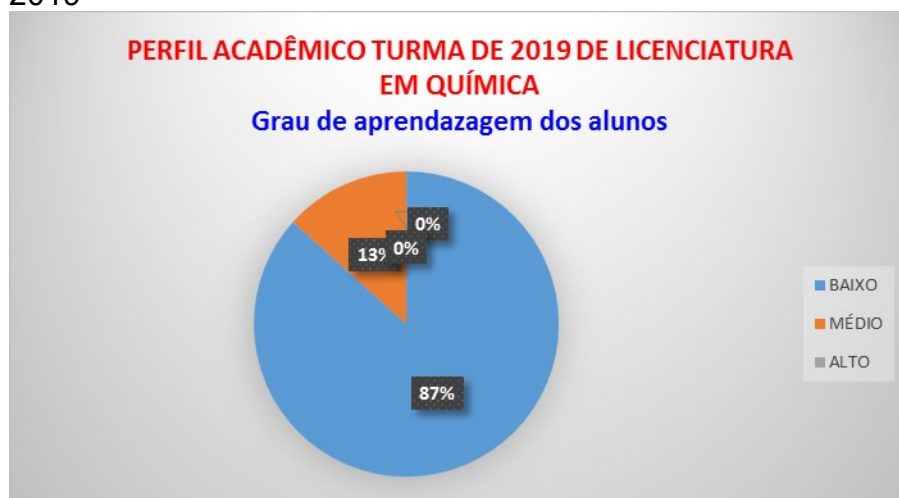
**Tabela 7** – Número de questões acertadas pelos alunos no questionário de avaliação do grau de aprendizagem e o grau de aprendizagem

<b>NÚMERO DE ACERTOS</b>	<b>GRAU DE APRENDIZAGEM</b>
<b>0 - 1</b>	<b>BAIXO</b>
<b>2 - 3</b>	<b>MÉDIO</b>
<b>4</b>	<b>ALTO</b>

Fonte: Próprio autor (2019)

Esses resultados levaram a uma interpretação percentual, demonstrada no gráfico a seguir:

**Gráfico 13** – Grau de aprendizagem dos alunos da licenciatura de química turma 2019



Fonte: Próprio autor (2019)

Nota-se que a performance dos alunos quanto ao número de acertos é extremamente baixa, o que leva a confirmar as proposições dos pesquisadores supracitados, justificando que o fraco grau de aprendizagem se deve à má formação básica anterior à graduação.

Esta pesquisa não teve o propósito e nem o interesse de discutir as questões políticas educacionais do ensino básico, porém, foram necessárias para que contribuíssem na interpretação das dificuldades que os alunos vinham apresentando, em acompanhar seus estudos no ensino superior. Cabe, portanto, neste momento oportuno, tratar de ações que possam resolver esse problema. Nesse sentido, sabendo, da existência desse déficit de aprendizagem por parte dos alunos, Borges e Alencar (2014) sugerem que sejam desenvolvidas ações didáticas mais eficazes para o ensino superior. Segundo Zluhan e Raitz (2014), é necessário que o ensino superior desenvolva programas de acompanhamento e formação desses jovens. E Jesus (2015) reforça a ideia, sugerindo que se realizem cursos iniciais que revisem/ensinem os conceitos fundamentais para esses alunos, e que eles sejam acompanhados pelos discentes de turmas mais avançadas de sua graduação. Nesse sentido, segundo Oliskovicz e Piva (2012), cabe ao professor diagnosticar as necessidades de seus alunos, para escolher suas estratégias e didáticas educacionais mais pertinentes a serem utilizadas em sala de aula na resolução desses problemas.

## 8.2 Resultados obtidos durante os módulos da sequência didática

Neste trabalho, foi realizada uma investigação e uma análise da possibilidade de utilizar uma sequência didática, abordando conceitos químicos por meio de uma metodologia ativa baseada na aprendizagem significativa e na aprendizagem baseada em resolução de problemas. A adoção dessa abordagem foi motivada pelo objetivo de proporcionar condições para que os alunos do 1º ano de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná, *campus* de Cascavel-PR, pudessem melhorar sua performance em seus estudos.

Essa proposição objetivou aproximar os conceitos químicos do contexto real dos alunos. Para isso, foi escolhido o tema central da sequência didática, “A Estação de Tratamento de Água”, pois, segundo Rocha e Vasconcelos (2016), existe a necessidade de que o ensino da química seja realizado de forma contextualizada, problematizada, que desenvolva e estimule o raciocínio dos alunos.

Porém, sabe-se que a realidade atual, em diversas salas de aulas, por vários motivos, não tem ocorrido dessa forma, e que, infelizmente, conforme apontam Rocha e Vasconcelos (2016), as aulas têm sido administradas ainda de maneira tradicional, descontextualizada e não interdisciplinar, e isso tem gerado o desinteresse pela química.

Para tanto, a investigação da proposição da sequência didática como uma didática ativa foi uma análise da estratégia epistêmica e pedagógica da construção de significados dos conceitos químicos para os alunos, e da perspectiva da aprendizagem por resolução de problemas. Sendo assim, na sequência, apresentam-se as observações e os dados obtidos, que proporcionaram os resultados e as discussões apresentadas neste trabalho.

No primeiro momento da sequência didática, com a apresentação dos vídeos, “O Ciclo da Água”, “Água, escassez e soluções” e “Estação de tratamento de água – como funciona”, gerou-se uma discussão, a qual foi ainda mais contextualizada pela falta de chuvas que ocorriam na cidade dos alunos, onde a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) chegou a determinar o rodízio no abastecimento de água na cidade. A discussão promoveu um debate sobre problemas e soluções quanto ao abastecimento de água na cidade, o seu

desperdício e a falta de conscientização e até mesmo a atitude criminosa por parte do comportamento de alguns moradores da cidade, quanto ao uso indevido e irresponsável da água.

Ainda nesse encontro, deve-se ressaltar um episódio bastante oportuno que ocorreu durante a apresentação do vídeo “Estação de tratamento de água – como funciona”, uma estratégia metodológica do professor, em que solicitou que seus alunos identificassem as aplicações químicas que ocorrem em cada etapa de uma estação de tratamento de água. Esse questionamento acabou resultando em um verdadeiro exercício de contextualização com os conceitos químicos, tornando-os mais significativos. Nesse sentido, a atividade acabou gerando uma reflexão, por parte dos alunos, sobre o quanto se investe em estrutura física e em pesquisa para adquirir uma água de qualidade para o consumo humano.

Acredita-se que esse encontro, por meio de depoimentos dos alunos, além de ter sido extremamente agradável, também foi motivador, pois proporcionou uma expectativa quanto à conexão progressiva das atividades a serem realizadas nos módulos da sequência, em sua continuidade e o interesse em participar nas próximas etapas. Dessa forma, atendeu-se à proposta de Machado e Cristovão (2006), de que uma sequência didática deve ser um conjunto de atividades progressivas, constituídas para facilitar a construção de novos conhecimentos, permitindo a continuidade com os outros momentos na sequência. E, no sentido epistemológico, pode-se verificar que o módulo usufruiu dos conhecimentos prévios dos alunos, gerando conflitos com novas realidades, o que, conseqüentemente, gerou uma reorganização cognitiva nos alunos. Isso representou a geração de novos conhecimentos e, a esse respeito, Cerqueira (2013) destaca que uma sequência didática deve privilegiar os conhecimentos prévios dos alunos e motivá-los a adquirir novos conceitos. No que tange à perspectiva da sequência, com a metodologia de aprendizagem por resolução de problemas, ela ficou muito evidenciada, por meio da procura por soluções para o problema central e organizador do conhecimento, a falta de água na cidade.

Ribeiro (2008) e Gomes, Brito e Varela (2016) acreditam que essa metodologia é uma didática ativa, que se estrutura fundamentalmente com base epistemológica construtivista e contextualizada. Para Gil *et al.* (2012), nesse contexto, ao acrescentar a metodologia por aprendizagem de resoluções, abre-se

o suporte à construção do conhecimento do aluno, em vez do que ocorre com o ensino tradicional – uma aprendizagem por transferência do conhecimento, do professor direto ao aluno.

Ressalta-se, ainda, que as discussões que ocorreram durante o encontro permitiram, ao pesquisador, traçar novas estratégias que poderiam atender às expectativas dos alunos. De acordo com Batista, Oliveira e Pilegi (2016), as sequências didáticas são propostas ricas para serem desenvolvidas em sala de aula pelos professores, pois oferecem a oportunidade, aos professores, de visualizarem o que ainda necessitaria ser trabalhado com seus alunos.

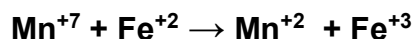
No segundo momento da sequência didática, procurou-se contextualizar, de forma significativa e problematizadora, os conceitos de oxirredução. O desenvolvimento desses conceitos, muitas vezes, não ocorre de maneira satisfatória em sala de aula, a partir do momento em que os alunos não conseguem compreender ou enxergar o assunto a nível atômico molecular.

O encontro iniciou com a apresentação de uma figura que representava um lago com sua água tendo uma coloração castanho avermelhada. E, quando perguntado aos alunos se algum deles já tinha presenciado tal fato, de imediato alguns confirmaram que sim e ainda acrescentaram que esse tipo de água tinha um odor desagradável e um sabor que lembrava gosto de metal. A partir dessas intervenções dos alunos, começou a contextualização do conteúdo.

Em seguida, os alunos observaram a reação de oxidação do sulfato ferroso, uma solução de coloração verde azulada pálida, pelo permanganato de potássio, solução de coloração vermelho violeta, em meio ácido, em um tubo de ensaio, em que os alunos puderam observar a formação de um sistema com uma coloração castanho avermelhada, a qual associaram com a coloração da água da figura apresentada no início do encontro.

Uma vez apresentada a reação química do experimento aos alunos, eles analisaram a reação escrita do procedimento laboratorial, e, por meio de seus conhecimentos prévios, ligações químicas e número de oxidação, concluíram que, ao adicionar o permanganato de potássio, o seu íon  $Mn^{+7}$ , transformou-se no íon  $Mn^{+2}$ , e que os íons  $Fe^{+2}$ , da solução de sulfato ferroso, transformaram-se nos íons  $Fe^{+3}$ , resultando o efeito organoléptico da reação química, a mudança da coloração do meio reacional. E representaram o episódio da seguinte maneira:





Os alunos então puderam concluir que se tratava de uma reação química com uma transferência de elétrons, em que, no processo,  $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ , significaria a redução do  $\text{Mn}^{+7}$  ao ganhar elétrons e que o processo do  $\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$  significaria a oxidação do  $\text{Fe}^{+2}$  ao perder elétrons. E, nesses processos, o aluno identificou qual seria o papel do íon  $\text{Mn}^{+7}$  como agente oxidante e o papel do íon  $\text{Fe}^{+2}$  como agente redutor na reação química, o que concretizou-se na observação a nível atômico molecular da reação química. Isso representou, para os alunos, um efeito extremamente prazeroso, pois, com certa independência, eles foram os responsáveis por reformular sua construção cognitiva por meio da interação conflituosa de seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos na busca de um entendimento e na resolução de um problema contextualizado em sua realidade cotidiana.

Nesse contexto, macroscópico quanto à coloração, os alunos associaram a coloração da água demonstrada inicialmente pela figura à coloração simulada durante a reação química, o que os levou a suspeitar de uma possível oxidação de determinado metal presente no leito desse rio.

Partindo-se dessa premissa, foi gerado um problema: “Como evitar ou solucionar tal problema, com a água desse rio, podendo ele ser um rio que serviria no abastecimento de água de uma cidade?”. A partir daí, os alunos, por meio de uma discussão e de seus conhecimentos prévios, iniciaram um processo de aprendizagem por resolução de problemas. Para Hmelo-Silver (2004), tal processo de aprendizagem encontra-se diretamente relacionado à motivação intrínseca do aluno, e naquele momento encontrava-se diretamente relacionada aos problemas e situações do interesse próprio do aluno. Na versão de Hung, Jonassen e Liu (2008), o principal objetivo do processo, agora, era estabelecer uma relação recíproca entre o problema e o conhecimento.

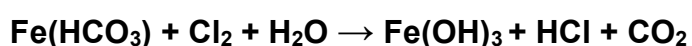
Nesse cenário da perspectiva da aprendizagem por resolução de problemas, em que o professor, agora tendo que ser um tutor de seus alunos, conforme Machado *et al.* (2018), tem o papel de ser um facilitador nesse processo de aprendizagem, e nesse sentido o professor, o próprio autor desta pesquisa,

fazendo uso dessa responsabilidade, apresentou um exercício, em que os alunos de imediato entenderam qual é o papel da etapa da pré-cloração de uma estação de tratamento de água: forçar a oxidação de íons metálicos da água, encontrados em uma concentração apreciável, levando-os a formarem um precipitado, o qual, em seguida, seria retirado por meio de métodos de filtração.

Na sequência, apresenta-se um exercício que articula bem esse propósito de tornar o conhecimento de oxirredução de forma mais significativa e contextualizada e com uma perspectiva de encontrar soluções para o problema.

“A água no abastecimento de uma população requer padrões de qualidade. Logo, ela não deve apresentar aspectos, como por exemplo, odor, sabor e aparência desagradáveis, bem como não deve conter substâncias químicas e microrganismos que sejam prejudiciais à saúde humana. Um dos parâmetros que pode tornar a água desagradável para o seu consumo é a presença considerável de íons metálicos, como o  $\text{Fe}^{2+}$  e o  $\text{Mn}^{2+}$ , os quais, uma vez oxidados ao entrarem em contato com o ar, acabam se precipitando na forma de substâncias insolúveis, o que resulta no comprometimento do sabor, coloração e odor da água.

Para retirada desses compostos constituídos por esses íons metálicos, utilizam-se vários métodos em estações de tratamento de água, como por exemplo: aeração, agentes oxidantes e conseqüentemente a retirada destes precipitados por meio de filtração ou na retenção em filtros adaptados com presença de carvão ativado. Um desses métodos convencionais de oxidação é representado pela reação química abaixo, faça o balanceamento da reação e indique quais são os agentes oxidante e redutor.”

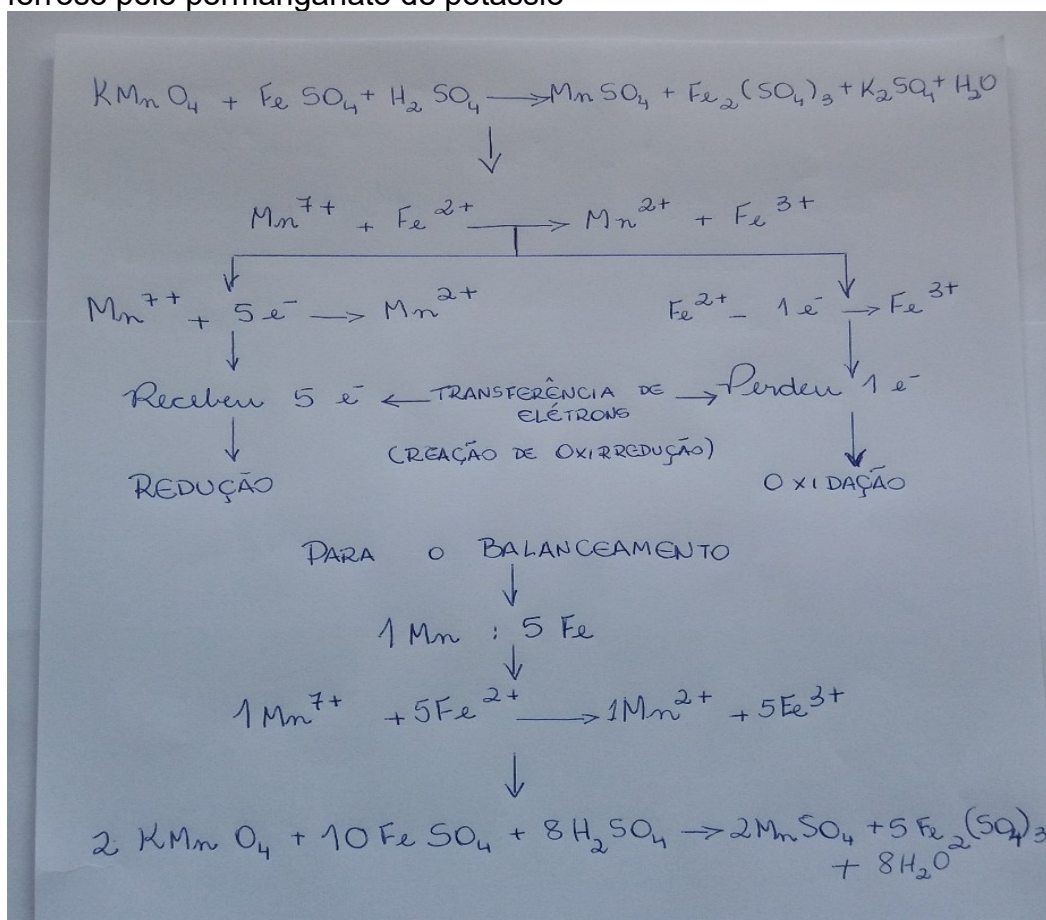


Dando sequência às atividades, solicitou-se aos alunos que fizessem o balanceamento da reação química do experimento, procurando fazer uma conexão com os conceitos de oxirredução, o que resultou em um mapa conceitual. Tal propósito objetivava evitar o que normalmente acontece em sala de aula, onde o aluno muitas vezes resolve determinado exercício de forma mecânica, sem associá-lo aos seus conceitos, perdendo, dessa forma, a

oportunidade de organização dos conceitos para o entendimento do conteúdo. E com o recurso do mapa conceitual, o aluno tem essa oportunidade, e acaba conseguindo ordenar e organizar a elaboração sequencial dos conceitos para que ocorra definitivamente o entendimento do conteúdo. É como se fosse um “quebra-cabeça”, em que precisa existir conexões entre as suas peças, as quais, comparativamente, seriam os conceitos isolados do conteúdo. Uma vez bem conectadas, no caso do quebra-cabeça, estabelece-se a imagem final que se pretendia e junto vem a realização de quem a constituiu. De igual forma, acontece quando se organizam os conceitos de um conteúdo, de uma forma bem articulada e organizada, respeitando sua temporariedade conceitual, será dado o momento em que o aluno construirá, definitivamente, sua aprendizagem do conteúdo, e com isso também virá junto a realização do aluno. Essa forma de condução de elaboração de aprendizagem vai de encontro ao que apontam Gil *et al.* (2012), ao afirmarem que um mapa conceitual é um meio didático autoexplicativo, que dá liberdade para os alunos elaborarem seus entendimentos sobre determinado conteúdo.

Em seguida, mostra-se o mapa conceitual que os alunos desenvolveram, associando-o ao balanceamento da reação química referente ao experimento da oxidação do sulfato ferroso pelo permanganato de potássio realizado no laboratório.

**Fotografia 12** – Mapa conceitual da reação química de oxidação do sulfato ferroso pelo permanganato de potássio



Fonte: Próprio autor (2019)

Para que os alunos pudessem se apropriar de mais conteúdos, solicitou-se que observassem algum evento percebido junto ao vidro do tubo de ensaio. Partindo do relato de alguns poucos alunos que, ao relatarem a impressão de terem sentido um leve e discreto aquecimento no tubo de ensaio, estrategicamente, passou-se a discutir conceitos de termoquímica. Dessa forma, enfatizaram-se, principalmente, as formas com que um meio reacional troca calor com sua vizinhança. Segundo os próprios alunos, tal procedimento foi extremamente enriquecedor.

E, ainda com esse propósito de se apropriar de mais conteúdos, foi solicitado aos alunos que observassem o que aconteceria se continuassem acrescentando mais a solução de permanganato de potássio no tubo de ensaio, e os alunos observaram que, em dado momento, a solução de permanganato de potássio não mais estava perdendo sua coloração característica, cor violeta, o

que levou a concluir a falta da presença de íons  $\text{Fe}^{+2}$  no meio reacional do processo. Partindo dessa circunstância, os alunos associaram tal evento aos conceitos de relações estequiométricas entre as substâncias reagentes em uma reação química. A partir dessa atividade, os alunos, conseqüentemente, perceberam a necessidade de se determinar com precisão as dosagens exatas dos íons metálicos responsáveis por tornar a água desagradável para o consumo, para que se possa determinar as quantidades necessárias dos reagentes utilizados na etapa da pré-cloração.

Nesse sentido, pôde-se observar muito bem que o questionamento quanto à continuidade da colocação do permanganato de potássio, gerando uma ideia de proporcionalidade entre os reagentes, pôde ser associado à resolução de um problema real de uma estação de tratamento de água, na busca de evitar excessos de reagentes a serem utilizados em suas etapas. Dessa forma, evitam-se transtornos quanto ao desperdício de material e principalmente problemas para a saúde da população.

**Fotografia 13** – Resultado da atividade da prática de reação da reação de oxidação do sulfato ferroso pelo permanganato de potássio



Fonte: Próprio autor (2019)

Nesse enquadramento geral do módulo 2 da sequência didática, fazendo a contextualização com a etapa da pré-cloração com o fenômeno da oxirredução, foi proporcionada uma aprendizagem significativa para os alunos e dada a oportunidade a eles, por meio da resolução de um problema, de obter uma água com padrões de potabilidade aceitáveis, aplicarem seus conhecimentos, tornando-os mais compreensíveis e aplicáveis. Esse encontro possibilitou

integralizar vários conceitos químicos, por exemplo, distribuição eletrônica, tabela periódica, ligação química, número de oxidação, oxidação e redução, agente oxidante e agente redutor, balanceamento de uma reação química pelo saldo de elétrons, noções de termoquímica, noções de estequiometria de uma reação e noções de nomenclatura das substâncias, consolidando o conteúdo principal em questão – reações de oxirredução.

No terceiro momento da sequência didática, ainda aproveitando a questão problematizadora com a dramatização da escassez de água na cidade de Cascavel, a qual resultou na redução do nível da água do cartão postal principal da cidade, o Lago Municipal, e, com essa redução, veio a formação de uma área extensa de assoreamento de terra contaminada com uma grande quantidade de lixo, constando garrafas pet, peças de automóvel, cadeiras de plásticos, tecidos, entre outros. Isso acabou gerando, na sala de aula, uma discussão entre os alunos de como seria trabalhosa a retirada desse lixo e dos resíduos em suspensão da água, na estação de tratamento de água da cidade.

**Fotografia 14** – Lago Municipal antes e depois da estiagem da chuva



Fonte: Prefeitura de Cascavel-PR e catve.com

Nesse sentido, foi iniciado um estímulo para se tratar das próximas etapas da estação de tratamento de água, que constituem a clarificação da água pela coagulação, floculação, decantação e filtração, as quais aproximaram seus procedimentos operacionais dos conceitos químicos dos alunos. Dessa forma, proporcionou-se uma aprendizagem contextualizada, significativa e com a perspectiva problematizadora de encontrar soluções para o assoreamento, a

poluição do Lago Municipal de Cascavel e a obtenção de uma água com potabilidade satisfatória para o consumo da população, aplicando os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Esse estímulo que vai de encontro ao que apontam Rocha e Vasconcelos (2016): para falar em educação química, é necessário falar de forma contextualizada e problematizadora, que estimule o raciocínio dos estudantes ao perceberem a importância socioeconômica da química numa sociedade tecnológica.

Com esse pretexto de atender a esse estímulo ao raciocínio, e aproveitando as estruturas físicas do laboratório de química da Instituição, o professor desenvolveu com os alunos a prática do ensaio do Jar Test, uma prática que representa um ensaio laboratorial muito presente nas estações de tratamento de água, que visa determinar o pH mais adequado e a quantidade ideal dos agentes coagulantes para a clarificação da água. Na ocasião, os alunos puderam aproximar seus conhecimentos prévios, conceitos de desdobramento ou separação da matéria, ancorando-os em uma situação totalmente real, um novo conhecimento necessário e indispensável para a resolução do problema em questão – a retirada dos resíduos em suspensão na água, promovendo sua clarificação.

Nesse universo, concretizou-se uma ponte de comunicação entre o que já sabia com o que ele deveria aprender. Para Moreira (1995), tal estratégia didática representa uma verdadeira e autêntica ponte cognitiva, unindo o que já se sabe com o que se vai aprender, eliminando, portanto, aquela expressão muito presente e indesejável, por parte de alguns alunos em sala de aula: “Por que aprender química se não irei nunca utilizá-la?”. Tal proposição é comentada por Cardoso e Colinviaux (2000), em seu artigo sobre a motivação de estudar química, em que relatam que é muito comum o aluno questionar os motivos de estudar a química, pois nem sempre o que se aprende será utilizado e aplicado em suas futuras profissões. Nesse sentido, o professor deve, sempre antes de iniciar determinado conteúdo, fazer uma orientação para o aluno, no sentido de que ele possa identificar o significado prático e real daquilo que ele aprenderá, caso contrário, muito pouco provavelmente o aluno tornará sua aprendizagem significativa.

No encerramento da atividade prática do ensaio do Jar Test, os alunos puderam valorizar seus conhecimentos pelo motivo de estarem utilizando-os em uma situação prática e real, o que resultou em uma imensa alegria e motivação por parte dos alunos. Nessa ocasião, o aluno A12 apontou que, caso ele fosse um dia professor, não teria provavelmente como realizar tal prática devido à falta de estruturas em sua futura e suposta escola. Nesse momento, como tutor de seus alunos, o professor ressaltou que, na prática da docência, deve-se praticar muito a criatividade, sugerindo para os alunos que, para a prática em questão, poderiam ser utilizados, para tal efeito, utensílios domésticos para a sua realização, apenas bastaria adquirir o agente coagulante em um estabelecimento comercial de revenda de produtos químicos. Em seguida, a prática da clarificação da água foi realizada novamente, porém, sem a utilização do equipamento do Jar Test, abrindo com isso a possibilidade da exploração da criatividade dos alunos.

Na sequência, os alunos ficaram diante de uma situação desafiadora: ao imaginarem eles sendo responsáveis pela parte laboratorial de uma estação de tratamento de água, na qual deveriam determinar o pH ideal e a dosagem mais apropriada do agente coagulante para a clarificação da água, foi proposto um exercício que apresentava uma tabela com diversos dados laboratoriais de dois ensaios de Jar Test, em que os alunos deveriam escolher o procedimento operacional mais apropriado, analisando os resultados, para ser utilizado na estação de tratamento de água. A partir dessa estratégia, o aluno aplicou muito bem sua perspectiva de aprendizagem por resolução de problemas.

Tal situação revelou-se uma forma de provocação na parte cognitiva do aluno: um conflito será gerado deverá ser resolvido, trazendo, assim, uma estabilização em sua estrutura cognitiva (ROLINSKI, 2010). Fossile (2010) sugere que o professor, como mediador desse processo, deve sempre realizar ações desafiadoras para o aluno, na colaboração do processo de ensino-aprendizagem.

Na ocasião, pôde-se observar o grande empenho e a preocupação por parte dos alunos, de resolverem esse desafio, em que foi possível aplicarem seus conhecimentos e desenvolverem novos conhecimentos valorizando a sua aprendizagem. Dessa forma, os alunos acabaram escolhendo o procedimento mais adequado, para o alívio e a satisfação do professor, pois não existe maior alegria na docência do que quando o professor atinge seus objetivos com a



realização de seus alunos. Sem sombra de dúvida, é algo totalmente compartilhado por todos os professores.

Nesse sentido, pôde-se verificar o quanto o ambiente e o diálogo colaborativo contribui para a aprendizagem, uma motivação observada por Steren e Molon (2009), ao afirmarem o quanto é importante o clima da sala de aula, da afinidade do docente com seus discentes, não dependendo unicamente do aluno ou do professor, mas fundamentalmente da relação interpessoal destes.

No quarto momento da sequência didática, as atividades iniciaram com a apresentação de várias embalagens de produtos obtidos do supermercado, como o vinagre, álcool de uso doméstico, água sanitária, entre outros, bem como a apresentação de embalagens farmacêuticas, como a acetona, soro fisiológico, água oxigenada, medicamentos etc., para que os alunos pudessem fazer uma interpretação quanto às várias formas de expressar as quantidades de determinado composto químico no produto. Essas formas representariam os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema em questão – unidades de concentração.

Nesse sentido, pôde-se observar que alguns produtos ofereceram mais dificuldades de compreensão por parte dos alunos, como foi o caso da água oxigenada de 10 e 20 volumes, e a do álcool, em que a concentração do etanol veio expressa de maneiras diferentes, ora em °GL, ora em °INPM. Na ocasião, foi possível observar também, com bastante frequência, as dificuldades que os alunos apresentaram nas conversões entre as unidades para que pudessem ficar mais próximas de sua compreensão.

Nesse cenário de muitas dificuldades conceituais de química e de matemática básica, observou-se, essencialmente nesse conteúdo de unidades de concentração, que a maioria dos alunos não consegue compreender o seu real significado, expressados nas embalagens de vários produtos domésticos de seu cotidiano. Isso se deve, principalmente, a uma aprendizagem totalmente mecânica, executada por meio da prática da memorização de fórmulas químicas, que, com o passar do tempo, acabam sendo esquecidas e comprometendo a aprendizagem.

Veja-se um exemplo desse cenário caótico de unidades de concentração, em que os alunos participantes desta pesquisa puderam demonstrar seus

conhecimentos sobre o tema, na preparação da calda de bordalesa, que foi cobrada na questão de número “3” no questionário de avaliação do grau de aprendizagem, questão em que, assustadoramente, quase 87% dos alunos erraram por falta de entendimento real e significativo da unidade de concentração. Dessa maneira, comprova-se a grande distorção que ocorre na relação de aprender o significado teórico com o significado prático na aplicação em seu cotidiano. Sobre essa situação, Arroio *et al.* (2006) sinalizam que aulas administradas de maneira somente teórica, por memorização de conceitos e que não estejam diretamente ligados ao cotidiano dos alunos acabam, conseqüentemente, resultando em situações que levam a concepções distorcidas da ciência.

Partindo dessa realidade, o professor, notando essas distorções nas concepções do entendimento quanto ao significado real das concentrações expressadas nos produtos apresentados no início das atividades, dedicou-se a fazer uma explanação expositiva teórica sobre o assunto e, a partir do momento em que o professor sentiu certa aproximação dos alunos pelo conteúdo, solicitou que fizessem uma leitura da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que estabelece os valores recomendados de cloro e de fluoretos ideais para o consumo humano. Notou-se, a partir dessa leitura contextualizada com o tema, um melhor entendimento por parte dos alunos.

Aproveitando esse cenário, o professor solicitou que os alunos, com o uso do estojo de Kit para determinação do teor de cloro e de pH, determinassem o teor de cloro da água da torneira do laboratório, cuja origem é a rede de distribuição da SANEPAR, e eles constataram que a referida água encontrava-se dentro das especificações segundo a legislação vigente. Isso caracterizou definitivamente, por parte dos alunos, uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de unidades de concentração.

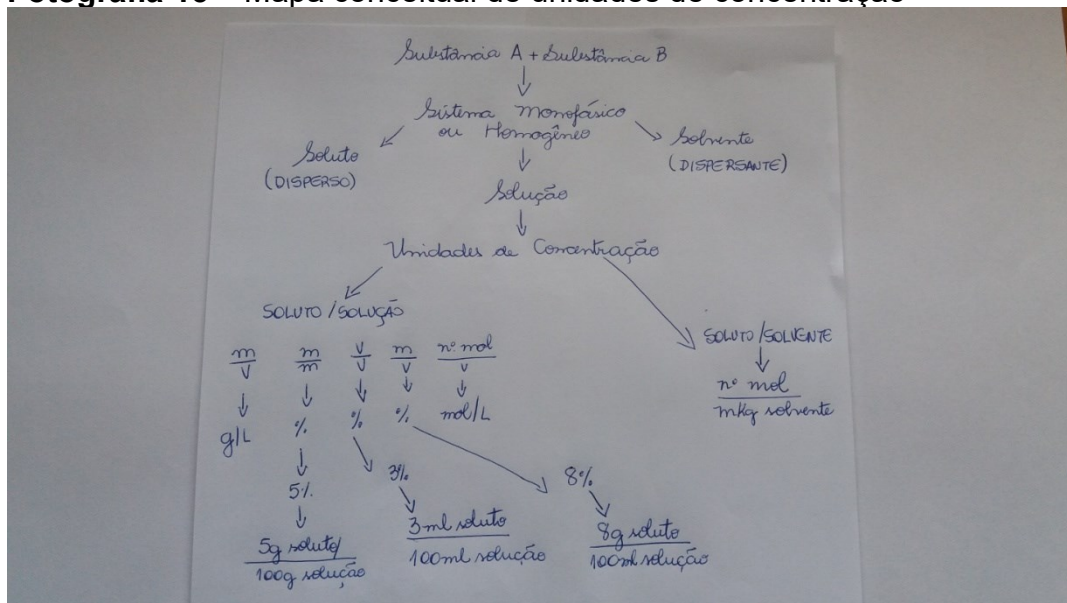
Procurando criar um problema para os alunos, em que procurariam soluções utilizando seus conhecimentos sobre o tema unidades de concentração, o professor solicitou uma atividade em que os alunos deveriam determinar a massa necessária de dois produtos comerciais, respectivamente hipoclorito de sódio (12% de teor de cloro) e hipoclorito de cálcio (65% de teor de cloro), para fazer a cloração de uma piscina de base retangular, cujas dimensões eram de

profundidade constante igual a 1,5 metros, com largura de 3 metros e de comprimento igual a 6 metros, com o nível da lâmina d'água de 30 cm da borda da piscina, atendendo às especificações desejáveis de 1 a 3 ppm de cloro livre.

Depois de várias discussões entre os alunos, em que o professor apenas seguiu observando e não interferindo no processo de aprendizagem, os alunos, com sucesso, determinaram o que se pedia. Nota-se, assim, que, ao receberem uma responsabilidade, criou-se nos alunos uma motivação e, quando aplicaram seus conhecimentos sobre o assunto, de uma forma prática, acabaram consolidando a sua aprendizagem por meio de uma resolução de um problema – determinar a massa necessária dos produtos químicos para tratar a água da piscina. Trata-se, portanto, de uma estratégia dinâmica, a qual permite a possibilidade do aluno de interagir seus conhecimentos com uma realidade cotidiana. Souza e Dourado (2015) veem, nessa prática de aprendizagem por resolução de problemas, uma grande vantagem em motivar os alunos de uma forma dinâmica, em que se busca aprender interagindo com a realidade dos problemas, com os resultados obtidos nesse processo. De acordo com Moreira e Masini (1982), quando uma nova informação não interage com uma informação armazenada da estrutura cognitiva do aluno, com o novo conhecimento adquirido, a informação fica armazenada de forma aleatória, o que acaba se tornando uma aprendizagem mecânica, ou seja, uma aprendizagem por memorização, a qual acabará caindo no esquecimento.

Deve-se destacar, nessa atividade, que o professor por meio do exercício que procurava determinar as massas dos produtos comerciais para tratar a piscina, utilizou uma estratégia indispensável e muito recomendada, a interdisciplinaridade, que ocorreu muito bem articulada com a química e a matemática. Borges *et al.* (2014) acreditam que essa metodologia de aprendizagem por resoluções de problemas oferecerá aos alunos vantagens na oportunidade de realizar a interdisciplinaridade, proporcionando uma aprendizagem significativa e contextual, contrapondo-se ao ensino tradicional.

Para encerrar as atividades, o professor solicitou que os alunos montassem um mapa conceitual sobre unidades de concentração, e, de uma forma coletiva, eles acabaram constituindo o seguinte:

**Fotografia 15** – Mapa conceitual de unidades de concentração

Fonte: Próprio autor (2019)

Nesse enquadramento geral do módulo da sequência, nota-se que o professor fez uso de várias estratégias para diagnosticar as dificuldades de seus alunos pelo tema, bem como, em seguida, valendo-se dessas dificuldades, o professor passou a determinar várias ações e estratégias para serem aplicadas em sua aula. Dessa forma, uma vez o professor previamente sabendo de determinado assunto que apresente maior dificuldade de aprendizagem para o seu aluno, recomenda-se que procure conhecer a realidade desses alunos, saber o que eles fazem, onde eles trabalham, por exemplo, para que o professor possa desenvolver seu conteúdo aproximando-o às atividades presente no dia a dia desses alunos, pois essa abordagem, acredita-se, favorece a sua aprendizagem. Oliskovicz e Piva (2012) destacam que, diante de tal prática, cabe aos professores diagnosticarem as necessidades e as expectativas de seus alunos, escolherem didáticas e estratégias de ensino pertinentes a serem utilizadas em sala de aula. O professor, portanto, deve evitar de entrar em sua sala de aula e iniciar de imediato seu conteúdo, sem ter qualquer preocupação de verificar a real situação de seus alunos. Deve lembrar que está diante de um público com realidades diferentes, uma turma heterogênea de conhecimentos prévios e de construções cognitivas diferentes. Deve, portanto, promover ações que possam

nivelar os conhecimentos dos alunos e depois prosseguir em seu desenvolvimento.

No quinto momento da sequência didática, os trabalhos iniciaram logo com um questionamento. O professor perguntou para os alunos qual seria o seu entendimento sobre uma solução ácida e básica. Apresenta-se, na sequência, o depoimento de dois alunos, os quais basicamente retrataram o que a grande maioria dos alunos na ocasião acreditavam ser uma solução ácida e uma solução básica:

A10 – “Uma solução ácida é uma solução que tem ácido e uma solução básica é uma solução que tem base.”

A13 – “Uma solução ácida é aquela que tem os íons  $H^+$  e uma solução básica é a que tem os íons  $OH^-$ .”

Verifica-se que a grande maioria dos alunos apresentaram uma visão não muito concreta quanto ao questionamento, que dá a nítida impressão de que, na concepção dos alunos, para que uma solução apresente um caráter ácido, ela deveria apresentar exclusivamente íons  $H^+$ , e para a solução de caráter básico, a solução deveria apresentar exclusivamente íons  $OH^-$ . Essa é uma concepção muito presente em sala de aula pelos alunos.

Partindo desses conceitos, em seguida o professor perguntou: “Então o que seria uma solução neutra, seria uma solução que não teria a presença dos íons  $H^+$  e nem dos íons  $OH^-$ ? Ou seria uma solução que teria a quantidade dos íons  $H^+$  iguais a quantidade dos íons  $OH^-$ ?” Nesse momento, somente o aluno A13 contribuiu acenando que a solução seria neutra quando as quantidades dos íons  $H^+$  e dos íons  $OH^-$  fossem iguais na solução. Com isso, iniciou-se uma discussão entre os alunos sobre a questão, na qual mais tarde todos compactaram com a mesma ideia – solução neutra é uma solução que apresenta na mesma proporção os íons  $H^+$  e  $OH^-$ . Dessa forma, o professor voltou a questionar, nesse contexto: se uma mesma solução pode apresentar ambos os íons, o que poderia ser uma solução de caráter ácido e uma solução de caráter básico? E os alunos responderam, nessa nova perspectiva, que a solução ácida é aquela em que a concentração do íon  $H^+$  é maior que a concentração do íon  $OH^-$ ,

e uma solução de caráter básico é uma solução em que a concentração do íon  $\text{OH}^-$  é maior que a concentração do íon  $\text{H}^+$ .

Nota-se, com essa estratégia, que, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos, mesmo apresentando distorções conceituais, o professor promoveu um conflito entre os alunos, com a perspectiva de uma nova realidade. A partir da reformulação dos conhecimentos prévios, os alunos adquiriram um novo conhecimento, porém, agora um conhecimento mais estruturado. Sobre essa estratégia, Rolinski (2010) comenta que, a partir de uma formatação dos conhecimentos prévios dos alunos, o conhecimento torna-se agora um conhecimento significativo, o qual resultará na estabilização da estrutura cognitiva dos alunos.

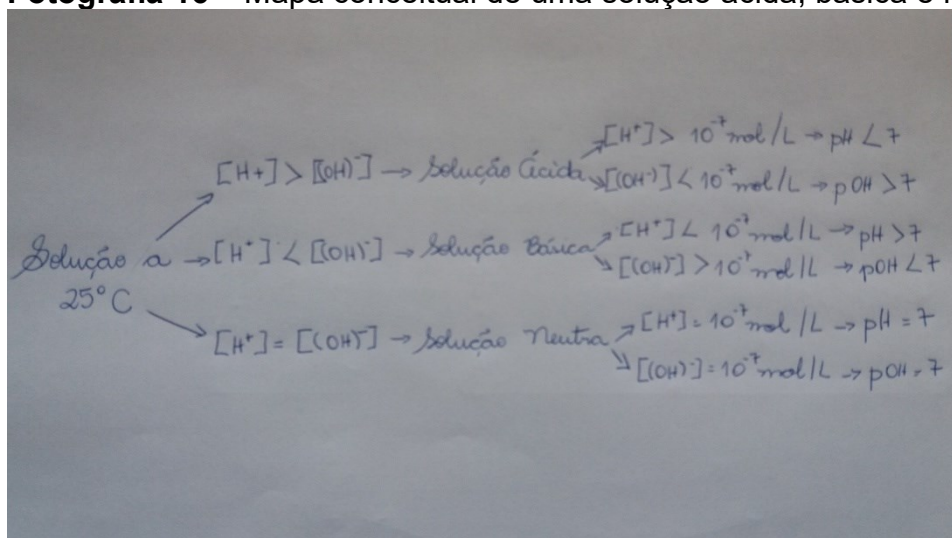
Percebendo certa dificuldade gerada pelo tema no entendimento dos alunos, o professor então prosseguiu com as atividades, reforçando os conceitos em equilíbrio químico iônico, por meio de uma explanação expositiva teórica. E, para contextualizar sua importância e com o tema norteador da sequência didática, o professor solicitou que os alunos fizessem uma leitura do artigo 39 da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, o qual recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Apropriando-se dessa leitura, os alunos dirigiram-se para o laboratório, onde determinaram o pH, no pHmetro, de várias amostras de água de marcas comerciais diferentes e do uso doméstico, para a verificação da conformidade da lei vigente. Tal atividade mostrou-se bastante motivadora para os alunos, pois essa prática laboratorial permitiu que os alunos estivessem em um ambiente diferente da sala de aula, tendo em vista que o laboratório, por si só, já é uma motivação. Guimarães (2009) observa que uma aprendizagem por meio dos experimentos possibilita a criação de problemas reais, no caso em questão, se as amostras de água analisadas estavam de acordo com as recomendações do Ministério da Saúde, permitindo fazer contextualizações na estimulação do aluno pela investigação, sendo, portanto, um enfrentamento em sua estrutura cognitiva.

Ntyonga-Pono (2006) comenta que, nesse processo de investigação e suas descobertas, em uma aprendizagem significativa, não se pode separar a aprendizagem teórica da aprendizagem prática. Nesse contexto, o professor deve

ter o cuidado de escolher muito bem suas práticas laboratoriais. Elas devem estar em um entendimento com os conteúdos teóricos, conectados, um completando o outro. Caso contrário, corre-se o risco de o aluno valorizar apenas uma das ações, ou, o que é pior, nenhuma delas. Isso torna praticamente impossível a contextualização do conteúdo e sua aprendizagem de maneira prática e significativa.

Na sequência, os alunos passaram a resolver vários exercícios sobre o tema, e observou-se que a resolução passou de mecânica para uma resolução significativa. E, para encerrar as atividades, o professor solicitou que os alunos fizessem um mapa conceitual sobre o tema, o qual é apresentado na sequência.

**Fotografia 16** – Mapa conceitual de uma solução ácida, básica e neutra



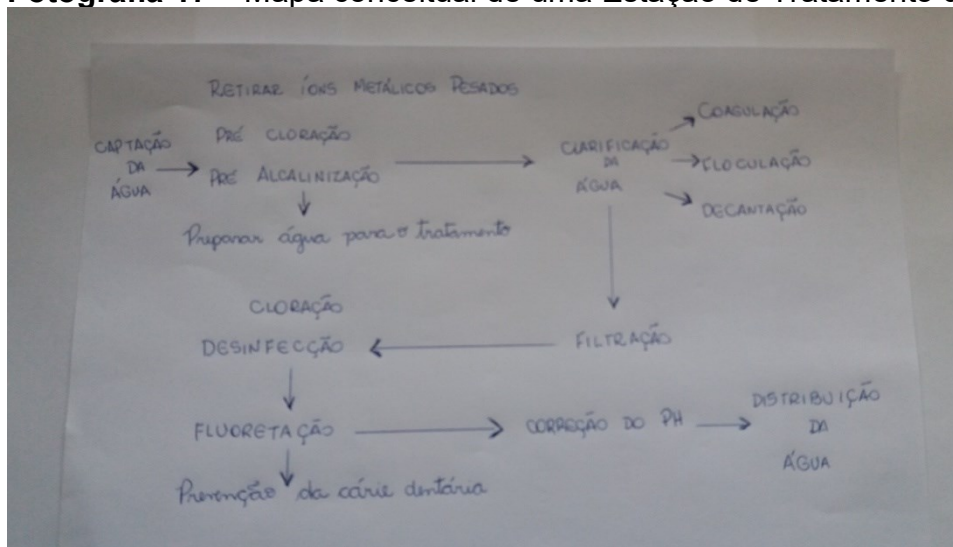
Fonte: Próprio autor (2019)

No sexto encontro da sequência didática, o último encontro realizado, conforme indicações de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), é nesse encontro que o aluno deverá evidenciar seus conhecimentos adquiridos, dando a oportunidade, ao professor, de verificar os progressos alcançados pelos seus alunos. Dessa forma, e não podendo ser diferente, essa sequência didática seria encerrada propositalmente com uma visita à estação de tratamento água, onde o aluno colocaria todos os seus conhecimentos adquiridos em prática, fazendo uma contextualização significativa, um verdadeiro “Feedback”, na verificação da aprendizagem do aluno. Porém, por solicitação dos próprios alunos participantes

da pesquisa, devido às avaliações de seus componentes curriculares da graduação, a visita acabou não acontecendo.

Assim, solicitou-se que os alunos fizessem um mapa conceitual das etapas de uma estação de tratamento de água, o qual é apresentado em seguida.

**Fotografia 17** – Mapa conceitual de uma Estação de Tratamento de Água



Fonte: Próprio autor (2019)

### 8.3 Resultados obtidos pelo questionário da pesquisa quanto à proposição e validação da sequência didática

Para avaliar a proposição e validação da sequência didática, os alunos contribuíram da seguinte forma:

#### 8.3.1 Proposição da sequência didática

Quanto à proposição da sequência didática, seguem os depoimentos dos alunos ao responderem à seguinte pergunta: “Você acha que seja possível utilizar esta forma de didática ativa, através de uma sequência didática contextualizada com vários conceitos químicos para a integração de conteúdos para os alunos que iniciam sua graduação em química?”



A1 – “Sim é possível, adorei aprender como dar aula. Anotei todas as dicas de metodologia, e acredito que esta proposta é muito boa para nós futuros professores em utilizar.”

A2 – “Penso que seja possível pois através desse processo o professor pode construir a aprendizagem do aluno, mesmo utilizando o que ele sabe do conteúdo.”

A3 – “Acredito que seja possível é uma metodologia muito interessante.”

A4 – “Claro que é possível, foi muito proveitoso.”

A5 – “Com certeza. Pois tem muito assunto que em sala de aula eu não tinha entendido, e através dessa metodologia os assunto ficaram mais claros.”

A6 – “Muitos alunos desistem do curso por deficiência das matérias adquiridas no ensino médio, isso é muito importante, pois irá facilitar na aprendizagem, mas teria que ter flexibilização de horários.”

A7 – “Sem qualquer dúvida. É possível. Pois é bem fácil para os alunos entenderem bem a matéria, pois o contexto é muito bem explicado.”

A8 – “Sim é possível. Eu pelo menos pude aprender e rever muitos conceitos que eu já tinha esquecido e muitos que eu não tinha aprendido.”

A9 – “Sim é possível, pois a sequência didática permite a melhor compreensão dos conteúdos por associar a teoria com a realidade e a prática do laboratório.”

A10 – “Sim, pois é muito interessante, porque fica mais fácil o entendimento do assunto.”

A12 – “O aluno traz conceitos pré-formulados em sua vivência com a química, podendo consolidar ou reformular suas experiências passadas. Com isso estimulando para o conhecimento.”

A13 – “Essa sequência faz uma retomada de vários conteúdos, assim alunos que estão há muito tempo fora da sala de aula e até mesmo os que apresentam déficit de aprendizagem serão nivelados e a turma terá um melhor rendimento na aprendizagem da graduação. A formação será significativa e mais aprofundada.”

A14 – “Sim porque ajuda muito os alunos que chegam na graduação sem nenhum preparo, com muito pouco conhecimento em química e essa SD ajuda muito na melhor compreensão das matérias de química.”

A15 – “Sim acho possível, pois a SD foi muito bem conduzida e permitiu uma melhora na compreensão dos conteúdos de química com a associação com a realidade. Assim, acredito que usando esta metodologia eu irei realizar um ótimo trabalho de educador.”

A16 – “Sim, pois é muito eficiente e satisfatória. Pois é possível dar sequência ao conteúdo aplicando a prática também.”

A17 – “Para o aluno que está muito tempo sem estudar, iniciar a química com uma sequência didática facilita, pois aborda a teoria com a prática, facilitando seu conhecimento.”

A18 – “Com toda certeza! Quando se contextualiza os conceitos de química com situações como o ETA com uma SD ativa gera maior interesse dos alunos pelo tema facilitando assim a aprendizagem. Achei muito interessante, pois justamente por

relacionar muitos conteúdos abordados na sala de aula com a pesquisa da estação de tratamento de água.”

A19 – “Sim, pois a proposta é muito boa, e ajuda muito na aprendizagem dos alunos.”

A20 – “Penso que sim, pois vai ajudar muito na compreensão dos alunos, ela facilita o aprendizado.”

Nota-se pelos depoimentos dos alunos, que a sequência didática serviu para revisar os conteúdos por eles já esquecidos, bem como foi uma forma de aprender novos conteúdos, sendo portanto uma ferramenta necessária para recolocar os alunos ingressantes ao contexto de seus estudos em sua graduação e conseqüentemente melhorar sua performance em seus estudos.

### 8.3.2 Validação da sequência didática

Quanto à validação da sequência didática, segue uma tabela que representa o percentual do número total de alunos participantes da pesquisa, que atribuíram os conceitos “ÓTIMO”, “BOM”, “REGULAR” e “RUIM” para vários parâmetros indicadores didáticos da sequência didática.

**Tabela 8** – Conceitos avaliativos da validação da sequência didática

TEMA AVALIADO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
TEMA NORTEADOR	80%	20%	-	-
APRESENTAÇÃO GERAL	80%	20%	-	-
CLAREZA DA LINGUAGEM	100%	-	-	-
CLAREZA NOS CONCEITOS	90%	10%	-	-
ATIVIDADES TEÓRICAS	70%	30%	-	-
ATIVIDADES LABORATORIAIS	90%	10%	-	-
CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	80%	20%	-	-

Fonte: Próprio autor (2019)

Observa-se que, entre os valores em destaque na tabela, o valor referente ao tema avaliado “ATIVIDADES TEÓRICAS”, ficou abaixo da média simples, 84,28%, para o conceito “ÓTIMO”, devido a setenta por cento dos alunos participantes da pesquisa acenarem que o tempo dedicado para a resolução das atividades teóricas foi pouco, em função do tempo maior destinado às atividades de prática laboratoriais. Cerqueira (2013) já observava, sobre essas situações referentes ao planejamento de uma sequência didática, ao comentar que, no

planejamento da sequência didática, deve-se levar em consideração os procedimentos que possibilitem melhores condições aos alunos de encontrar a solução para algum problema de determinada atividade na sequência didática. Portanto, nesse sentido, observa-se, que seria o caso de fazer uma melhor distribuição do tempo para as atividades teóricas e práticas, ou dividir o encontro em duas seções, permitindo assim o desenvolvimento tranquilo e adequado para ambas as atividades, sem que uma comprometesse a outra.

#### 8.4 Resultados obtidos pelo questionário da pesquisa quanto ao guia didático de apoio

Quanto à avaliação do material de apoio “GUIA DIDÁTICO DE APOIO”, segue um quadro que representa o percentual do número total de alunos participantes da pesquisa, que atribuíram os conceitos “ÓTIMO”, “BOM”, “REGULAR” e “RUIM” para vários parâmetros indicadores de qualidade pedagógica do material.

**Tabela 9** – Conceitos avaliativos do guia didático de apoio

TEMA AVALIADO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
ASPECTO GERAL	100%	-	-	-
CLAREZA DA LINGUAGEM	90%	10%	-	-
CLAREZA NOS CONCEITOS	100%	-	-	-
RECURSOS DIDÁTICOS	90%	10%	-	-
RELAÇÃO TEORIA PRÁTICA	90%	10%	-	-
CONTEXTUALIZAÇÃO QUÍMICA	100%	-	-	-

Fonte: Próprio autor (2019)

Diante desse enquadramento avaliativo da qualidade do material de apoio (APÊNDICE G), acredita-se que o material atendeu às expectativas dos alunos em sua grande maioria nas intervenções nos módulos da sequência didática de uma forma organizada e sistemática, pois essa organização vai de encontro com que postula Cabral (2017), ao afirmar que esse modelo de sequência didática exige do professor uma condição de planejamento e de sistematização na produção de um material de apoio escrito, o qual servirá para a condução da aprendizagem dos alunos em uma sequência didática.

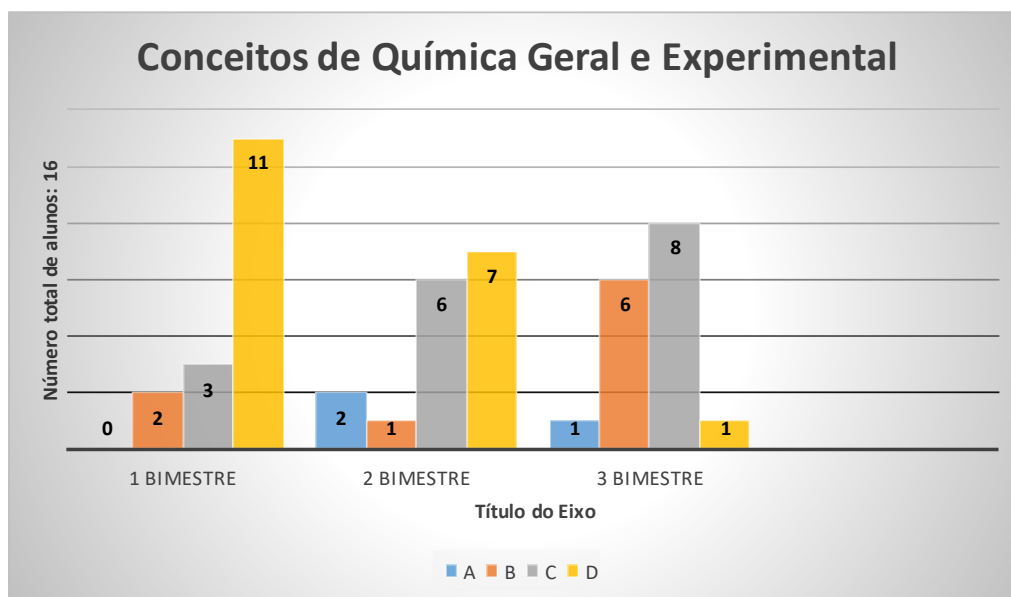
### **8.5 Avaliação do rendimento e da performance de estudos dos alunos**

Para que a pesquisa pudesse responder ao questionamento inicial apontado neste trabalho, seria interessante não só basear-se apenas nos depoimentos dos alunos e de seus conceitos atribuídos para a proposição e validação da sequência didática, mas também basear-se em um indicativo de produtividade e de contribuição da sequência didática na performance de estudos dos alunos. Esse parâmetro demonstrou o rendimento dos alunos participantes da pesquisa, após sua participação no desenvolvimento da sequência didática –, os conceitos de aproveitamento de aprendizagem do componente curricular de Química Geral e Experimental adquiridos pelos alunos no terceiro bimestre.

Nessa etapa de conclusão avaliativa, consideraram-se os conceitos de apenas 16 estudantes entre os 22 que iniciaram a pesquisa, pois esses 16 alunos foram os mesmos que participaram de todas as etapas da sequência didática, tornando-se, portanto, alunos com maior confiabilidade para os resultados finais da pesquisa.

Nesse sentido, demonstra-se, na sequência, o gráfico que apresenta os conceitos obtidos nos três primeiros bimestres de Química Geral e Experimental pelos 16 alunos de Licenciatura em Química, turma 2019, participantes da pesquisa.

**Gráfico 14** – Conceitos de Química Geral e Experimental dos três bimestres de 2019



Fonte: Próprio autor (2019)

Observa-se que, no decorrer do ano, os dois primeiros bimestres, que ocorreram antes da aplicação da sequência didática, comparados ao terceiro bimestre, que ocorreu após a aplicação da sequência didática, houve uma evolução quanto à melhora dos conceitos dos alunos no aproveitamento de aprendizagem no componente curricular.

Tal evolução, segundo depoimentos dos alunos, deve-se à contribuição de várias atividades que ocorreram durante o desenvolvimento da sequência didática, proporcionando um melhor embasamento nos conceitos de química que foram trabalhados no terceiro bimestre subsequente.

## 9 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa não pretendeu encerrar e nem limitar as discussões quanto ao uso de metodologias ativas, aqui representadas pela sequência didática, no ensino superior. Mas pretendeu-se sinalizar que é possível e recomendável apropriar-se desse recurso pedagógico para auxiliar na aprendizagem dos alunos no ensino superior. Servindo, portanto, como um parâmetro aos demais professores, que vivenciam os mesmos problemas e para que possam utilizá-la, podendo modificá-la e adequá-la conforme as necessidades de seus alunos, bem como as condições estruturais e físicas de seu estabelecimento de ensino.

A análise do desenvolvimento da sequência didática demonstrou possibilidades favoráveis quanto aos seus objetivos. Essas possibilidades foram comprovadas por meio da contextualização do tema norteador da sequência, Estação de Tratamento de Água, em que foi possível aproximar os alunos aos conceitos químicos, sendo articulados pela resolução de problemas com diversas experimentações laboratoriais, o que possibilitou uma reorganização de conhecimentos novos nas estruturas cognitivas dos alunos.

Seria ousado concluir e afirmar que todos os alunos participantes tenham adquirido aprendizagem significativa de todos os conceitos químicos trabalhados durante a sequência didática. Porém, é concreto afirmar que houve uma contribuição significativa na melhora do rendimento em seus estudos, comprovado pelos conceitos de aproveitamento de aprendizagem do componente curricular no terceiro bimestre, o qual foi subsequente à aplicação da sequência didática, mostrando, portanto, que essa metodologia é passível para esse fim.

Nesse sentido, observa-se a grande importância do papel do professor na formação de seus alunos, conhecendo suas realidades e limitações, procurando sempre a busca da melhor estratégia de ensino, da melhor maneira de aproximar seus alunos aos conceitos químicos de forma mais significativa e contextualizada com seu cotidiano, tornando possível cada vez mais um ensino aplicável em suas vidas.

Porém, o professor não deve, simbolicamente, ser considerado uma luz no final do túnel para seus alunos. Mas deveria ser, pelo menos, aquele profissional que acenderia a luz da consciência de seus alunos, uma consciência que lhes

desperta o desejo de querer e de fazer o melhor para suas vidas: a independência da ignorância e a liberdade famigerada da mediocridade humana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. S. Transição, adaptação acadêmica e êxito escolar no ensino superior. **Revista galego-portuguesa de Psicoloxía e Educación**, Braga, v. 15, n. 2, p. 203-215, 2007.
- ANDIFES, A.; ABRUEM, A.; SESU/MEC, S. Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas: resumo do relatório apresentado a ANDIFES, ABRUEM e SESu/MEC pela Comissão Especial. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 1, n. 2, 2011.
- ANTUNES, C. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. Campinas: Ed. Papyrus, 2005.
- ARAÚJO, D. L. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza, ano 3, v. 3, n. 1, p. 322-334, jan./jul. 2013.
- ARROIO, A. *et al.* O show da química: motivando o interesse científico. **Revista Química Nova na Escola**, São Carlos, v. 29, n. 1, p. 173-178, 2006.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARBOSA, N. G. C.; ARAÚJO, A. F.; FONSECA, M. G. A evasão no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba. *In*: Congresso Nacional de Educação, 4., 2017, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa, 2017.
- BARROS, E. M. S. *et al.* Metodologias ativas no ensino superior. *In*: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 15., 2018, Resende. **Anais [...]**. Resende: AEDB, out.-nov. 2018.
- BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. *In*: WILKERSON, L.; GILSELAERS, H. (Eds.). **Bringing problem-based learning to higher education**: theory and practice. San Francisco: Jossey-Bass Inc., 1996. p. 3-11.
- BATISTA, R. C.; OLIVEIRA, J. E.; RODRIGUES, S. F. P. Sequência didática – ponderações teórico-metodológicas. *In*: ENDIPE, 18., 2016, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: UFMT, ago. 2016. p. 5380-5385.
- BEGO, A. M.; ALVES, M.; GIORDAN, M. O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do Processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, jul./set. 2019.



BELO, T. N.; LEITE, L. B. P.; MEOTTI, P. R. M. As dificuldades de aprendizagem de química: um estudo feito com alunos da Universidade Federal do Amazonas. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2019.

BERBEL, N. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface — Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, n. 2, 1998.

BORGES, M. C. *et al.* Aprendizado baseado em problemas. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 301-307, 2014.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**, ano 03, n. 04, p. 119-143, jul./ago. 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN)**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. **Lei da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 29 dez. 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 1.074, de 30 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre a autorização de funcionamento das unidades que integram a estrutura organizacional dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Nº 253, quarta-feira, 31 dez. 2014.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2017**: Divulgação dos principais resultados. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação e Tecnologia (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BULGRAEN, V. C. O Papel do Professor e sua Mediação nos Processos de Elaboração do Conhecimento. **Revista Conteúdo**, Capivari, v. 1, n. 4, p. 30-38, ago. 2010.

CABRAL, N. F. **Sequências didáticas**: estrutura e elaboração. 1. ed. Belém: SBEM / SBEM-PA, 2017.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**, n. 23, p. 401-404, mar. 2000.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CERQUEIRA, D. S. Estratégias didáticas para o ensino da Matemática. **Nova Escola**, set. 2013.

COHEN, M. Alunos no centro do conhecimento. **Revista Educação – Ensino Superior**. Abr. 2017.

CORREIA, T. S. **Insucesso escolar no ensino superior**. Estudo de caso: os alunos de licenciatura que se dirigem ao núcleo de aconselhamento psicológico do Instituto Superior Técnico. 2003. 154 p. Tese (Doutorado em Sociologia) – Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2003.

CUNHA, A. M.; TUNES, E.; SILVA, R. R. Evasão do curso de Química da universidade de Brasília: A interpretação do aluno evadido. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 262-280, 2001.

DAITX, A. C.; LOGUERCIO, R. Q.; STRACK, R. Evasão e Retenção Escolar no Curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da UFRGS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 153-178, 2016.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. *In*: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. (Orgs.). **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

FERREIRA, C. A.; SILVA, L. A. O Professor como Agente Causador de Mudanças. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 02, ed. 01, v. 13, p. 37-46, jan. 2017.

FERRARI, R. F.; CANCI, A. Investigação Psicopedagógica das Dificuldades de Aprendizagem no Ensino Superior. **Revista de Ciências Humanas**, v. 6, n. 7, 2005.

FERREIRA, N. C. *et al.* Pesquisas que Utilizaram Resolução de Problemas no Ensino Superior no Brasil: Aspectos e Perspectiva. *In*: Encontro Goiano de Educação Matemática, 6., 2017, Urutaí. **Anais [...]**. Urutaí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2017. p. 255-267.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R.; BARBOSA, R. M. N. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química*, 14., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2008.

FOGUEL, D.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2018. 216 p.

FONSECA, J. J. S.; FONSECA, S. **Didática Geral**. Instituto Superior de Teologia Aplicada. Sobral, 2016.

FOSSILE, D. K. Construtivismo versus sociointeracionismo: uma introdução às teorias cognitivas. **Revista Alpha**, Patos de Minas, v. 11, p. 105-117, ago. 2010.

GATTI, B. A. Formação de Professores no Brasil: Características e Problemas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out.-dez. 2010.

GEMIGNANI, E. Y. M. Y. Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão. **Revista Fronteiras da Educação**. Recife, v. 1, n. 2, 2012.

GENGHINI, E. B. O Ensino Superior no Brasil: fatores que interferem no rendimento escolar e a visão dos alunos sobre suas dificuldades de aprendizagem. **Revista da Educação**, v. 1, n. 1, p. 18-30, 2006.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, E. S. *et al.* Estratégias de Ensino e Motivação de Estudantes no Ensino Superior. **Vita et Sanitas**, Trindade, n. 6, jan.-dez. 2012.

GOLOMBEK, D. A. **Aprender e ensinar ciências**: do laboratório à sala de aula (e vice-versa). Trad. Eloisa Cerdan. 2. ed. São Paulo: Sangari do Brasil: Fundação Santillana, 2009.

GOMES, R. M.; BRITO, E.; VARELA, A. Intervenção na Formação no Ensino Superior: A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). **Interacções**, n. 42, p. 44-57, 2016.

GOMES, W. G. B.; MENDES, A. N. F.; CALEFI, R. M. A utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas para o Ensino de Química Inorgânica num curso de Licenciatura em Química. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química*, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2016.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **Delta**, v. 32, n. 1, p. 119-141, 2016.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: what and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

HUNG, W.; JONASSEN, D. H.; LIU, R. Problem-Based Learning. *In*: SPECTOR, J. M. *et al.* (Eds.). **Handbook of research on educational communications and technology**. Mahwah: Erlbaum, 2008. p. 485-506.

IFPR. **Portaria nº 120 de 06 de agosto de 2009**. Estabelece os critérios de ensino aprendizagem no IFPR. 2009.

INEP. **Estatísticas dos professores no Brasil**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2. ed. Brasília: Inep, 2004. 46 p.

JESUS, F. A. Em Busca de Soluções para Evitar a Evasão nos Cursos de Exatas da Universidade Federal de Sergipe: Relatos de uma Proposta da Química. **Debates em Educação**, Maceió, v. 7, n. 15, p. 33-55, jul./dez. 2015.

KOVICZ, K. O.; DAL PIVA, C. As Estratégias Didáticas no Ensino Superior: quando é o momento certo para se usar as estratégias didáticas no ensino superior? **Revista Educação**, v. 15, n. 19, p. 111-127, 2012.

KIOURANIS, N. M. M.; SOUZA, A. R.; SANTIN, F. O. Alguns aspectos da transposição de uma sequência didática sobre o comportamento de partículas e ondas. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 199-224, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química**. Centro de Investigação em Educação do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2005. p. 1752-1768.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora**: novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo: Cortez, 1998.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2006.

LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. A Metodologia de Resolução de Problemas: Uma Experiência para o Estudo das Ligações Químicas. **Química Nova**, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2018.

LIMA, E. S. Do indivíduo e do aprender: Algumas considerações a partir da perspectiva sócio-interacionista. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 12, p.14-20, dez. 1990.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 136, p. 95-101, set. 2012.

LIMA, D. F. A Importância da Sequência Didática como Metodologia no Ensino da Disciplina de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, Uberaba, v. 11, n. 1, p. 151-162, jan.-abr. 2018.

LOPES, A. P. C.; REIS, F. S. Vamos viajar? – uma abordagem da Aprendizagem baseada em Problemas no Cálculo Diferencial e Integral com alunos de Engenharia. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 16, n. 23, p. 449-469, set.-dez. 2019.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas**: aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. 198 p.

LOUZANO, P. *et al.* Quem quer ser professor? Atratividade, seleção e formação docente no Brasil. **Estudos em Avaliação Educacionais**, São Paulo, v. 21, n. 47, p. 543-568, set.-dez. 2010.

MACHADO, A. R.; CRISTOVÃO, V. L. L. A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. **Revista Linguagem em (Dis)curso**. Tubarão, v. 6, n. 3, p. 547-573, set.-dez. 2006.

MACHADO, L. B. *et al.* Metodologias ativas associadas ao uso de tecnologias no âmbito educacional: produções científicas de enfermagem uma revisão integrativa de literatura. **Educação & Linguagem**, v. 21, n. 2, p. 59-82, jul.-dez. 2018.

MACHADO, G. **Paradigmas escolares** - Processos Conceituais da Educação. Ariquemes, 2013.

MARCELINO, V.; SILVA, P. G. S. **Metodologias para o ensino**: teoria e exemplos de sequências didáticas. Organização: Campos dos Goytacazes, RJ: Brasil Multicultural, 2018.

MASETTO, M. T. Inovação Curricular no Ensino Superior. **Revista e-curriculum**, São Paulo, v. 7, n. 2, ago. 2011.

MEC. PCN+: **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

MEZOMO, J. C. **Educação e qualidade total**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

MIRANDA, A. L. **Da natureza da tecnologia**: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna. 2002. 161 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), 2002.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. 2. ed. Campinas: Papirus, 2007. 174 p.

MORENO JUNIOR, M. A.; REIS, M. J.; CALEFI, P. S. Concepções de professores de biologia, física e química sobre a aprendizagem baseada em problemas (ABP). *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas** [...]. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagens**. São Paulo: EPU, 1995.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa a Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias Ativas de Ensino aprendizagem: Revisão Integrativa. **SANARE**, Sobral, v. 15, n. 02, p. 145-153, jun.-dez. 2016.

NATEL, M. C.; TARCIA, R. M. L.; SIGULEM, D. A aprendizagem humana: cada pessoa com seu estilo. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 30, n. 92, p. 142-148, 2013.

NTYONGA-PONO, M. P. Problem-based learning at the Faculty of Medicine of the Université de Montréal: a situated cognition perspective. **Medical Education**, v. 11, n. 21, p. 1-13, 2006.

OLIVEIRA, J. C.; CUENCA, M. E. A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e a (Re)Significação de Conceitos Químicos. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2016.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PASTORIZA, B. S. *et al.* Um objeto de aprendizagem para o ensino da Química Geral. **Novas Tecnologias de Educação**, v. 5, n. 2, dez. 2007.

PAZ, R. A.; BARBOSA, E. A.; AZEVEDO, L. G. Evasão e repetência: o caso do curso de licenciatura em química da UEPB. *In*: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 20., 2005, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

PELIZZARI, A. *et al.* Teoria de aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2001-2002.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. *In*: Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade, 6., 2012, São Cristóvão. **Anais** [...]. São Cristóvão, 2012.

PINTO, J. **Psicologia da aprendizagem**: Concepções, teorias e processos. 4. ed. Stória Editores, 2003.

PINTO, J. M. R. O acesso à educação superior no Brasil. **Educação & Sociedade**, v. 25, n. 88, p. 727-756, 2004.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior [online]. São Carlos: EdUFSCAr, 2008.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2016.

ROLINSKI, L. **Caderno temático**: O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense - Produção didático-pedagógica. SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO SUPERINTENDÊNCIA DE EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL – PDE. Volume 2. Paraná, 2010.

SANTOS, L.; RODRIGUES, S. F. N.; SUDBRACK, E. M. Estratégias Didáticas no Ensino Superior: as metodologias ativas como potencializadoras da aprendizagem. *In*: Congresso Ibero-Americano de Docência Universitária, 10., 2018, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: PUCRS, 2018.

SANTO, E. E.; LUZ, L. C. S. Didática de Ensino Superior: Perspectiva e Desafios. **Saberes**, Natal, v. 1, n. 8, p. 58-73, ago. 2013.

SANTOS, R.; SILVA, A. **Relação professor aluno**: uma reflexão dos problemas educacionais. 2002. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Universidade da Amazônia, Belém, 2002.

SARAVALI, E. G. Dificuldades de aprendizagem no ensino superior: reflexões a partir da perspectiva piagetiana. **ETD – Educação Temática Digital**, v. 6, v. 2, p. 99-127, 2008.

SAVERY, J. R. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, 2006.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 40, jan.-abr. 2009.

SIQUEIRA NETO, A. C. **A educação sob o olhar docente**. Mogi Mirim, São Paulo, 2016.

SILVA, R. R. *et al.* Evasão e Reprovações no curso de química da Universidade de Brasília. **Química Nova**, n. 18, p. 210-214, 1995.

SILVA, C. G.; MELO, L. C. P. **Ciência, tecnologia e inovação**: desafio para a sociedade brasileira - livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciências, 2001.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, jul.-ago. 2003.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, L. C. S.; BATINGA, V. T. S. Análise da Estruturação de uma Sequência Didática Sobre “Biogás: Uma Energia Renovável”. *In*: Congresso Nacional de Educação, 5., 2018, Olinda. **Anais [...]**. Olinda: CEMEP, 2018.

SILVA, C. B. A.; SILVEIRA, F. A.; GOMES, R. O. A.; SANTOS, J. E. P. Dificuldades de Aprendizagem em Química dos Alunos do Curso de Licenciatura. *In*: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 8., 2010, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABQ, 2010.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais. **Medicina**, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um Método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo. **HOLOS**, v. 5, p. 182-200, 2015.

SOUZA, D. V. O Uso de Problemas Matemáticos no Ensino Superior Sob o Viés da Aprendizagem Baseada em Problemas. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 16, n. 22, p. 232-251, maio-ago. 2019.

SOUZA, J. I. R.; LEITE, Q. S.; LEITE, B. S. Avaliação das Dificuldades dos Ingressos no Curso de Licenciatura em Química no Sertão Pernambucano. **Revista Docência Ensino Superior**, v. 5, n. 1, p. 135-160, abr. 2015.



SOUZA, A. E. *et al.* Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior de Tecnologia. *In: Educere - Congresso Nacional de Educação*, 12., 2015, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PUCPR, 2015.

SOUZA, J. T. P. **Estudo do aluno universitário para a construção de um projeto pedagógico**. Volume 4. MEC/INEP, 1993. Série Documental em Relatos de Pesquisa.

STEREN, B. S.; MOLON, K. S. Reflexões sobre a desmotivação dos estudantes em aprender e as dimensões afetiva, reflexiva e técnica no trabalho docente. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 22, n. 34, p. 165-180, maio/ago. 2009.

TARTUCE, G. L. B. P.; NUNES, M. M. R.; ALMEIDA, P. C. A. Alunos do ensino médio e atratividade da carreira docente no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, v. 40, n. 140, p. 445-477, 2010.

THEODORO, M. E. C. **Proposta e avaliação de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais no ensino superior em química**. 2016. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. Pró-reitora de Graduação. Campus Professor Alberto Carvalho. Núcleo de Química. Programa de Monitoria. **Projeto de Monitoria**. São Cristóvão, 2011. 7 p.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências** – Proposta de Trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia. Porto: Porto Editora, 2012.

VASCONCELOS, Y. L.; MANSI, S. M. S. Processo Ensino-aprendizagem e o Paradigma Construtivista. **Interfaces Científicas - Educação**, Aracaju, v. 5, n. 3, p. 66-74, jun. 2017.

VIANNA, J. F.; AYDOS, M. C. R.; SIQUEIRA, O. S. Curso Noturno de Licenciatura em Química – Uma Década de Experiência na UFMS. **Química Nova**, v. 20, n. 2, 1997.

VIEIRA, C. (Coord.); CRISTÓVÃO, D. **Insucesso escolar na Universidade de Évora**. Instrumentos de recolha da opinião: contributos para um diagnóstico. n. 7. Évora: Pró-reitora para a Política da Qualidade e Inovação, 2007. 22 p.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. A contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. **Revista Química Nova na Escola**, n. 22, 2005.

WUNSCH, L. P.; MARTINS, A. F. J. **Tecnologias na educação: conceitos e práticas**. Curitiba: Editora Intersaberes, 2018. Séries Tecnológicas Educacionais.

WUNSCH, L. P.; STODULNY, L.; SOARES, A. P. Recursos para Aprendizagem Significativa na Educação Superior. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 9, v. 22, n. 22, 2017.

YAMAGUCHI, K. K. L.; SILVA, J. S. Avaliação das Causas de Retenção em Química Geral na Universidade Federal do Amazonas. **Química Nova**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 346-354, mar. 2019.

YONEDA, J. D.; HUGUENIN, J. A. O. Proposta de sequência didática para disciplina de Química Geral explorando o uso de tecnologias digitais. **Revista docência do ensino superior**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 60-77, jul.-dez. 2018

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Ernani F. F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

ZLUHAN, M, R.; RAITZ, T. R. Um estudo com jovens: transição do Ensino Médio ao Ensino Superior. *In*: ANPED SUL - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 10., 2014, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UDESC, 2014.

## APÉNDICES

**APÊNDICE A****Termo de consentimento**

Eu \_\_\_\_\_, Diretor Geral e Responsável pelo Instituto Federal do Paraná, campus de Cascavel-PR, localizado na Avenida das Pombas, 2020, Bairro Floresta, Cascavel – Paraná, declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa de mestrado de autoria do professor Deusdeditt de Souza Bueno Filho, o qual pertencente do quadro efetivo de professores dessa Instituição, investigará sobre os efeitos motivacionais e educacionais de uma sequência didática com abordagem de conceitos químicos por meio de estação de tratamento de água.

O trabalho será realizado com os alunos do 1º ano de Licenciatura em Química, turno noturno, o qual foi apresentado e autorizado em reunião de colegiado da Instituição.

Para tanto, autorizo a realização deste trabalho de pesquisa de mestrado, nessa instituição de ensino. Autorizo também, para fins acadêmicos a divulgação de imagens, questionários e/ou outros métodos e técnicas, bem como, minha anuência da utilização das estruturas físicas dessa instituição durante a execução do projeto.

Declaro por fim que não recebi e não receberei qualquer tipo de pagamento por esta autorização.

Cascavel, 29 de Julho \_\_\_\_\_ de 2019

---

**Diretor Geral - Dr. Professor Luiz Carlos Eckstein**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**MEDIANEIRA – PARANÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**  
**EM REDE NACIONAL – PROFQUI**

**APÊNDICE B**

**TERMO DE ESCLARECIMENTO DA PESQUISA E SEU CONVITE PARA A PARTICIPAÇÃO**

*Prezado (a) Aluno (a)*

Você está sendo convidado a participar, como voluntário e sem ônus, de uma pesquisa intitulada “**ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUÍMICA**”, que tem por objetivo investigar o perfil do aluno ingresso na instituição educacional, a proposição e a validação da sequência didática como material didático de aprendizagem. Os resultados dessa pesquisa serão utilizados na elaboração da Dissertação de Mestrado do **Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI**, da **Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Medianeira**, do discente Deusdeditt de Souza Bueno Filho, orientado pelo Prof. Dr. Oldair Donizeti Leite. Como técnica coleta de dados serão feitas entrevista através de questionários semiestruturados.

Ressalto ainda, que os dados obtidos pelos questionários, não serão disponibilizados ou repassados a terceiros, bem como, destaco que seu nome real será mantido de maneira sigilosa e em absoluto anonimato.

Acrescento que sua participação representa uma extrema e relevante contribuição para a pesquisa, assim sendo, contamos com sua estimada colaboração.

**Cascavel, 10 de agosto de 2019.**

---

**DEUSDEDITT DE SOUZA BUENO FILHO**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**MEDIANEIRA – PARANÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**  
**EM REDE NACIONAL – PROFQUI**

**APÊNDICE C**

**TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA**

Eu,

---

\_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa intitulada **“ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUÍMICA”**, direcionado pelo discente Deusdeditt de Souza Bueno Filho, RG nº 3071489/0 – IIPR/SSP. Tive pleno conhecimento das informações que li descrevendo a pesquisa citada. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizadas, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro que a minha participação é isenta de despesas. Concordo, voluntariamente, em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo. A retirada do consentimento da participação no estudo não acarretará em penalidade ou prejuízos.

**Cascavel, 10 de agosto de 2019.**

---

**Aluno(a)**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**MEDIANEIRA – PARANÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**  
**EM REDE NACIONAL – PROFQUI**

**APÊNDICE D**

**QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DO PERFIL SOCIOCULTURAL DOS ALUNOS**  
**DO 1º ANO DA LICENCIATURA EM QUÍMICA DO INSTITUTO FEDERAL DO**  
**PARANÁ**

**CÂMPUS - CASCAVEL/PR**

**1. Nome do Aluno (a):** \_\_\_\_\_,  
**idade** \_\_\_\_ **anos.**

**2. Gênero:**

- ( ) Masculino;  
( ) Feminino;

**3. Aluno:**

- ( ) 1º ano do curso de licenciatura em química;  
( ) 2º ano do curso de licenciatura em química;

**4. Grau de Formação:**

- ( ) Nível Médio  
( ) Graduação;  
( ) Especialização;  
( ) Mestrado;  
( ) Doutorado;

**5. Você trabalha?**

( ) Sim;

( ) Não;

Caso sua resposta seja sim, especificar que atividade:

\_\_\_\_\_.

**6. Em que período?**

( ) Manhã;

( ) Tarde;

( ) Manhã e tarde;

**7. Por quanto tempo você ficou afastado dos estudos?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**8. Quais os motivos que o levou a se afastar dos estudos?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**9. O que motivou a retornar aos estudos?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**10. Quais os motivos que o levaram a optar pela graduação em licenciatura em química?**



---

---

---

---

---

**11. Qual é o seu grau de dificuldade na aprendizagem de química enquanto sua formação acadêmica?**

( ) Baixo;

( ) Médio;

( ) Alto;

**12. A que fatores você atribui em suas dificuldades na aprendizagem de química?**

---

---

---

---

---

**13. Pretende exercer a atividade de docente em química após sua graduação?**

( ) Sim;

( ) Não;

Caso sua resposta seja sim, especificar os motivos:

---

---

---

---

---

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
MEDIANEIRA – PARANÁ  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA  
EM REDE NACIONAL – PROFQUI

APÊNDICE E

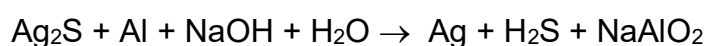
QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE  
APRENDIZAGEM E ASSIMILAÇÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA

01) (UEG GO)



Talheres de prata comumente apresentam manchas escuras em sua superfície, que consistem em sulfeto de prata ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) formado pela reação da prata com compostos contendo enxofre encontrados em certos alimentos e no ar. Para limpar talheres escurecidos basta colocá-los em uma panela de alumínio com água quente e uma solução de soda cáustica diluída e, em seguida, retirá-los e enxaguá-los em água limpa, o que devolve o brilho característico dos talheres, que ficam com o aspecto de novos.

Esse processo consiste na reação do alumínio da panela com o sulfeto de prata, conforme a seguinte equação, não balanceada:



Sobre essa reação, pede-se:

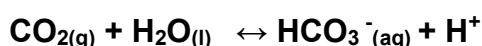
a) O agente oxidante e o agente redutor.

b) A soma dos coeficientes da equação balanceada com os menores números inteiros possíveis.

02) Uma mistura é constituída de areia, óleo, açúcar e sal de cozinha. A melhor sequência experimental para separar essa mistura em seus constituintes puros é:

03) As soluções químicas são amplamente utilizadas tanto em nosso cotidiano como em laboratórios. Uma delas, solução aquosa de sulfato de cobre,  $\text{CuSO}_4$ , a 5 % p/v, é utilizada no controle fitossanitário das plantas atacadas por determinados fungos. A massa necessária de sulfato de cobre, em gramas, para prepararmos 5 litros dessa solução, a 5% p/v, é:

04) (UFMA) – O pH do sangue de um ser humano, no estado de repouso, foi medido, e o resultado foi 7,5. Nessas condições, ocorre o seguinte equilíbrio no sangue:



Após ser submetido a grande esforço físico, sua respiração tornou-se acelerada, retirando, assim, grande quantidade de  $\text{CO}_2$  do sangue. De acordo com essas informações, é correto afirmar que:

- a) a  $[\text{H}^+]$  aumenta e o pH do sangue diminui.
- b) a  $[\text{H}^+]$  diminui e o pH do sangue aumenta.
- c) a  $[\text{H}^+]$  diminui e o pH do sangue também diminui.
- d) a  $[\text{H}^+]$  aumenta e o pH do sangue também aumenta.
- e) a  $[\text{H}^+]$  diminui e o pH do sangue não se altera.



**APÊNDICE F****SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)****ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUÍMICA**

---

**PROFQUI** – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

**Orientador:** Professor Dr. Oldair Donizeti Leite

**Autor - Orientando:** Deusdeditt de Souza Bueno Filho

**Público Alvo:** Alunos do terceiro ano do curso Técnico em Análise Química do

Instituto Federal do Paraná – Campus Cascavel

**Escola:** Instituto Federal do Paraná – Campus Cascavel

**Localidade:** Av. das Pombas, 2020 - Floresta, Cascavel - PR, 85814-800

---

## ESTRUTURA GERAL DOS MÓDULOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**Módulo 1 - Apresentação e organização da sequência didática.**



**Módulo 2 - Reações de oxidação e redução.  
Etapa da ETA: précloração**



**Módulo 3 - Substâncias, misturas e separação das misturas.  
Etapas da ETA: Coagulação, floculação, decantação e filtração**



**Módulo 4 - Estudo das soluções.  
Etapas da ETA: cloração e fluretação.**



**Módulo 5 - Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH.  
Etapas da ETA: Correção do pH.**



**Módulo 6 - Visita em uma Estação de tratamento de água.**

## RESUMO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

MÓDULO TEMPO	CONTEÚDOS CURRICULARES DE QUÍMICA CONTEMPLADOS	ATIVIDADES REALIZADAS
01 Tempo: 110 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da sequência didática;</li> <li>• Ciclo biogeoquímico: Ciclo da água;</li> <li>• Água, escassez e soluções;</li> <li>• Funcionamento de uma Estação de Tratamento de Água;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação geral da SD;</li> <li>• Apresentação dos vídeos: d) O Ciclo da Água; e) Água, escassez e soluções; f) Estação de tratamento de água – como funciona;</li> <li>• Resolução de exercícios;</li> </ul>
02 Tempo: 120 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuição eletrônica;</li> <li>• Tabela periódica;</li> <li>• Ligações químicas;</li> <li>• Número de oxidação;</li> <li>• Reação de oxirredução;</li> <li>• Agente oxidante e agente redutor;</li> <li>• Balanceamento de reações de oxirredução.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações de oxidação e redução (oxirredução);</li> <li>• Etapa da estação de tratamento de água: Pré cloração;</li> <li>• Atividade laboratorial: Reação do sulfato ferroso com o permanganato de potássio em meio ácido;</li> </ul>
03 Tempo: 150 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificação da matéria quanto ao número de componentes e de fases;</li> <li>c) Substância pura;</li> <li>d) Mistura – Homogênea e heterogênea;</li> <li>• Separação dos componentes de uma mistura;</li> <li>c) Mistura heterogênea: Ventilação, levigação, peneiração, flotação, separação magnética, fusão fracionada, dissolução fracionada, coagulação, floculação, sedimentação espontânea, centrifugação, decantação e filtração;</li> <li>d) Mistura homogênea: Cristalização, destilação simples e fracionada e liquefação fracionada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substância, mistura e separação dos componentes de uma mistura;</li> <li>• Etapas da estação de tratamento de água: Coagulação, floculação, decantação e filtração;</li> <li>• Resolução de exercícios;</li> <li>• Atividade laboratorial: Ensaio laboratorial do Jar Test;</li> </ul>

## RESUMO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

MÓDULO TEMPO	CONTEÚDOS CURRICULARES DE QUÍMICA CONTEMPLADOS	ATIVIDADES REALIZADAS
04 Tempo: 110 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersões – Soluções, dispersão coloidal e suspensões;</li> <li>d) Conceitos;</li> <li>e) Características;</li> <li>f) Propriedades;</li> <li>• Soluções – unidades de concentração:</li> <li>g) Concentração em g/L (Concentração comum);</li> <li>h) Título e porcentagem (m/m, v/v e m/v);</li> <li>i) Partes por milhão e partes por bilhão;</li> <li>j) Concentração em mol/L (concentração molar ou molaridade);</li> <li>k) Fração em mol;</li> <li>l) Concentração em mol/Kg (molalidade);</li> <li>• Geometria espacial;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo das Soluções - unidades de concentração;</li> <li>• Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação;</li> <li>• Atividade laboratorial: Determinação do teor de cloro livre na água pela avaliação colorimétrica da água pela solução orto-tolidina por comparação;</li> </ul>
05 Tempo: 110 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluções – unidades de concentração:</li> <li>a) Concentração em mol/L ou molar (molaridade);</li> <li>• Soluções – Diluição de soluções;</li> <li>• Equilíbrio químico:</li> <li>c) Equilíbrio iônico da água – produto iônico da água;</li> <li>d) Potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH);</li> <li>• Função e propriedades logarítmicas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH;</li> <li>• Etapa da estação de tratamento de água: Correção do pH;</li> <li>• Atividade laboratorial: Determinação do pH da água;</li> </ul>
06 Tempo: 60 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapas de uma estação de tratamento de água (ETA);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita em uma Estação de Tratamento de Água;</li> </ul>



## **MÓDULO 1**

### **Apresentação da sequência didática**

#### **Ciclo biogeoquímico: Ciclo da água**

#### **Água, escassez e soluções**

#### **Funcionamento de uma Estação de Tratamento de Água**

**(Tempo estimado: 240 minutos)**

### **1) Objetivo Geral**

- Apresentação da sequência didática a ser desenvolvida demonstrando sua descrição, objetivos, metodologia, bem como, justificar a escolha do tema norteador possibilitando aos alunos, um entendimento sobre as atividades que serão desenvolvidas e de como elas serão realizadas;
- Que o aluno possa adquirir uma conscientização maior quanto ao uso correto em relação ao consumo e desperdício da água;

### **2) Conteúdos curriculares contemplados**

- Ciclo biogeoquímico – ciclo da água;
- Transformações físicas da matéria;
- Água – como tema transversal para as disciplinas: Biologia, química, física, geografia e matemática;

### **3) Recursos a serem utilizados**

- Multimídia, tela de projeção, quadro, marcadores para o quadro, apagador e material pedagógico de apoio.

### **1º momento - Apresentação da sequência didática**

#### **1) Objetivos específicos**

- Criar nos alunos uma percepção da importância e da necessidade quanto a execução da sequência didática proposta quanto a sua contribuição em seu processo pedagógico de aprendizagem.

#### **2) Metodologia**

- Através de uma abordagem comunicativa, direta entre o professor e os alunos, será feita a apresentação do trabalho quanto a sua descrição, programação, objetivos, conteúdos curriculares a serem trabalhados e sua metodologia.

### **2º momento - Ciclo biogeoquímico: Ciclo da água**

#### **1) Objetivos específicos**

- Reforçar o conteúdo do ciclo biogeoquímico hidrológico quanto ao seu movimento contínuo da água através da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, destacando as transformações físicas ocorridas pela água neste processo;

#### **2) Metodologia**

- Apresentação do vídeo “O Ciclo da Água” – <https://www.ana.gov.br/videos/o-ciclo-hidrologico>;
- Execução de uma atividade teórica referente ao conteúdo ciclo da água que consta no material de apoio da sequência didática;

### **3º momento - Água, escassez e soluções**

#### **1) Objetivos específicos**

- Que o aluno tenha conhecimento do cenário mundial e no Brasil quanto ao uso e a escassez da água, bem como, identificar possíveis políticas de preservação que estão sendo desenvolvidas para este recurso;

#### **2) Metodologia**

- Apresentação do vídeo “Matéria de Capa – Água, escassez e soluções”;
- Oportunizar aos alunos um diálogo onde os mesmos poderão levantar ações proativas quanto ao uso e ao desperdício da água, em sua casa e em sua cidade;

### **4º momento - Apresentação de um vídeo sobre o funcionamento de uma Estação de Tratamento de Água**

#### **1) Objetivos específicos**

- Fazer com que os alunos conheçam os procedimentos que ocorrem em uma estação de tratamento de água e que possam identificar e correlacionar os procedimentos com os diversos conteúdos curriculares adquiridos por eles em sala de aula, possibilitando, portanto, uma contextualização e uma aplicabilidade de sua aprendizagem em seu cotidiano.

#### **2) Metodologia**

- Apresentação do vídeo “Estação de tratamento de água – como funciona” (<http://estacaodetratamentodeagua.com.br/tratamento-quimico-da-agua/>);
- Execução de uma atividade por parte dos alunos, onde através de uma figura que representa sistematicamente uma estação de tratamento de água (ETA), fonte: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, deverão identificar as etapas e os procedimentos técnicos da estação de tratamento de água;

- Solicitar aos alunos que identifiquem os conteúdos de química adquiridos em sala de aula que estejam relacionados com as diversas etapas da estação de tratamento de água;

## Módulo 2

### Reações de oxidação e redução (oxirredução)

#### Etapa da estação de tratamento de água: Pré cloração

#### Atividade laboratorial

(Tempo estimado: 240 minutos)

#### 1) Objetivo Geral

- Fazer com que o aluno adquira e consolide o conhecimento necessário nos processos de uma reação de oxirredução;
- Contextualizar o conteúdo de oxirredução com o cotidiano do aluno através da etapa da précloração de uma estação de tratamento de água, tornando sua aprendizagem significativa e aplicada;

#### 2) Conteúdos curriculares contemplados

- Distribuição eletrônica;
- Tabela periódica;
- Ligações químicas;
- Número de oxidação;
- Reação de oxirredução;
- Agente oxidante e agente redutor;
- Balanceamento de reações de oxirredução.

**3) Recursos a serem utilizados** – Multimídia, tela de projeção, quadro, marcadores para o quadro, apagador, material pedagógico de apoio, equipamentos, vidrarias e reagentes de laboratório.

## **1º momento - Reação de oxirredução**

### **1) Objetivos específicos**

- Reforçar e consolidar na aprendizagem dos alunos o conteúdo curricular de química oxirredução, identificando seus conceitos gerais, agentes oxidante e redutores da reação, bem como, a execução do balanceamento de uma reação química de oxirredução através do saldo da transferência de elétrons durante a reação.

### **2) Metodologia**

- Fazer um diálogo com os alunos sobre o conteúdo curricular de química oxirredução, através de uma explanação teórica e resolução de exercícios do conteúdo, utilizando o material de apoio da sequência didática, procurando identificar os conceitos formulados pelos alunos, sobre o tema em questão em sala de aula, avaliando suas dificuldades e o seu grau de aprendizagem.

## **2º momento - Etapa da estação de tratamento de água: Pré cloração**

### **1) Objetivos específicos**

- Fazer com que os alunos relacionem o conteúdo de química oxirredução, com a etapa da précloração nas estações de tratamento de água;

- Fazer com que os alunos tomem ciência do artigo 39, Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, onde tange mais particularmente as concentrações de conformidade organoléptica de potabilidade dos parâmetros ferro e manganês;

## 2) Metodologia

- Através da leitura de um texto sobre a précloração, encontrado no material pedagógico de apoio produzido pelo professor e fornecido aos alunos, os mesmos, poderão identificar e tornar mais significativo o conteúdo de oxirredução para a sua aprendizagem;
- Execução de uma atividade teórica referente a oxirredução contextualizada com a etapa da précloração em estação de tratamento de água;

### **3º momento – Atividade laboratorial: Reação do sulfato ferroso com o permanganato de potássio em meio ácido**

#### 1) Objetivos específicos

- Fazer com que os alunos observem o efeito desagradável quanto o aspecto negativo da coloração da água, coloração marrom-alaranjada, em função da reação de oxidação dos íons  $\text{Fe}^{2+}$  a íons  $\text{Fe}^{3+}$ , encontrados em determinadas águas para o consumo humano e conseqüentemente identificar uma aplicação prática e significativa do conteúdo curricular de química referente às reações de oxidação e redução, encontradas na etapa de pré cloração em uma estação de tratamento de água.

#### 2) Metodologia

- Através de uma atividade laboratorial no laboratório da Instituição, pretende-se demonstrar a reação de oxidação dos íons  $\text{Fe}^{2+}$ , da substância sulfato ferroso, pelo agente oxidante permanganato de potássio, em meio ácido, para que se possa produzir de maneira comparativamente em menor proporção, o efeito indesejável da coloração marrom-alaranjada formada pela oxidação dos íons  $\text{Fe}^{2+}$ , encontrados nas águas de consumo humano, quando a mesma entra em contato com o ar atmosférico.

### Módulo 3

#### **Substância, mistura e separação dos componentes de uma mistura.**

#### **Etapas da estação de tratamento de água: Coagulação, floculação, decantação e filtração.**

#### **Atividade laboratorial: Ensaio laboratorial do Jar Test**

**(Tempo estimado: 240 minutos)**

##### **1) Objetivo Geral**

- Espera-se que o aluno possa consolidar sua compreensão de como que a matéria pode se apresentar na natureza conforme o número de componentes e de fases, saber identificar a diferença entre substância e mistura, bem como, suas propriedades específicas que as caracterizam, conhecer os métodos tradicionais de separação dos componentes de uma mistura e relacionar os conteúdos curriculares de química estudados em sala de aula com os processos empregados no tratamento de água em uma estação de tratamento de água, na qual conseqüentemente, possa o aluno contextualizar e tornar sua aprendizagem de maneira mais aplicada e significativa em seu cotidiano.

##### **2) Conteúdos curriculares contemplados**

- Classificação da matéria quanto ao número de componentes e de fases;
  - e) Substância pura;
  - f) Mistura – Homogênea e heterogênea;
- Separação dos componentes de uma mistura;
  - e) Mistura heterogênea: Ventilação, levigação, peneiração, flotação, separação magnética, fusão fracionada, dissolução fracionada, coagulação, floculação, sedimentação espontânea, centrifugação, decantação e filtração;
  - f) Mistura homogênea: Cristalização, destilação simples e fracionada e liquefação fracionada.



**3) Recursos a serem utilizados** – Multimídia, tela de projeção, quadro, marcadores para o quadro, apagador, material pedagógico de apoio, equipamentos, vidrarias e reagentes de laboratório.

### **1º momento - Substância, mistura e separação dos componentes de uma mistura**

#### **1) Objetivos específicos**

- Que o aluno saiba caracterizar um sistema constituído por uma substância ou mistura, através de suas propriedades físicas;
- Que o aluno identifique os métodos mais apropriados para a separação dos componentes de uma determinada mistura;

#### **2) Metodologia**

- Fazer um diálogo com os alunos sobre o conteúdo, através de sua explanação teórica, procurando identificar os conceitos formulados pelos alunos, avaliando suas dificuldades e o seu grau de aprendizagem através de uma atividade teórica, que será realizada durante o momento em sala de aula;

### **2º momento - Etapas da estação de tratamento de água: Coagulação, floculação, decantação e filtração**

#### **1) Objetivos específicos**

- Fazer com que o aluno através do conhecimento das etapas de clarificação da água, coagulação, floculação, decantação e filtração, que ocorrem em uma estação de tratamento de água, possam ser contextualizados com os conteúdos curriculares de química adquiridos em sala de aula, tornando-se mais significativos para a sua aprendizagem.

## 2) Metodologia

- Será solicitado para que os alunos realizem uma leitura de um texto e execução de exercícios, referentes às etapas de clarificação de água em uma estação de tratamento de água, encontrado no material pedagógico de apoio produzido pelo professor e que será fornecido aos alunos.

### **3º momento - Atividade laboratorial: Ensaio do Jar Test (Teste de Jarros) na avaliação da dosagem do sulfato de alumínio e na determinação do pH ideal para a floculação.**

#### 1) Objetivos específicos

- Através desta atividade espera-se que o aluno utilizando a prática laboratorial – Ensaio do Teste do Jarro, possa tornar sua aprendizagem mais estimulante, onde ele possa contextualizar e tornar o conteúdo mais aplicável e significativo em seu cotidiano;

- Espera-se com os procedimentos realizados durante a atividade, determinar a melhor concentração do sulfato de alumínio e da alcalinidade ideal, para a otimização da clarificação da água, simulando uma condição de uma estação de tratamento de água a nível de uma unidade em escala de laboratório;

#### 2) Metodologia

- Esta atividade prática será desenvolvida utilizando o equipamento Jar Test, para a verificação da melhor concentração do sulfato de alumínio e da alcalinidade ideal, com velocidade de agitação regulável na mistura rápida e lenta, para determinar as melhores condições na retirada de sedimentos em suspensão na água por decantação.

- Caso da impossibilidade do uso do ensaio do Jar Test, pode-se utilizar a prática de coagulação, floculação e sedimentação das partículas de impurezas que se encontram suspensas na água, utilizando o sulfato de alumínio com e sem substâncias de caráter básico, para verificar o rendimento do ensaio;

## Módulo 4

### Estudo das Soluções - unidades de concentração.

#### Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação.

**Atividade laboratorial: Determinação do teor de cloro livre na água pela avaliação colorimétrica da água pela solução orto-tolidina por comparação.**

**(Tempo estimado: 240 minutos)**

#### 1) Objetivo Geral

- Espera-se que neste módulo da sequência o aluno possa conectar e aplicar os seus conhecimentos sobre o conteúdo curricular de química, estudo das soluções, nos processos de tratamento de água, cloração e fluoretação, bem como, tomar ciência dos artigos 34 e 37 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, onde tange mais particularmente as concentrações de conformidade organoléptica de potabilidade dos processos de cloração e fluoretação.

#### 2) Conteúdos contemplados

- Dispersões – Soluções, dispersão coloidal e suspensões;
  - g) Conceitos;
  - h) Características;
  - i) Propriedades;
- Soluções – unidades de concentração:
  - m) Concentração em g/L (Concentração comum);
  - n) Título e porcentagem (m/m, v/v e m/v);
  - o) Partes por milhão e partes por bilhão;
  - p) Concentração em mol/L (concentração molar ou molaridade);
  - q) Fração em mol;

- r) Concentração em mol/Kg (molalidade);
- Geometria espacial;

**3) Recursos a serem utilizados** – Multimídia, tela de projeção, quadro, marcadores para o quadro, apagador, material pedagógico de apoio, Kit Estojo Teste Medidor de pH e Cloro para Piscina.

### **1º momento - Estudo das Soluções – unidades de concentração**

#### **1) Objetivos específicos**

- Que o aluno compreenda as diversas formas de expressar a concentração de uma solução, bem como, saber constituir soluções relacionando quantidades do soluto, solvente em uma solução.

#### **2) Metodologia**

- Utilizando-se de embalagens e recipientes de vários produtos adquiridos no supermercado e na farmácia, será solicitado aos alunos que façam uma interpretação através de uma análise criteriosa e quantitativa, quanto a relação de um determinado constituinte encontrado no produto em questão, para que se possa contextualizar com as diversas formas de se expressar as unidades de concentração de uma solução;
- Execução de uma atividade teórica através de resolução de exercícios referente a unidades de concentração, contextualizada com a etapa da cloração e fluoretação em uma estação de tratamento de água;

## **2º momento - Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação**

### **1) Objetivos específicos**

- Fazer com que o aluno compreenda a importância, os benefícios e a operação do processo de cloração, bem como, conhecer os principais agentes utilizados para a desinfecção da água, segundo a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde;
- Fazer com que o aluno compreenda a importância, os benefícios e a operação do processo de fluoretação da água, bem como conhecer os principais compostos de Flúor comumente utilizados para a prevenção da cárie dental, segundo a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde;

### **2) Metodologia**

- Será solicitado para que os alunos realizem uma leitura de um texto encontrado no material de apoio da sequência didática, no qual trata-se, sobre as etapas de cloração e fluoretação da água em uma estação de tratamento de água, bem como, a leitura dos artigos 34, 37 e 39 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que ressaltam o padrão organoléptico de potabilidade da água quanto as concentrações recomendadas de cloro e de flúor na água potável;
- Realização de uma atividade teórica interdisciplinar, onde o aluno mediante de uma aplicação de seu conhecimento matemático, geometria espacial, deverá calcular através de dados fornecidos pelo exercício, o volume de água de uma piscina, para que se possa calcular a quantidade exata de hipoclorito de cálcio, utilizando-se de sua aprendizagem sobre o tema unidades de concentração, levando-se principalmente em conta a porcentagem de cloro existente no produto comercial, hipoclorito de cálcio, para que se possa estabelecer a quantidade de cloro em ppm satisfatória e recomendada para o uso adequado da piscina;

**3º momento - Atividade laboratorial: Determinar a quantidade necessária de hipoclorito de sódio e de hipoclorito de cálcio levando-se em consideração o teor de cloro ativo de cada produto comercial para atender as especificações recomendadas do uso adequado da água de um piscina e fazer a dosagem do teor de cloro livre da água pelo Kit Estojo Teste Medidor de pH e Cloro.**

### **1) Objetivos específicos**

- Proporcionar aos alunos condições de uma maneira contextualizada e aplicada, de testarem seus conhecimentos sobre o tema unidades de concentração, tornando sua aprendizagem mais significativa para o seu cotidiano.

### **2) Metodologia**

- Será solicitado aos alunos, mediante várias amostras de volumes variáveis de água, que determinem as quantidade exatas de produtos à base de cloro como agentes desinfetantes para cloração (hipoclorito de sódio a 12% e hipoclorito de cálcio a 65% de teor de cloro), utilizando parâmetros de cloração adequada em água para uso de piscina (cloro ativo em torno de 1 a 3 ppm), na qual será conferida por uma análise do teor de cloro ativo por um Kit de estojo de Teste Medidor de pH e Cloro, para simular a etapa de cloração em uma estação de tratamento de água.

## Módulo 5

### Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH

#### Etapa da estação de tratamento de água: Correção do pH

#### Atividade laboratorial: Determinação do pH da água

(Tempo estimado: 240 minutos)

### 1) Objetivo Geral

Ao final deste módulo o aluno deverá:

- Compreender como identificar, determinar e expressar o caráter ácido-básico de uma solução;
- Compreender a importância da necessidade e os procedimentos técnicos para a correção do pH da água, bem como, conhecer o artigo 39 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que trata das conformidades organoléptica de potabilidade da água quanto ao seu pH;

### 2) Conteúdos contemplados

- Soluções – unidades de concentração:
  - a) Concentração em mol/L (concentração molar ou molaridade);
- Soluções – Diluição de soluções;
- Equilíbrio químico:
  - e) Equilíbrio iônico da água – produto iônico da água;
  - f) Potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH);
- Função e propriedades logarítmicas;

**3) Recursos a serem utilizados** – Multimídia, tela de projeção, quadro, marcadores para o quadro, apagador, material pedagógico de apoio, equipamentos, vidrarias e reagentes de laboratório.

## **1º momento - Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH**

### **1) Objetivos específicos**

Ao final deste momento o aluno deverá:

- Compreender como determinar e identificar o caráter acidobásico de uma solução, baseando-se no conceito de equilíbrio iônico da água;
- Aplicar seus conhecimentos matemáticos de logaritmos para determinar de modo mais simples o caráter acidobásico de uma solução, como também, construir uma escala de acidez e basicidade;
- Relacionar as concentrações das soluções com a escala de acidez na determinação do caráter acidobásico da solução;
- Determinar na prática o pH e o pOH de uma solução;

### **2) Metodologia**

- Revisão de conceitos e propriedades de equilíbrio químico, constante de equilíbrio, deslocamento de equilíbrio químico, equilíbrio químico iônico, grau e constante de ionização, lei de Ostwald, efeito do íon comum e não comum ao princípio de Le Chatelier, produto iônico da água, caráter acidobásico e potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH);
- Execução de exercícios gerais de equilíbrio químico e suas implicações, tendo como prioridade exercícios de potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH);
- Trabalhar com várias marcas comerciais diferentes de água mineral para identificar o seu caráter acidobásico a partir do seu pH especificado em seu rótulo;



## **2º momento - Etapas da estação de tratamento de água: Correção do pH**

### **1) Objetivos específicos**

Ao final deste momento o aluno deverá:

- Ter conhecimento necessário da necessidade da correção do pH da água dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, para o consumo da comunidade e da preservação das redes de tubulações, encanamentos e equipamentos utilizados na distribuição da água potável, bem como, conhecer os produtos químicos (carbonato de sódio e cal hidratada) e suas dosagens para este processo.

### **2) Metodologia**

- Será solicitado para que os alunos realizem uma leitura de um texto encontrado no material de apoio da sequência didática, no qual trata-se, sobre a etapa da correção do pH da água, encontrado no material pedagógico de apoio produzido pelo professor e que o mesmo será fornecido aos alunos;

- Será solicitado para que os alunos realizem uma leitura do o artigo 39 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que trata das conformidades organoléptica de potabilidade da água quanto ao seu pH, encontrada no material de apoio da sequência didática;

- Realização de uma atividade teórica através de exercícios explorando cálculos de pH, correção de pH e de exercícios explorando o tema correção de pH em uma estação de tratamento de água, encontrados no material de apoio da sequência didática;

### **3º momento - Atividade laboratorial:**

**a) Construção da escala de pH e pOH;**

**b) Determinação do pH da água pelo método potenciométrico e pela fita de pH;**

#### **1) Objetivos específicos**

Ao final deste momento o aluno deverá:

- Compreender como se determina na prática o pH de uma solução e relacionar com as concentrações hidrogeniônica e hidroxiliônica existentes nas soluções caracterizando o seu caráter acidobásico.

#### **2) Metodologia**

a) Determinação do caráter acidobásico de utensílios domésticos por indicadores sintéticos:

Será solicitado aos alunos que através de soluções concentradas de ácido clorídrico (33% a 37 % m/v) e de hidróxido de sódio P.A ou de 97% de pureza, sejam executadas diversas diluições (1/10) em tubos de ensaios para que se possa obter várias soluções de pH 0 a 6 e 8 a 14, e como solução de pH 7, a água destilada, as quais irão representar a escala de variações do pH, comprovada pela utilização de uma fita indicadora de pH. Em seguida nos respectivos tubos de ensaios, os alunos irão colocar um indicador ácido - base apropriado para que possam de maneira comparativa, determinar o pH, e conseqüentemente determinar o caráter acidobásico, de diversos utensílios domésticos, como por exemplo: vinagre, suco de limão, shampoo, detergente, leite, água sanitária, água de torneira, águas minerais, etc.

b) Determinação do pH da água residencial e de várias marcas comerciais:

Será solicitado aos alunos que determinem o pH da água da água residencial e de várias marcas comerciais através das escalas de pH constituídas nas atividades anteriores pelo método potenciométrico, utilizando o pHMetro digital, pHMetro de Bancada e pela tira de pH-fix 0 – 14, para verificação da conformidade do artigo 39 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que trata das conformidades organoléptica de potabilidade da água quanto ao seu pH.

## Módulo 6

### Visita em uma Estação de Tratamento de Água

#### 1) Objetivo Geral

Ao final deste encontro o aluno deverá:

- Entender o funcionamento de uma estação de tratamento de água, desde a sua captação até a sua distribuição, identificando os processos físicos e químicos que ocorrem durante todas as etapas no tratamento de água, constatando na visita técnica tudo aquilo que foi visto em teoria em sala de aula;
- Dimensionar a importância fundamental do tratamento de água para o consumo da comunidade;
- Reconhecer a importância ambiental do tratamento de água e conseqüentemente reforçar uma consciência e a responsabilidade quanto ao consumo da água potável;

#### 2) Conteúdos contemplados

- Oxidação e redução;
- Classificação da matéria quanto ao número de componentes e de fases;
  - a) Substância pura;
  - b) Mistura – Homogênea e heterogênea;
- Separação dos componentes de uma mistura – análise imediata;
- Dispersões – Soluções verdadeiras, coloides e suspensões;
- Soluções – unidades de concentração e diluição de soluções;
- Equilíbrio químico:
  - g) Equilíbrio iônico da água – produto iônico da água;
  - h) Potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH);

**3) Recursos a serem utilizados** – Visitação na estação de tratamento de água (ETA) da cidade de Cascavel – PR, na rua João Berlando, bairro Alto alegre.

## APÊNDICE G

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

#### CONTEXTUALIZAÇÃO E ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS POR MEIO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUÍMICA

---

**Orientador:** Professor Dr. Oldair Donizeti Leite

**Autor - Orientando:** Deusdeditt de Souza Bueno Filho

**Público Alvo:** Alunos do primeiro e do segundo ano de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná – Campus Cascavel

**Escola:** Instituto Federal do Paraná – Campus Cascavel

**Localidade:** Av. das Pombas, 2020 - Floresta, Cascavel - PR, 85814-800

---

## GUIA DIDÁTICO DE APOIO



Estação de Tratamento de Água de Cascavel

## MÓDULO 01

### Ciclo biogeoquímico – ciclo da água

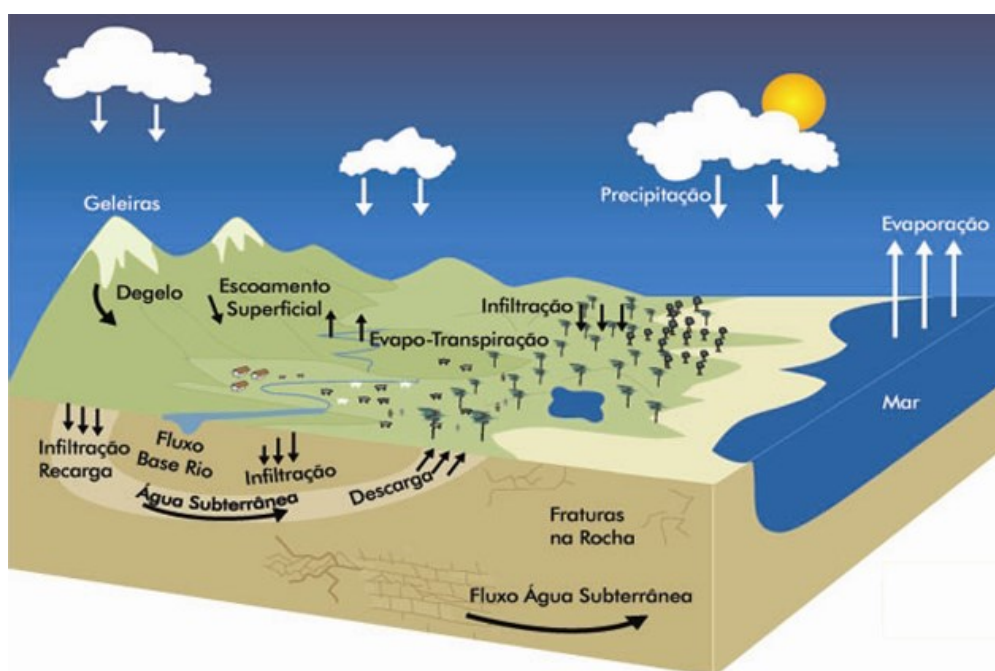
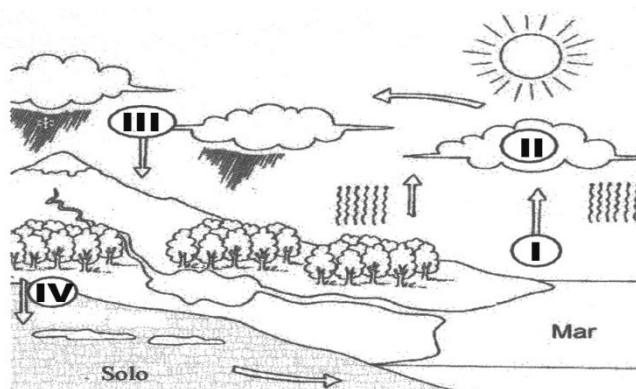


Figura 2 - Representação esquemática do Ciclo hidrológico.

Fonte: MMA 2018.

### Atividades

1- (UFTO - 2016) Considere a figura abaixo, na qual o ciclo da água está esquematizado:



Marque a alternativa CORRETA:

- a) I – evaporação; II – condensação; III – precipitação e IV – infiltração.
- b) I – condensação; II – infiltração; III – evaporação e IV – precipitação.
- c) I – infiltração; II – precipitação; III – condensação e IV – evaporação.
- d) I – precipitação; II – evaporação; III – infiltração e IV – condensação.
- e) I – evaporação; II – infiltração; III – precipitação e IV – condensação.

2- (Enem - 2017) O sol participa do ciclo da água, pois além de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. O vapor da água, ao se resfriar, condensa-se em minúsculas gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos ventos de uma região para outra. Com a condensação e, em seguida, a chuva, a água volta à superfície da Terra, caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessa água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoar superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios e lagos. Esse processo é chamado de ciclo da água.

Considere, então, as seguintes afirmativas:

I. a evaporação é maior nos continentes, uma vez que o aquecimento ali é maior do que nos oceanos.

II. a vegetação participa do ciclo hidrológico por meio da transpiração.

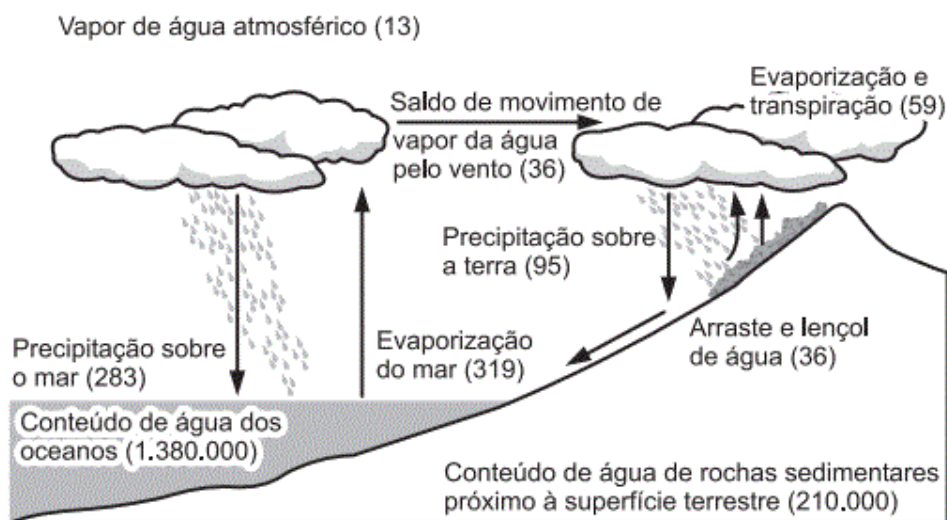
III. o ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem na litosfera, na atmosfera e na biosfera.

IV. a energia gravitacional movimenta a água dentro do seu ciclo.

V. o ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência humana, podendo apresentar desequilíbrios.

- a) somente a afirmativa III está correta.
- b) somente as afirmativas III e IV estão corretas
- c) somente as afirmativas I, II e V estão corretas.
- d) somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas.
- e) todas as afirmativas estão corretas.

3- (Unifesp) - Observe a figura, que se refere ao ciclo da água em escala global.



(Valores entre parênteses expressos em bilhões de bilhões de gramas [10<sup>18</sup>] e bilhões de bilhões de gramas por ano. Modificado de R. G. Barry & R. J. Chorley. *Atmosphere, Weather and Climate*, 1970.)

Pela análise da figura, pode-se concluir que a quantidade de água que evapora por ano da superfície da Terra para a atmosfera ..... a quantidade precipitada. A energia ..... pela água promove sua evaporação. Posteriormente, a condensação do vapor formado ..... a energia potencial da água na forma de calor. A ..... e não a ..... determina o fluxo de água através do ecossistema.

Nesse texto, as lacunas devem ser preenchidas, respectivamente, por

- ... supera ... absorvida ... absorve ... precipitação ... evaporação
- ... supera ... liberada ... libera ... evaporação ... precipitação
- ... iguala ... liberada ... absorve ... precipitação ... evaporação
- ... iguala ... liberada ... libera ... precipitação ... evaporação
- ... iguala ... absorvida ... libera ... evaporação ... precipitação

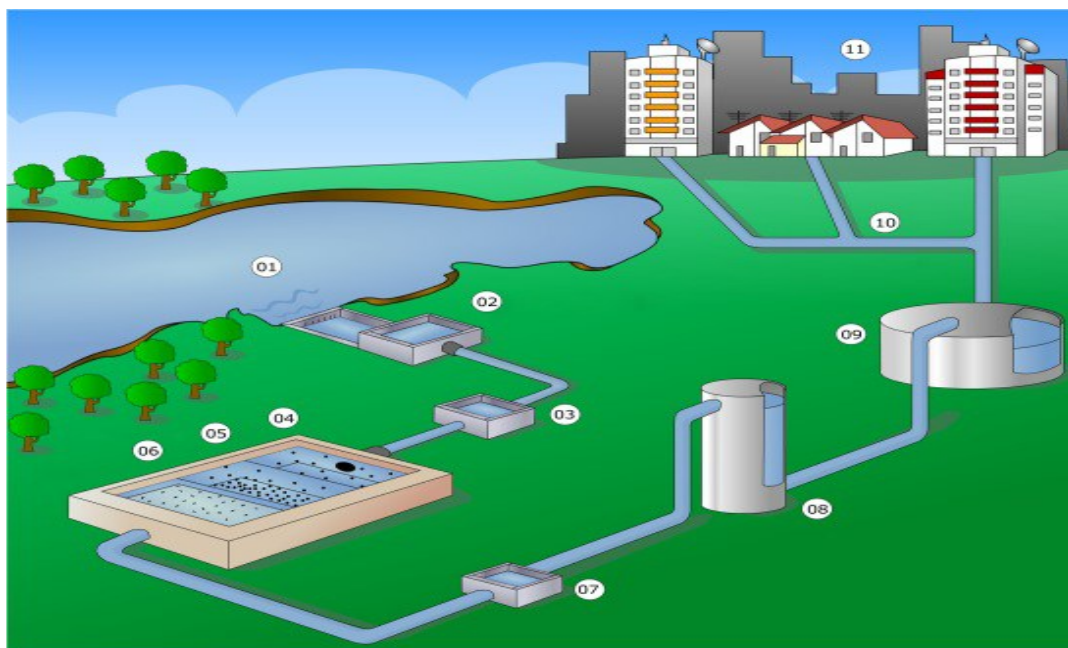
4- De que maneira a água existente nos organismos vivos é eliminada para o meio ambiente?



5- A energia solar desempenha um papel importante e fundamental no ciclo da água. Explique.

### Funcionamento de uma Estação de Tratamento de Água

01) Observando a figura abaixo representada, preencha respectivamente os processos que ocorrem nas diversas etapas no tratamento de água em uma estação de tratamento de água.



**Figura 3 - Etapas de uma estação de tratamento de água (ETA)**

**Fonte - SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.**

- (01) – Represa;
- (02) – Captação e bombeamento de água bruta;
- (03) – Adição de cloro (pré cloração), cal virgem (pré alcalinização) e coagulantes;
- (04) - \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_;
- (05) - \_\_\_\_\_;
- (06) - \_\_\_\_\_;
- (07) – Cloração, fluoretação e correção do pH;
- (08) – Reservatório;
- (09) – Distribuição;
- (10) – Rede de distribuição.

## MÓDULO 02

### Reação de oxirredução. Pré cloração. Atividade laboratorial.

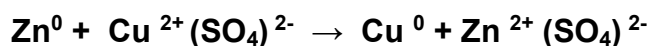
#### Conteúdo de química – Reações de oxirredução

**1- Conceito** - São reações que se caracterizam pelo envolvimento da transferência de elétrons entre as substâncias químicas durante uma reação química. Neste processo a perda de elétrons é denominada de oxidação e o ganho de elétrons denominada de redução.

Vejamos o que ocorre na atividade prática laboratorial abaixo:

a) Introduzir uma lâmina de zinco em um copo de béquer contendo uma solução aquosa de sulfato de cobre, observe e relate suas observações e faça suas conclusões:

A reação que ocorreu na atividade anterior pode ser representada da seguinte maneira:



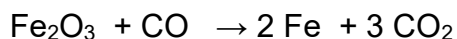
Nota-se que na reação química o zinco ao perder dois elétrons, oxida-se e o cobre ao ganhar os dois elétrons se reduz, o que caracteriza uma transferência de elétrons, portanto uma reação de oxirredução. Tal episódio justifica-se pelo simples fato do cobre apresentar uma tendência natural de se apresentar na forma reduzida por ser um metal nobre e conseqüentemente apresentar maior potencial de redução comparado ao do zinco.

#### **2- Agente oxidante e agente redutor**

- **Agente oxidante ou oxidante** – É a espécie química que promove a oxidação sendo constituída pelo componente que sofre a redução recebendo elétrons.

- **Agente redutor ou redutor** - É a espécie química que promove a redução sendo constituída pelo componente que sofre a oxidação cedendo elétrons.

Vejamos no exemplo:



Nota-se:

$\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ : redução, logo,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  é o agente oxidante (oxidante)

$C^{2+} \rightarrow C^{4+}$ : oxidação, logo, CO é o agente redutor (reductor)

**3- Balanceamento de reações de oxirredução** - Balancear uma reação de oxirredução é fazer com que o número total de elétrons cedidos pelo redutor seja igual ao número total de elétrons recebidos pelo oxidante. O seu procedimento pode ser executado seguindo as seguintes orientações:

- Determinar o número de oxidação de todos os elementos das substâncias reagentes e produtos da reação;

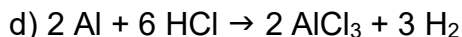
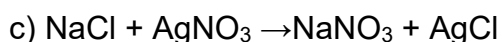
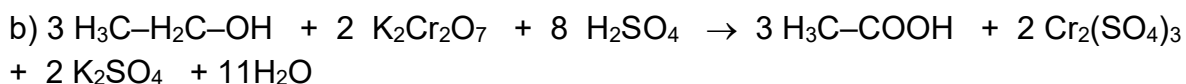
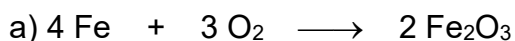
Espécie química	Condição	Número de oxidação	Exemplos
Substância simples		Zero	H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , S <sub>8</sub>
Íon	Monoatômico	Igual a carga do íon	Na <sup>1+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , F <sup>1-</sup> , O <sup>2-</sup>
Metais alcalinos e Ag	Em todos os compostos	1 +	NaCl, AgNO <sub>3</sub>
Metais alcalinos terrosos e Zn	Em todos os compostos	2 +	CaCl <sub>2</sub> , ZnO
Alumínio	Em todos os compostos	3 +	AlCl <sub>3</sub>
Flúor	Em todos os compostos	1 -	CaF <sub>2</sub>
Hidrogênio	Ligado aos não metais	1 +	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	Ligados aos metais constituindo hidretos metálicos	1 -	NaH, CaH <sub>2</sub>
Oxigênio	Maioria dos compostos	2 -	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	Formando peróxidos	Nox médio 1 -	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Formando peróxidos	Nox médio 1/2 -	Na <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
	Substância binária com o Flúor	2 +	OF <sub>2</sub>
Substâncias compostas	Sem carga real	A soma de todos os nox de seus elementos formadores é igual a zero	CH <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Íons compostos	Poliatômico	A soma de todos os nox de seus elementos formadores é igual a própria carga do íon	(NH <sub>4</sub> ) <sup>1+</sup> , (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>

Tabela 1 – Regras para determinação do número de oxidação

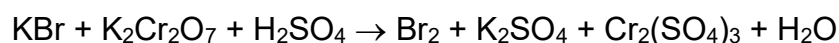
- Determinar a variação total do número de oxidação dos elementos que sofreram a oxidação e a redução. Multiplicar as variações obtidas de cada elemento pela maior atomicidade com que o elemento aparece na equação química;
- Estabelecer a variação final do elemento oxidante como coeficiente do elemento redutor e vice-versa;
- Finalizar o balanceamento da reação mantendo a igualdade de quantidade de todos os elementos das substâncias entre o primeiro e o segundo membro da reação, ou seja entre os reagentes e produtos.

#### 4- Atividades

01) Observe as reações abaixo representadas e indique quais são reações de oxirredução:



02) Na equação abaixo, não-balanceada:



Os agentes redutor e oxidante são, respectivamente:

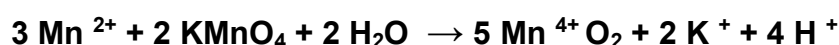
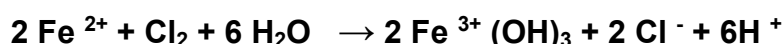
03) Balanceando a equação:  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$  a soma de todos os coeficientes, considerando os menores números inteiros possíveis, é:

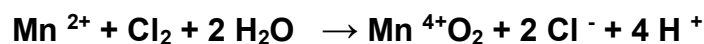
### Contextualizando – Précloração

**1- Etapa da précloração na ETA** - A presença de íons ferro e manganês em águas destinadas para o nosso abastecimento, apesar de não estarem frequentemente associados a problemas sérios que possam comprometer a nossa saúde, estão geralmente associados a problemas quanto a sua aparência, apresentando uma coloração com tons que variam do amarelo ao avermelhado, responsáveis em provocar manchas em utensílios domésticos, bem como,

proporcionar um sabor e odor metálico desagradáveis que causam um certo desconforto e a sua rejeição por parte das pessoas que a consomem. Podendo ainda, promover a formação de depósitos, que levam na formação de incrustações nas tubulações e canalizações, e também no desenvolvimento de bactérias ferruginosas que podem comprometer a rede de distribuição de água. Estes problemas considerados como aspectos negativos para a qualidade da água, resultam quando estes íons, uma vez, em contato com o ar, sofrem uma reação de oxidação, que resulta na formação de estruturas químicas que se precipitam e acabam comprometendo a qualidade da água. No caso do íon ferro, frequentemente encontrado na forma de bicarbonato ferroso,  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , forma que se encontra dissolvida na água, logo, não comprometendo a sua limpidez, porém, o bicarbonato ferroso, ao sofrer oxidação, leva a formação do hidróxido férrico,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , que na sequência transforma-se em óxido férrico,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , a substância responsável em tornar a água inapropriada para o seu consumo. Portanto, o tratamento da água que apresenta concentrações apreciáveis dos íons ferro e do manganês, torna-se indispensável antes da entrada da água nos sistemas de distribuição. Este tratamento ocorre geralmente em duas etapas: a primeira etapa onde ocorre a oxidação destes íons por agentes oxidantes, como por exemplo, o oxigênio, permanganato de potássio e normalmente pelo cloro constituindo a etapa denominada nas Estações de Tratamento de Água, como a etapa da précloração, e na segunda etapa que compreende na remoção do precipitado formado por procedimentos técnicos que visam a separação das fases líquida e sólida, como por, a filtração.

Vejamos abaixo as reações que demonstram a oxidação dos íons ferro e manganês pelos agentes oxidantes oxigênio, permanganato de potássio e cloro:

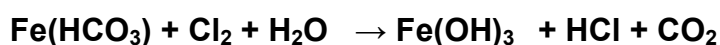




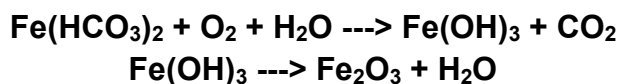
Notem que a remoção dos íons ferro e manganês ocorrem pela oxidação de ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) na formação do  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{4+}$ , que precipitam na forma de hidróxido de ferro III e dióxido de manganês, promovendo na melhora da qualidade da água.

## 2- Atividades

01) A água no abastecimento de uma população requer padrões de qualidade. Logo, ela não deve apresentar aspectos, como por exemplo, odor, sabor e aparência desagradáveis, bem como, não deve conter substâncias químicas e microrganismos que sejam prejudiciais à saúde humana. Um dos parâmetros que pode tornar a água desagradável para o seu consumo é a presença considerável de íons metálicos como o  $\text{Fe}^{2+}$  e o  $\text{Mn}^{2+}$ , os quais uma vez oxidados ao entrarem em contato com o ar acabam se precipitando na forma de substâncias insolúveis, o que resulta no comprometimento do sabor, coloração e odor da água. Para retirada destes compostos constituídos por estes íons metálicos, utilizam-se vários métodos em estações de tratamento de água, como por exemplo: aeração, agentes oxidantes e conseqüentemente a retirada destes precipitados por meio de filtração ou na retenção em filtros adaptados com presença de carvão ativado. Um destes métodos convencionais de oxidação é representado pela reação química abaixo, faça o balanceamento da reação e indique quais são os agentes oxidante e redutor.



02) Um bom lugar para visitar é o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Como quase tudo na região, as águas também apresentam certo mistério: apesar de límpidas, possuem tonalidade castanha, devido à alta concentração de óxido de ferro. A forma mais comum de apresentação do ferro solúvel, nos corpos d'água, é como bicarbonato ferroso. Águas subterrâneas profundas, limpas e incolores, em contato com o ar, ficam turvas e ocorre a sedimentação de um depósito amarelo-marrom avermelhado. As equações não balanceadas que representam essas reações são:



Considerando as reações envolvidas, faça o balanceamento das reações e indique em os aspectos que poderiam tornar a água do parque desagradável para o seu consumo.

### **Parte experimental – Reação do sulfato ferroso com o permanganato de potássio em meio ácido**

**1- Objetivo:** Observar uma reação característica de oxirredução identificando as espécies químicas que sofrem oxidação e redução, bem como, as substâncias que se comportam como agentes oxidantes e redutores.

#### **2- Considerações iniciais:**

Os íons ferrosos têm coloração verde pálida. Ao se adicionar o permanganato de potássio, o átomo  $\text{Mn}^{+7}$  do íon permanganato, que tem cor vermelho-violeta, é reduzido para o íon  $\text{Mn}^{+2}$ , que é incolor. Ao mesmo tempo os íons ferrosos são substituídos por íons férricos ( $\text{Fe}^{+3}$ ), que têm coloração marrom-alaranjados. A cada adição de uma gota de permanganato de potássio, mais íons ferrosos são oxidados, segundo a reação:



Quando todos os íons ferrosos são oxidados para íons férricos, os íons permanganato adicionados não são mais reduzidos, somente emprestando sua coloração violeta à solução. Nesse caso, os íons permanganato agiram como oxidantes (pois receberam elétrons) e os íons ferrosos agiram como redutores (pois doaram elétrons, ou seja, reduziram os íons permanganato). Este é um exemplo de reação de Óxido-redução e ainda Exotérmica devido a observação do aquecimento no tubo de ensaio, resultado da liberação de calor durante a reação.

#### **3- Materiais e equipamentos:**

- Tubos de ensaio;
- Estante para tubo de ensaio;
- Pera de sucção;



- Pipetas de 10 mL (1/10);
- Pipetas de 5 mL (1/10);
- Conta gotas.

#### 4- Reagentes:

- Sulfato ferroso a 0,1 mol/L;
- Ácido sulfúrico concentrado;
- Ácido sulfúrico a 0,1 mol/L;
- Permanganato de potássio a 0,04 mol/L.

**5- Procedimento** - Em um tubo de ensaio, colocar 5ml da solução aquosa de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) a 0,04 mol/litro. Adicionar em seguida 3 gotas de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado, tornando a solução mais ácida. Após, adicionar 10 gotas, gota a gota, da solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), agitando-se o tubo.

#### 6 - Resultados e Discussão

## MÓDULO 03

### Classificação da matéria. Separação de misturas.

#### Coagulação, floculação, decantação e filtração - Fases da Estação de Tratamento de Água

#### Atividade laboratorial.

#### Conteúdo de química – Classificação da matéria e separação de misturas

#### 1- Classificação da matéria quanto ao número de fases e de componentes químicos

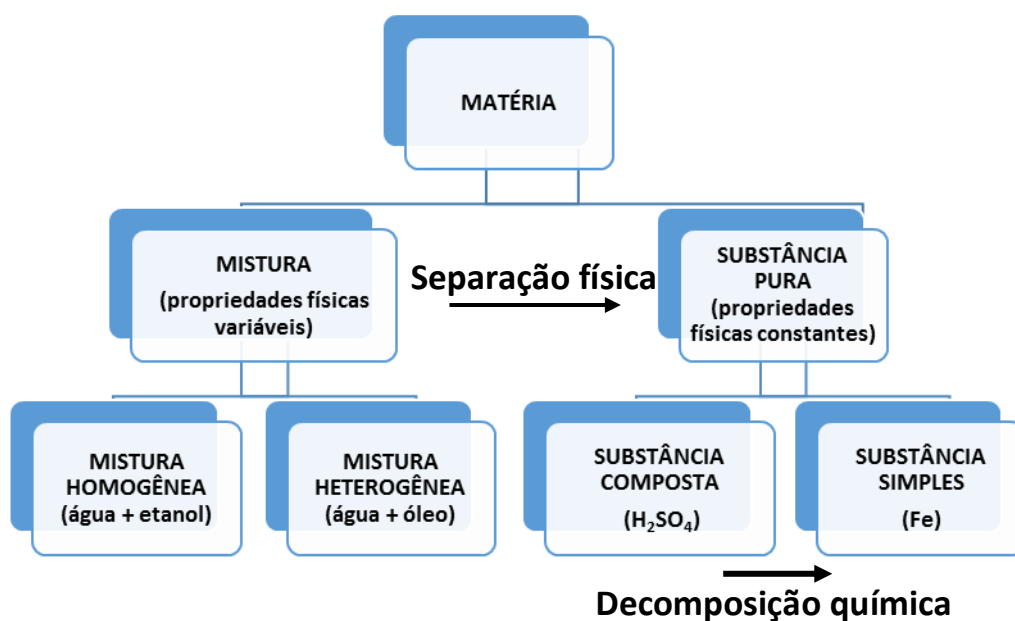


Figura 4 – Classificação da matéria  
Fonte: Próprio autor

### SUBSTÂNCIA PURA X MISTURA

IFERENÇA	COMPOSIÇÃO	FÓRMULA QUÍMICA	SEPARAÇÃO POR PROCESSOS FÍSICOS	PROPRIEDADES FÍSICAS
SUBSTÂNCIA	FIXA	APRESENTA	NÃO SEPARAM-SE	CONSTANTE
MISTURA	VARIÁVEL	NÃO APRESENTA	SEPARAM-SE	VARIÁVEIS

Tabela 2 – Diferenças entre substância pura e mistura  
Fonte: Próprio autor

PROPRIEDADES FÍSICAS	SUBSTÂNCIA PURA	MISTURA	MISTURA EUTÉTICA	MISTURA AZEOTRÓPICA
T.F.	CONSTANTE	VARIÁVEL	CONSTANTE	VARIÁVEL
T.E.	CONSTANTE	VARIÁVEL	VARIÁVEL	CONSTANTE
EXEMPLOS	ÁGUA	ÁGUA E SACAROSE	Pb (38%) + Sn (62%)	ÁLCOOL A 96%

Tabela 3 – Diferenças entre substância e misturas  
Fonte: Próprio autor

## 2- Separação das misturas

MISTURAS		HOMOGÊNEAS	
SITUAÇÃO	PROCESSO	PROPRIEDADE	EXEMPLO
Sólido + sólido	Cristalização	Evaporação do solvente	
Sólido + sólido	Destilação simples	Diferença de T.E	
Líquido + líquido	Destilação fracionada	Diferença de T.E	
Gás + gás	Liquefação fracionada	Diferença de Temperatura de liquefação	

Tabela 4 – Análise imediata de sistemas com misturas homogêneas  
Fonte: Próprio autor

MISTURAS HETEROGÊNEAS			
SITUAÇÃO	PROCESSO	PROPRIEDADE	EXEMPLO
	Ventilação	Densidade	
	Levigação	Densidade	
	Peneiração	Granulometria	
<b>Sólido + sólido</b>	Flotação	Densidade	
	Separação magnética	Eletromagnetismo	
	Fusão fracionada	T.F	
	Dissolução fracionada	Solubilidade	
	Floculação	Densidade	
	Sedimentação espontânea	Densidade	
<b>Sólido + líquido</b>	Centrifugação	Densidade	
	Decantação	Densidade	
	Filtração		
<b>Líquido + líquido</b>	Decantação	Densidade	

Tabela 5 – Análise imediata de sistemas com misturas heterogêneas  
Fonte: Próprio autor

### 3- Atividades

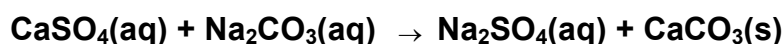
**01) (PUC RJ) - Tem-se uma mistura heterogênea composta de água do mar e areia. Sabe-se que a água do mar é salgada e que contém, principalmente, cloreto de sódio dissolvido. Das alternativas abaixo, escolha uma que permita separar os três componentes desta mistura.**

- a) catação
- b) peneiração
- c) destilação fracionada
- d) filtração e destilação simples
- e) centrifugação e filtração

**02) (ITA SP) - Um copo contém uma mistura de água, acetona, cloreto de sódio e cloreto de prata. A água, a acetona e o cloreto de sódio estão numa mesma fase líquida, enquanto que o cloreto de prata se encontra numa fase**

**sólida. Descreva como podemos realizar, em um laboratório de química, a separação dos componentes desta mistura. De sua descrição devem constar as etapas que você empregaria para realizar esta separação, justificando o(s) procedimento(s) utilizado(s).**

**03) (PUC PR) - A água dura é aquela que contém sulfato de cálcio dissolvido. Tal água não permite a formação de espumas por sabões e causa entupimentos em tubulações. O soluto não pode ser eliminado por fervura. A correção desta água pode ser feita usando carbonato de sódio de acordo com a equação a seguir:**



A respeito desse processo pode-se afirmar que:

- a) É uma reação de oxirredução.
- b) O fenômeno trata-se de uma síntese.
- c) O carbonato de cálcio poderá ser removido por filtração simples, visto que ele é insolúvel em água.
- d) É um processo possível porque apresenta como produto uma substância solúvel em água.
- e) O sistema formado é homogêneo.

**04) (UFPR) - O processo de destilação é importante para a separação de misturas. Assinale a alternativa correta sobre o processo de destilação da água.**

- a) Na passagem do líquido, ocorre a quebra das ligações covalentes entre os átomos de hidrogênio e de oxigênio.
- b) A temperatura de ebulição varia durante a destilação da água.
- c) A fase vapor é constituída por uma mistura dos gases hidrogênio e oxigênio.
- d) A temperatura de ebulição depende da pressão atmosférica local.
- e) A temperatura de ebulição depende do tipo de equipamento utilizado no processo.

**05) (Fuvest SP) - Duas amostras de uma solução aquosa de  $\text{CuSO}_4$ , de coloração azul, foram submetidas, respectivamente, às seguintes operações:**

I. filtração através de papel de filtro;

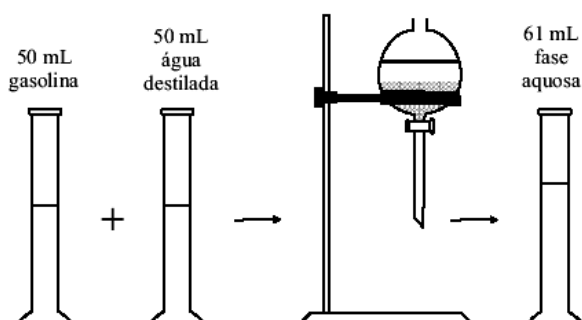
II. destilação simples.

Qual é a coloração resultante e justifique sua resposta:

a) do material que passou pelo filtro na operação I?

b) do produto condensado na operação II?

**06) (UFSCAR SP) - A figura representa o esquema de um experimento para determinação do teor de álcool na gasolina.**



Com base no experimento e considerando que não há variação de volume, pode-se afirmar que o teor de álcool, em volume, na gasolina analisada e o processo de extração utilizado são, respectivamente:

- a) 11% e dissolução fracionada.
- b) 22% e dissolução fracionada.
- c) 11% e decantação fracionada.
- d) 22% e decantação fracionada.
- e) 11% e destilação fracionada.

**07) (UFJF MG) - Misturaram-se, em 3 provetas, água e tetracloreto de carbono. Na primeira, nada foi adicionado e, após agitação, observou-se a separação da mistura em duas fases incolores, sendo a superior de água. Na segunda, foi adicionado sulfato de cobre, de coloração azul e, após**

**agitação, uma das fases tornou-se azul. Na terceira, foi adicionado bromo ( $\text{Br}_2$ ) e uma das fases tornou-se alaranjada, após agitação.**

**Leia, com atenção, as afirmativas que se seguem:**

- I. A densidade do tetracloreto de carbono é menor do que a da água.
- II. A coloração azul ficou na fase superior e a alaranjada na fase inferior.
- III. O sulfato de cobre é iônico e, portanto, ficou na fase aquosa.
- IV. O bromo se dissolve em água, porque sua molécula é polar.

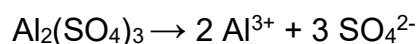
Com base no experimento apresentado e nas afirmativas acima, assinale a alternativa **CORRETA**:

- a) I e IV estão corretas.
- b) III e IV estão corretas.
- c) II e III estão corretas.
- d) I, II e III estão corretas.
- e) I, III e IV estão corretas.

### **Contextualizando - Coagulação, floculação, decantação e filtração - Fases da Estação de Tratamento de Água**

#### **(FASES DA CLARIFICAÇÃO DA ÁGUA)**

**1- Coagulação** – Nesta etapa na estação de tratamento de água, as impurezas presentes na água serão agrupadas pela ação de substâncias químicas denominadas coagulantes, como por exemplo, o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), sulfato Ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) e o Policloreto de Alumínio. Estas substâncias ditas coagulantes, são insolúveis em água, e no meio aquoso geram íons positivos que têm por finalidade neutralizar a carga eletrostática negativa da superfície das partículas coloidais, que constituem as impurezas. Estas partículas coloidais apresentam um diâmetro médio entre 1 e 1000 nm, o que dificulta consequentemente sua deposição, uma vez diminuída a repulsão entre as partículas coloidais, consequentemente, ocorre a formação de uma aglutinação na forma de flocos de partículas de maior dimensão, precipitando-se junto com as impurezas. Nesta etapa pode-se utilizar substâncias alcalinizantes como a cal hidratada para a correção do pH para que ocorra maior efetivação dos agentes coagulantes. O agente coagulante mais empregado nas estações de tratamento de água é o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), o qual uma vez colocado em água sofre uma dissociação:



Neste processo uma parte dos íons  $\text{Al}^{3+}$  é utilizada para neutralizar as cargas eletrostáticas negativas das partículas coloidais, e outra parte, na sua grande maioria, será utilizada para combinar com os íons hidroxilas da água, resultando na formação do hidróxido de alumínio, uma substância de aspecto gelatinosa, carregada positivamente, a qual, também ao combinar com as impurezas coloidais, resultam em flocos mais densos o que possibilita sua sedimentação junto das impurezas indesejáveis da água.



Observa-se neste processo a formação de íons  $\text{H}^+$ , o que torna conseqüentemente um meio aquoso ácido, no qual dificulta a formação do hidróxido de alumínio, por este motivo, recomenda-se correção do pH da água com agentes alcalinizantes, como por exemplo, hidróxido de cálcio, cal hidratada, e a barrilha o carbonato de sódio.

Vejamos esquematicamente tal processo:

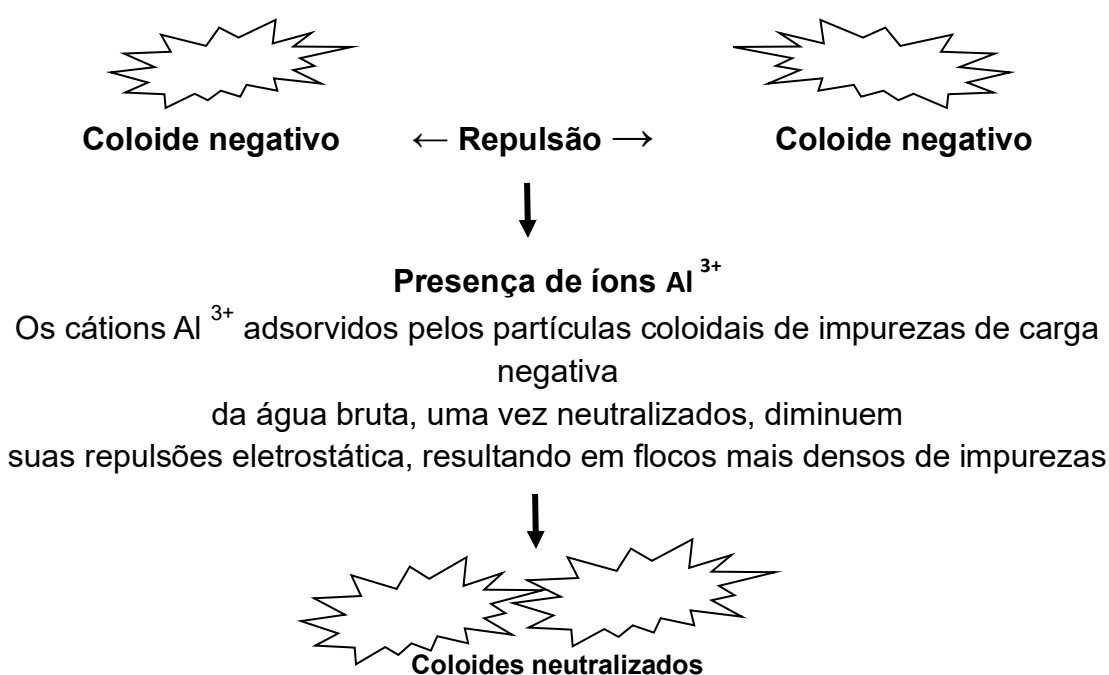


Figura 5- Representação sistemática da coagulação das partículas em suspensão

Fonte: Próprio autor

**2- Floculação** – Nesta etapa da estação de tratamento de água, empregando-se uma agitação de velocidade lenta, as partículas coloidais neutralizadas durante a fase da coagulação se agregam e formam na sequência em floco com auxílio de um agente floculante (polímero - catiônico, aniônico ou neutro), o qual ao se ligar



aos flocos, aumentam de tamanho e de peso e conseqüentemente, sedimentam-se por ação da gravidade, que posteriormente serão separados pela decantação e filtração. Em síntese, os agentes coagulantes seriam os responsáveis pela desestabilização do equilíbrio químico e conseqüentemente formando os flocos, já os flocculantes seriam os responsáveis em aumentar o tamanho e o peso dos flocos.

Exemplos dos principais agentes flocculantes:

- Polímero catiônico – poliamidas;
- Polímero aniônico – tanino;
- Polímero anfótero – bentonitas;
- Compostos inorgânicos – policloreto de alumínio.

Observação: Polímeros são macromoléculas formadas através da reação dita polimerização de unidades estruturais menores que se repetem, denominadas de monômeros.

**Do grego, poli = muitos e meros = partes**

**3- Decantação** – Nesta etapa não se adiciona nenhum agente químico, é a etapa que compreende a remoção dos flocos em tanques denominados de tanques de decantação. Existe ainda, dependendo da característica da água a ser tratada nas estações de tratamento de água, o recurso de separar os flocos por processo denominado de flotação, onde os flocos vão até a superfície da água e são removidos em seguida.

**4- Filtração** – Nesta etapa também não é adicionado nenhum produto químico, porém a água passará por tanques constituídos por camadas distintas formadas por pedras, areia, e carvão antracito, na qual serão retiradas os flocos de impurezas que não foram removidos dos tanques de decantação ou na flotação.

Observação – Para registrar a filtração pode-se realizar uma atividade laboratorial muito simples que é constituir um sistema de filtração que simule a filtração da estação de tratamento de água, com uma garrafa de plástico tipo PET, formadas de camadas de pedra, areia e carvão mineral. Para constituir o filtro, deve-se cortar a garrafa ao meio e inverte-la, adaptando-a junto com a base da garrafa restante, tendo o cuidado de vedar a boca da garrafa com gaze, para não escoar o sistema de filtração constituído de pedras, areia e carvão.

## **5 – Atividades**

**01) (UNIFICADO RJ) - Numa das etapas do tratamento da água que abastece uma cidade, a água é mantida durante um certo tempo em tanques para que**

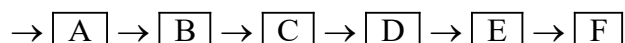
**os sólidos em suspensão se depositem no fundo. A essa operação denominamos:**

- a) filtração
- b) sedimentação
- c) sifonação
- d) centrifugação
- e) cristalização

**02) (UFTM MG) - O tratamento da água é um processo custoso, envolvendo diversas etapas. O cloro e o sulfato de alumínio são usados, respectivamente, como agentes:**

- a) dispersante e espessante.
- b) redutor e espessante.
- c) tensoativo e dispersante.
- d) floculante e tensoativo.
- e) oxidante e floculante.

**03) (FUVEST SP) - A obtenção de água doce de boa qualidade está se tornando cada vez mais difícil devido ao adensamento populacional, às mudanças climáticas, à expansão da atividade industrial e à poluição. A água, uma vez captada, precisa ser purificada, o que é feito nas estações de tratamento. Um esquema do processo de purificação é:**



**Em que as etapas B, D e F são:**

**B – adição de sulfato de alumínio e óxido de cálcio,**

**D – filtração em areia,**

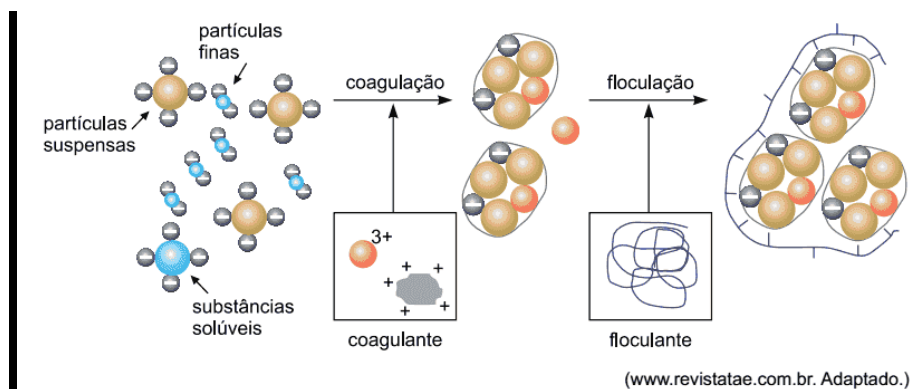
**F – fluoretação.**

**Assim sendo, as etapas A, C e E devem ser, respectivamente:**

- a) filtração grosseira, decantação e cloração.
- b) decantação, cloração e filtração grosseira.
- c) cloração, neutralização e filtração grosseira.
- d) filtração grosseira, neutralização e decantação.

e) neutralização, cloração e decantação.

**04) (USCS- 2017) - Um grupo de estudantes realizou um experimento para simular o tratamento de água para o consumo da população. Nesse experimento, uma amostra de água com terra é filtrada e, a seguir, adicionam-se, na sequência, uma mistura coagulante e uma flocculante. A figura mostra o processo de coagulação e posterior floculação das impurezas presentes na água.**



**Assinale a alternativa que apresenta substâncias que são utilizadas no processo de coagulação/ floculação.**

- a) Sais de magnésio e potássio.
- b) Sais de sódio e ferro.
- c) Hidróxidos de cálcio e de lítio.
- d) Óxidos de cálcio e de sódio.
- e) Sais de alumínio e de ferro.

### Parte experimental – 1º Opção

#### Ensaio do Jar test

**Considerações iniciais** – O ensaio do Jar Test ou ensaio dos jarros, é um procedimento laboratorial utilizado nas estações de tratamento de água nos ensaios de floculação, que visa determinar uma dosagem apropriada dos agentes coagulantes - sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) e sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), bem como o pH ideal para o agente coagulante para a clarificação da água. Neste teste determina-se diferentes dosagens do coagulante, por comparação, onde seleciona-se aquele que clarificar melhor a água. O Ensaio basicamente ocorre em três momentos: uma agitação inicial

intensa, para garantir a mistura satisfatória entre o agente coagulante e a água a ser analisada, uma outra com velocidade lenta ou moderada para garantir a constituição dos flocos e a agregação das impurezas encontradas na água (floculação) e o terceiro momento verifica-se, sem qualquer agitação, a decantação ou sedimentação dos flocos. A quantidade apropriada do agente coagulante e o pH mais adequado para a clarificação da água, será determinado pela adição crescente do coagulante nos respectivos jarros em um determinado pH.

Basicamente sua operacionalidade consiste em:

- Acrescentar uma determinada quantidade de água bruta a ser analisada, geralmente 2 litros, nos respectivos jarros, e simultaneamente adicionar diferentes dosagens de coagulantes, sob uma agitação máxima de 350 rpm por exatamente um minuto;
- Após o procedimento anterior, que permitiu a dispersão adequada do coagulante, os jarros serão agora agitados de maneira moderada, com uma velocidade cerca de 40 rpm;
- E por fim, desligar o aparelho e deixar em repouso para a decantação dos flocos e em seguida fazer a interpretação da decantabilidade dos flocos de forma qualitativa, escolhendo como parâmetro final o jarro que apresentar mais claro e com a menor dosagem do coagulante na remoção da turbidez da amostra analisada.



**Figura 6 – Aparelho de Jar Test 203 MILAN**  
**Fonte – Próprio autor**

## **Procedimento laboratorial**

**1- Objetivo** - Determinar o pH ideal e a dosagem adequada do agente coagulante sulfato de alumínio para a clarificação da água (coagulação, floculação e decantação), utilizando o procedimento do Jar Test, que visa a simulação a nível de bancada de uma estação de tratamento de água, na mistura rápida, mistura lenta e a decantação em seus respectivos tempos.

### **2- Materiais**

- Equipamento Jar-Test;
- Jarros;
- Papel absorvente macio;
- Medidor de pH (Phmetro);
- Tubos de ensaios;
- Pipetas de 5 e 10 mL;

### **3- Reagentes**

- Água bruta;
- Água destilada;
- Solução de ácido sulfúrico
- Solução aquosa de hidróxido de cálcio a 0,5 %;
- Solução Coagulante de sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) a 1%.

### **4- Procedimento técnico**

#### **4.1 – Determinação da concentração adequada do coagulante**

a) Colocar 2 litros de água a ser analisada nos seis jarros respectivamente e manter sob agitação branda os jarros, para permitir uma dispersão homogênea nas amostras;

b) Em seguida através da alavanca que contém os tubos de ensaios providos da solução de sulfato de alumínio a 1% (10 g/L ou  $10^4$  mg/L), despejar os respectivos volumes abaixo, destacados pela tabela abaixo, de forma simultânea para permitir dosagens diferentes do coagulante, em seguida estabelecer por um minuto uma agitação vigorosa de aproximadamente de velocidade a 100 rpm;

<b>JARRO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>VOLUME DA SOLUÇÃO COAGULANTE (mL)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO COAGULANTE (mg/L)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

c) Após 1 minuto de agitação vigorosa, reduzir a agitação dos jarros a uma velocidade de cerca de 30 rpm por aproximadamente 30 minutos.

d) Após o procedimento anterior, desligar o aparelho e aguardar por volta de 15 a 20 minutos sem qualquer agitação para permitir a decantação dos flocos formados;

e) Após o término da decantação fazer a interpretação dos resultados por comparação dos respectivos jarros verificando o qual melhor apresentar a remoção da turbidez com a menor dosagem do sulfato de alumínio.

Observação: Para águas ácidas corrigir o pH antes do ensaio para a faixa de 6,0 a 7,0 ou coagulante que atue numa ampla faixa de pH.

#### **4.2 – Verificando o pH ótimo para a coagulação/floculação**

Após ter determinado a dosagem ótima da agente coagulante para a coagulação e floculação das partículas de impurezas encontradas na água, recomenda-se realizar um ensaio para determinar pH ótimo para a floculação. Para tanto deve-se seguir a seguinte metodologia:

a) Montar os jarros com 2 litros de água, porém todos com a concentração adequada determinada no experimento anterior, sendo que agora o primeiro jarro somente terá a água sem o coagulante, ou seja, será o branco do ensaio em questão;

b) Ajustar o pH dos jarros para diversos valores de pH com o auxílio das soluções aquosas de ácido sulfúrico a 0,02 mol/L e da solução aquosa de hidróxido de cálcio a 0,5%, nos respectivos jarros, seguindo o esquema proposto pela tabela abaixo:

<b>JARRO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>pH</b>	----	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>7,0</b>	<b>8,0</b>	<b>9,0</b>

- c) Agitar as amostras nos respectivos jarros de floculação a 250 rpm durante 2 minutos e em seguida a 70 rpm por 15 minutos;
- d) Após estes procedimentos anteriores desligar o aparelho do Jar Test e deixar as amostras descansarem por 15 minutos;
- e) Observar os jarros e selecionar aquele que apresentar maior sedimentação com a diminuição da turbidez da amostra, o qual representará o pH ótimo de coagulação e floculação;

## 5- Conclusões

- Com este procedimento experimental do ensaio do Jar Test, além de apresentar uma simples execução, ele proporciona uma previsão adequada de produtos coagulantes que uma vez em uma estação de tratamento de água sendo utilizados em grandes proporções, possibilita portanto, desperdícios de reagentes e maior eficiência na clarificação da água bruta;
- Ao analisar os resultados obtidos durante o ensaio de maneira comparativa deve-se considerar o jarro que tiver a maior remoção com a menor concentração de coagulante, estabelecendo assim, a dosagem mais adequada considerando a relação custo/eficiência para o tratamento de água em uma estação de tratamento de água;

## 6- Resultados e Discussão

Apresente todos os resultados obtidos no ensaio realizado, discuta com os demais alunos as observações e resultados obtidos de maneira pertinentes durante o ensaio e conclua indicando o jarro que apresenta a menor turbidez com a menor concentração do agente coagulante.

## 7 - Atividades

- a) Qual é o objetivo principal do ensaio do Jar Test?

- b) Descreva resumidamente como funciona o ensaio do Jar Test.
- c) Qual a função do agente coagulante? Escreva as reações químicas que ocorrem com o coagulante sulfato de alumínio no processo de coagulação e floculação das impurezas encontradas dispersas na água.
- d) Descreva ou comente como você prepararia a solução de sulfato de alumínio 1%? Qual seria sua concentração em mol/L?

### **Parte experimental – 2º Opção**

#### **Determinação da dosagem mais adequada do agente coagulante sulfato de alumínio para a remoção da turbidez da água bruta**

**Considerações iniciais** – Caso da impossibilidade do ensaio do Jar Test, por não ter em mãos o aparelho para o ensaio, recomenda-se adaptar o experimento de verificação da clarificação da água, utilizando-se do procedimento em destaque abaixo.

**1- Objetivo** - Verificação do processo de coagulação e floculação de uma amostra de água pela ação de um agente coagulante.

#### **2 – Materiais**

- Quatro copos de Becker de 500 mL;
- Uma pipeta graduada de 5 mL;
- 4 bastões de vidro;
- Cronômetro;

#### **3 – Reagentes**

- Sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) a 1%;
- Água turva;

#### **4 – Procedimento técnico**

- a) Colocar 500 mL de água turva nos quatro copos de Becker;
- b) Adicionar em todos os copos de Becker a solução de sulfato de alumínio a 1% em diferentes quantidades, como indica a tabela abaixo:



Becker	1	2	3	4
Volume em mL da solução coagulante a 1%	1,0	1,5	2,0	---
Concentração da solução coagulante (mg/L)	10,0	30,0	40,0	---

**Observação** – No quarto Becker não adiciona a solução coagulante para que ela seja o branco da análise para a comparação de turbidez.

- c) Agitar vigorosamente os quatro Becker durante aproximadamente 1 a 2 minutos com os bastões de vidro, tendo o cuidado para não espirrar os sistemas constituídos nos copos de Becker;
- d) Após o procedimento anterior agitar os sistemas dos quatro Becker moderadamente por aproximadamente 3 minutos;
- e) Após o procedimento anterior deixar em repouso os sistemas em análise por aproximadamente por quinze minutos para que ocorra devidamente a decantação dos flocos formados;
- f) Após o término da decantação registre o ensaio tirando uma foto e faça a interpretação dos resultados por comparação dos respectivos Becker, verificando o qual melhor apresentar a remoção da turbidez com a menor dosagem do sulfato de alumínio.



**Figura 7 – Início da clarificação manual da água**  
 Fonte – Próprio autor



**Figura 8 – Término da clarificação manual da água**  
Fonte – Próprio autor

## **5- Resultados e Discussão**

Apresente todos os resultados obtidos no ensaio realizado, discuta com os demais alunos as observações e resultados obtidos de maneira pertinentes durante o ensaio e conclua indicando o Becker que apresenta a menor turbidez com a menor concentração do agente coagulante.

## MÓDULO 04

**Estudo das Soluções – unidades de concentração e diluição.**

**Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação.**

**Atividade laboratorial: Dosagem do teor de cloro livre da água pelo Kit  
Estojo Teste Medidor de pH e Cloro**

**Estudo das Soluções – unidades de concentração e diluição**

### 1 – Introdução



**Figura 9 – Produtos comerciais e suas especificações de unidades de concentração**

Fonte – Próprio autor

## 1- Soluções

**1.1- Conceito** – Solução é um sistema constituído por uma mistura de substâncias que se encontram de forma monofásica ou homogênea. As soluções são formadas por soluto e solvente, onde o solvente é a substância que geralmente se apresenta em maior quantidade de matéria no sistema, portanto, é a substância responsável em dispersar ou solubilizar a substância dita como o soluto da solução. Exemplos de soluções:

- a) água mineral – solvente (água) + soluto (sais minerais);
- b) vinagre – solvente (água) + soluto (ácido acético);
- c) ouro 18 quilates – solvente (ouro) + soluto (cobre);

**1.2 - Unidades de concentração** – As unidades de concentração são formas de se representar matematicamente a relação existente entre as quantidades do soluto, solvente na solução. Para que não haja confusão entre as várias grandezas utilizadas para as unidades de concentração, vamos convencionar o índice “1” para o soluto e o índice “2” para o solvente, e quando não houver índice precedido da grandeza, irá se referir a solução.

Assim teremos:

$m_1$  = massa do soluto

$m_2$  = massa do solvente

$m$  = massa da solução

$M_1$  = massa molar do soluto

$n_1$  = número de mols de moléculas do soluto

$n_2$  = número de mols de moléculas do solvente

$n$  = número de mols de moléculas da solução

Vejamos na sequência as principais unidades de concentração químicas frequentemente utilizadas:

**1.2.1- Concentração Comum (C)** – Unidade que indica a quantidade de massa do soluto em gramas existente em um litro de solução.

$$C = \frac{m_1}{V}$$

**Onde:**

C = concentração comum (g/L)

m<sub>1</sub> = massa do soluto (g)

V = volume da solução (L)

**1.2.2- Densidade da solução (d)** - Unidade que expressa a razão estabelecida entre a massa da solução (m) e o volume (V) dessa solução, que geralmente é dada em g/mL.

$$d = \frac{m}{V} \quad m = m_1 + m_2 \quad d = \frac{m_1 + m_2}{V}$$

**Onde:**

d = densidade da solução (g/mL);

m = massa da solução (g);

V = volume da solução (mL);

**1.2.3 – Título em Massa (T)** - Unidade que expressa a razão estabelecida entre a massa do soluto pela massa da solução.

$$T = \frac{m_1}{m} \quad m = m_1 + m_2 \quad T = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

**Onde:**

T = Título em massa;

m<sub>1</sub> = massa do soluto (g);

m<sub>2</sub> = massa do solvente (g);

m = massa da solução (g);

**1.2.4 - Título em Volume (Tv)** - Unidade que expressa a razão estabelecida entre o volume do soluto pelo volume da solução.

$$Tv = \frac{V1}{V} \quad V = V1 + V2 \quad Tv = \frac{V1}{V1 + V2}$$

**Onde:**

Tv = Título em volume;

v1 = volume do soluto (mL);

v = Volume da solução (mL);

Observação: O título em massa e o título em volume serão sempre representados por um valor numérico maior que zero e menor que um.

**1.2.5 – Porcentagem** - Unidade que expressa a participação percentual do soluto na solução, que pode ser expressada em:

$$\% \text{ em massa} = (\text{massa do soluto} / \text{massa da solução}) \times 100\%$$

$$\% \text{ em volume} = (\text{volume do soluto} / \text{volume da solução}) \times 100\%$$

$$\% \text{ em massa/volume} = (\text{massa do soluto} / \text{volume da solução}) \times 100\%$$

Vejamos:

- **% em massa** - Solução de álcool etanol a 70% = Representa 70 gramas de etanol para cada 100 gramas de solução;
- **% em volume** – Solução de soro fisiológico a 0,9% = Representa 0,9 gramas de NaCl em 100 mL de solução;
- **% em massa/volume** - Solução de vinagre a 4% de ácido acético = 4 gramas de ácido acético para cada 100 mL de vinagre;

Você já deve ter visto nas prateleiras de farmácias e de supermercados o produto comercial água oxigenada, onde em suas embalagens vem as indicações 10 volumes e 20 volumes.



**Figura 10 – Água oxigenada e suas concentrações**  
**Fonte – Próprio autor**

Mas você já pensou o que estas especificações nos rótulos significam?

Antes devemos ressaltar que a expressão “água oxigenada” não é propriamente o peróxido de hidrogênio “ $H_2O_2$ ”. O Peróxido de hidrogênio é um composto, já o produto comercial água oxigenada é uma solução de peróxido de hidrogênio que apresentam concentrações por volta de 3% (m/v) e 6% (m/v), correspondentes respectivamente as concentrações dos produtos comerciais 10 e 20 volumes. Já o termo peróxido se refere ao composto puro.

O peróxido de hidrogênio dependendo das suas concentrações apresenta diversas aplicações. Vejamos alguns exemplos:

- Concentrações menores que 8% (m/v), são aplicados em creme dental com 0,5% (m/v), em soluções para limpeza de lentes de contato cuja a concentração fica por volta de 2% (m/v), já as de concentrações 5% (m/v) utilizados como agentes branqueadores no caso para clareamento dos cabelos utilizam-se produtos comerciais com concentração equivalente a 7,5% (m/v);
- No cotidiano a água oxigenada 10 volumes é utilizada para limpar ferimentos, portanto apresentando uma ação desinfetante para bactérias do tipo anaeróbicas. Já a água oxigenada 20 volumes é geralmente utilizada para descolorir pelos do corpo e cabelos;

Suas especificações de 10 e de 20 volumes, estão relacionadas em função do volume de oxigênio ( $O_2$ ) liberado por unidade de volume da solução, ou seja, ao número de litros de gás oxigênio, medidos nas condições normais de temperatura e pressão ( $0^\circ C$  e 1 atm), obtidos durante sua decomposição contida em 1 litro de solução.

Vejamos:



**1 mol de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (34 g/mol) ----- 1/2 mol de O<sub>2</sub> (11,2 litros)**

Logo uma solução de água oxigenada que tenha 1 mol de peróxido de oxigênio dissolvidos em 1 litro de solução, irá liberar, nas CNTP, 11,2 Litros de oxigênio, portanto é uma solução de água oxigenada 11,2 volumes. Portanto:

- Água oxigenada de concentração 10 volumes indica que a decomposição do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, presente em 1 litro de solução desprenderá 10 litros de O<sub>2</sub>, nas CNTP;
- Água oxigenada de concentração 20 volumes indica que a decomposição do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, presente em 1 litro de solução desprenderá 20 litros de O<sub>2</sub>, nas CNTP;

**1.2.6 – Partes por milhão (ppm)** – Unidade que expressa a concentração do soluto, quando este, encontra-se em quantidades extremamente pequenas na solução. Esta unidade de concentração indica quantas partes do soluto, em massa ou em volume, existentes em um milhão de partes da solução, em massa ou me volume. Portanto:

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ parte do soluto em } 10^6 \text{ partes da solução}$$

Exemplos:

- 1 ppm = 1 grama de soluto em 1 tonelada de solução;
- 1 ppm = 1 mg de soluto em 1 Kg de solução;
- 1 ppm = 1 mL de soluto em 1 m<sup>3</sup> de solução;
- 1 ppm = 1 litro de soluto em 1000 m<sup>3</sup> de solução.

Pode-se também relacionar a massa do soluto em um volume da solução, vejamos:

- 1 ppm = 1 grama de soluto em 1000 L de solução;
- 1 ppm = 1 mg de soluto em 1L de solução;
- 1 ppm = 1 µL de soluto em 1 mL de solução;



**Uma situação interessante:** Notem nas embalagens abaixo de álcool etílico hidratado, produto muito utilizado como utensílio doméstico, em seus rótulos observa-se formas diferentes de apresentar a concentração de etanol no produto comercial.



Figura 11 – Álcool de uso doméstico e suas devidas concentrações

A graduação alcoólica dos produtos que contém álcool, aqui no Brasil, pode vir representada de três maneiras diferentes: %V, ° GL e INPM.

**a) GRAU GL (°GL) – Onde a sigla GL significa Gay Lussac.**

O grau GL representa a fração em volume ou a porcentagem em volume do etanol existente em um volume da mistura.

**b) GRAU INPM (°INPM) – INSTITUTO NACIONAL DE PESOS E MEDIDAS**

O grau GL INPM representa a fração em massa ou a porcentagem em massa do etanol existente na mistura.

**Curiosidade** – Por que o utilizamos o álcool 70% como germicida e não um álcool com maior teor alcoólico ou até mesmo o álcool absoluto?

Pesquisas realizadas chegaram a esta concentração devido o álcool a 70% não desidratar por imediato a membrana do microrganismo e não se volatilizar por imediato, podendo assim, entrar no citoplasma do microrganismo para promover a desnaturação das proteínas, precipitando-as, bem como, promover a coagulação de enzimas com atividades essenciais para determinadas reações bioquímicas para o desenvolvimento e multiplicação dos microrganismo

patogênicos. Caso ao contrário, caso o álcool estivesse com concentrações abaixo ou acima da concentração eficaz, não teríamos sua ação germicida.

**Observação:** Pode-se também expressar a relação do soluto na solução, quando o soluto encontra-se extremamente em menor proporção na solução, em partes por bilhão, vejamos:

$$1 \text{ ppb} = \frac{1 \text{ parte de soluto}}{10^9 \text{ partes de solução}}$$

### 1.2.7 – Fração em mol

**1.2.7.1 - Fração Molar do Solute ( $x_1$ ):** é a razão entre o número de mol de moléculas do soluto ( $n_1$ ) pelo número de mols de moléculas da solução ( $n$ ).

$$X_1 = \frac{n_1}{n} \quad n = n_1 + n_2 \quad X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

**1.2.7.2 - Fração Molar do Solvente ( $x_2$ ):** é a razão entre o número de mols de moléculas do solvente ( $n_2$ ) pelo número de mols de moléculas da solução ( $n$ ).

$$X_2 = \frac{n_2}{n} \quad n = n_1 + n_2 \quad X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

**Observação:** A soma das frações molares de todos os componentes de uma solução deve ser igual a 1.

**1.2.8 - Concentração Molar ou Molaridade (M)** – É a unidade de concentração que expressa a quantidade de matéria, número de mol, do soluto existente em cada 1 litro de solução.

$$M = \frac{n_1}{V} \quad n_1 = \frac{m_1}{M_1} \quad M = \frac{m_1}{M_1 \cdot V}$$

**Onde:**

M = molaridade (mol/L);

n<sub>1</sub> = número de mols do soluto (mol);

V = volume da solução (L);

m<sub>1</sub> = massa do soluto em gramas;

M<sub>1</sub> = massa molar do soluto em g/mol;

**1.2.9 - Concentração Molal ou molalidade (W):** É a unidade de concentração que expressa a quantidade de matéria, número de mol, do soluto existente em cada 1 quilograma de solvente.

$$W = \frac{n_1}{m_2 \text{ (kg)}} \quad n_1 = \frac{m_1}{M_1} \quad W = \frac{m_1}{M_1 \cdot m_2 \text{ (kg)}}$$

Onde:

W = molalidade (mol/Kg);

n<sub>1</sub> = número de mols do soluto (mol);

m<sub>2</sub> = massa do solvente (Kg);

m<sub>1</sub> = massa do soluto em gramas;

M<sub>1</sub> = massa molar do soluto em g/mol;

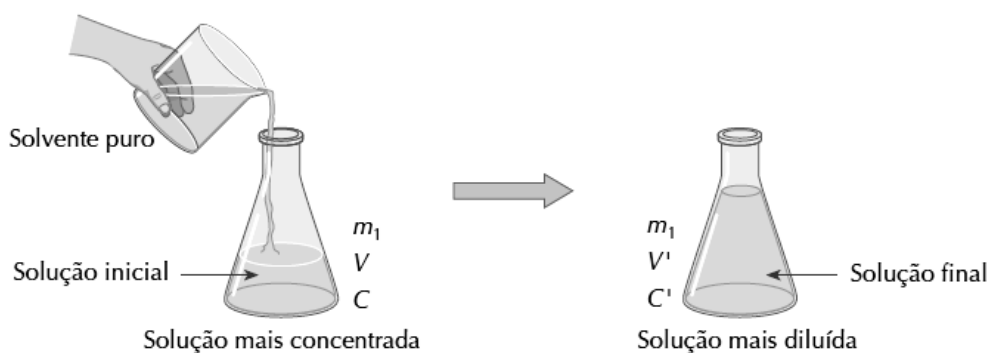
**Relações entre a concentração, o título, a densidade e a molaridade:**

$$C = Mr \cdot MM_1 = T \cdot d \cdot 1000$$

### Atividades de unidades de concentração

- 1) Tem-se um frasco de soro glicosado, a 5%. Para preparar 1 kg desse soro, quantos gramas de glicose devem ser dissolvidos em água?
- 2) Em um frasco de laboratório de ácido sulfúrico comercial encontra-se as seguintes informações: 95% de pureza (em massa) e densidade de 1,86 g/mL. Qual a concentração deste ácido em mol/L? (Dados: H = 1; S = 32; O = 16)
- 3) Qual é a massa, em gramas, de hidróxido de sódio necessária para se preparar 500 mL de uma solução aquosa 2,0 mol/L? (Dados: H = 1u; Na = 23u; O = 16u)
- 4) A concentração do ácido acético ( $C_2H_4O_2$ ) em uma certa amostra de vinagre foi determinada, encontrando-se o valor de 0,80 mol/L. A massa de ácido acético, em gramas, em um litro desse vinagre é: (Dados: H = 1u; C = 12u; O = 16u)
- 5) A contaminação de águas e solos por metais pesados tem recebido grande atenção dos ambientalistas, devido à toxicidade desses metais ao meio aquático, às plantas, aos animais e à vida humana. Dentre os metais pesados há o chumbo, que é um elemento relativamente abundante na crosta terrestre, tendo uma concentração ao redor de 20 ppm (partes por milhão). Uma amostra de 100 g da crosta terrestre contém um valor médio, em mg de chumbo, igual a:
- 6) É comum, nos noticiários atuais, encontrarmos reportagens sobre os altos índices de contaminação e poluição ambiental. Uma água contaminada com mercúrio contém 0,01% em massa dessa substância. Qual é a quantidade de mercúrio nessa água, em ppm (partes por milhão)?

**3 – Diluição de soluções** - Procedimento em que consiste adicionar mais solvente aumentando o volume da solução, porém mantendo a mesma quantidade do soluto, resultando uma solução com uma menor concentração do soluto na solução. Vejamos no esquema abaixo:



**Demonstração do processo de diluição de uma solução.**

Fonte: Universo da Química

Solução inicial (i)		Procedimento		Solução final (f)
$n_1(i)$				$n_1(i) = n_1(f)$
$V(i)$		Volume de $H_2O$	$\rightarrow$	$v(f) = v(i) + v_{H_2O}$
$Mr(i)$				$Mr(i) > Mr(f)$

Levando-se em conta:  $Mr = n_1 / V$  e  $n_1 = Mr \cdot V$

$$n_{1(i)} = n_{1(f)}$$

Logo:

$$Mr(i) \cdot V(i) = Mr(f) \cdot V(f)$$

### Atividades de diluição de soluções

1) Um estudante de química deseja preparar 250 mL de uma solução de sacarose na concentração de 0,10 mol/L, mas dispõe apenas de uma solução estoque do mesmo composto na concentração de 0,25 mol/L. Qual deve ser o volume de água a ser completado para que o estudante obtenha a solução desejada?

2) Um frasco no laboratório contém uma solução comercial de HCl de densidade de  $1,18\text{g/cm}^3$  e de 36,5% em peso. Descreva como se deve proceder na prática laboratorial para preparar 1L de solução 0,1 mol/L deste ácido. Dados: H = 1; Cl = 35,5

3) Na preparação de 750mL de solução aquosa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de concentração igual a 3,00 mol/L a partir de uma solução-estoque de concentração igual a 18,0 mol/L, é necessário utilizar um volume da solução-estoque, expresso, em mL, igual a:

4) Na preparação de 200 mL de uma solução aquosa 1M de ácido clorídrico, um estudante dispõe de uma solução aquosa 5M desse ácido. Qual o volume da solução inicial que será utilizado?

## Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação.

### 1 – Cloração

A portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, estabelece que toda água para o consumo humano, obrigatoriamente, deve passar pelo procedimento de desinfecção denominado como etapa na estação de tratamento de água como cloração. A cloração é uma etapa que visa a inativação dos micro-organismos causadores de diversas doenças patológicas ao ser humano. Vejamos abaixo exemplos de doenças que são veiculadas pela água e seus agentes:

<b>DOENÇAS CAUSADAS POR BACTÉRIAS</b>	<b>AGENTES PATOGÊNICOS</b>
Febre tifoide e paratifoide	Salmonella typhi Salmonella paratyphi A e B
Disenteria bacilar	Shigella sp
Cólera	Vibrio Cholerae
Gastroenterites agudas e diarreias	Escherichia coli enterotóxica Campilobacter Yersinia enterocolítica Salmonella sp Shigella sp
<b>DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS</b>	<b>AGENTES PATOGÊNICOS</b>
Hepatite A e E	Vírus da hepatite A e E
Poliomielite	Vírus da poliomielite
Gastroenterites agudas e crônicas	Rotavirus Enterovirus Adenovirus
<b>DOENÇAS CAUSADAS POR PARASITAS</b>	<b>AGENTES PATOGÊNICOS</b>
Disenteria amebiana	Entamoeba histolytica
Gastroenterites	Giardia lamblia Cryptosporidium

**Tabela 6 – Relação de doenças veiculadas da água**  
**Fonte: Manual de cloração de água em pequenas comunidades**

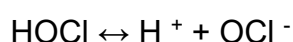
Os principais produtos do cloro utilizados para esta etapa da desinfecção da água são:

- Cloro gasoso;
- Cal clorada;
- Hipoclorito de sódio;
- Hipoclorito de cálcio.

O cloro ( $\text{Cl}_2$ ) é o agente desinfetante mais utilizado nas estações de tratamento de água, podendo se apresentar na forma líquida, sólida e gasosa. O principal mecanismo deste agente desinfetante e dos demais produtos contendo cloro, para a inativação dos agentes patológicos, é de promover a destruição ou desarranjo na estrutura celular dos patógenos, promovendo interferências em seus metabolismos energéticos, e em seus processos bioquímicos de crescimento e desenvolvimento. A portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, estabelece em seu Art. 34: “É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede)”.

### **Reações dos principais produtos à base de cloro com a água:**

#### **a) Cloro gasoso**

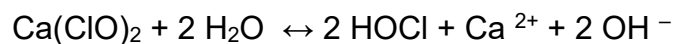


#### **b) Hipoclorito de sódio**





### c) Hipoclorito de cálcio



Nota-se que nestes produtos da família do cloro, todos na presença da água formam o ácido hipocloroso (HOCl), o qual uma vez formado dependendo do pH da água pode ionizar-se formando o íon hipoclorito (OCl<sup>-</sup>), onde, caso a água esteja com um pH ácido permanece na forma principalmente de ácido hipocloroso e em um pH alcalino na forma do íon hipoclorito, constituindo o que é denominado de cloro residual livre da água.

Existem vários métodos para se determinar a concentração de cloro residual da água como por exemplo:

**a) Método do DPD (N,N-dietil-para-fenileno diamina) –** Onde pastilhas de DPD dissolvidas na amostra de água a ser analisada reagem com o cloro produzindo uma coloração rosa, na qual sua intensidade é relacionada a concentração de cloro existente na amostra.



Figura 12 - Teste para cloro livre e total Mcolortest

Fonte: [casalab.com](http://casalab.com)

**b) Método da ortotolidina –** Este método consiste na reação do composto ortotolidina com o cloro promovendo uma coloração amarela característica, na qual, sua intensidade é relacionada a concentração do cloro na

amostra de água analisada. Este método é muito utilizado para determinar a concentração de cloro de águas de piscinas.



Figura 13 - Kit de teste de cloro e de pH

Fonte: zanotellialvorada.com

## 2 – Fluoretação

A fluoretação em água de abastecimento público, em uma Estação de Tratamento de Água, é uma medida que tem por finalidade fazer a prevenção da cárie dental, a qual segundo últimas pesquisas chegam a afirmar a prevalência de cárie dental entre 50% e 65% da população. A cárie dental é uma doença infectocontagiosa, crônico-degenerativa e açúcar dependente dos tecidos dentários, um problema causada pela ação de enzimas liberadas por certas bactérias na cavidade bucal (*Streptococcus mutans* e *Lactobacillus acidófilus*), as quais uma vez se utilizando de restos de alimentos açucarados, fermenta-os resultando em um ácido que é responsável pela desmineralização do esmalte dos dentes, permitindo que o mesmo fique vulnerável a cavitação. O flúor torna-se um importante auxiliar na prevenção da cárie, pois o mesmo previne a desmineralização dos dentes e conseqüentemente favorece a remineralização dentária, impedindo a cavitação.

A portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre as normas e padrão de potabilidade da água para consumo humano, estabelece que o valor máximo permitido de fluoretos seja de 1,5 mg/L. Abaixo deste valor sua eficácia fica comprometida, e acima, pode provocar toxicidade aguda ou crônica. Na toxicidade crônica resulta em quadro chamado de fluorose, o qual evidencia pela presença de formação de manchas esbranquiçadas no esmalte do dente.

Os principais compostos de Flúor normalmente utilizados são:

- Fluoreto de Cálcio ou Fluorita ( $\text{CaF}_2$ );
- Fluossilicato de Sódio ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ );
- Fluoreto de sódio ( $\text{NaF}$ );
- Ácido Fluossilícico ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ).

Nas estações de tratamento de água no Brasil, geralmente utilizam para a etapa da fluoretação, os produtos químicos fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico.

### Atividades de cloração e fluoretação

**1) (ENEM) - Uma empresa especializada em conservação de piscinas utiliza um produto para tratamento da água cujas especificações técnicas sugerem que seja adicionado 1,5 ml desse produto para cada 1000 l de água da piscina. Essa empresa foi contratada para cuidar de uma piscina de base retangular, de profundidade constante igual a 1,7 m, com largura e comprimento iguais a 3 m e 5 m, respectivamente. O nível da lâmina d'água dessa piscina é mantido a 50 cm da borda da piscina. A quantidade desse produto, em mililitro, que deve ser adicionada a essa piscina de modo a atender às suas especificações técnicas é:**

- a) 11,25
- b) 27,00
- c) 28,80
- d) 32,25
- e) 49,50

**2) Considerando que o produto comercial, cloro para piscina, garante teor de cloro livre de aproximadamente 65% e que o teor recomendado de cloro ativo está na faixa de 1,0 a 3,0 mg/L, responda: sobre a adição de 160 g de cloro (produto comercial) numa piscina de 40 m<sup>3</sup> de água, podemos afirmar que:**

- a) a quantidade é insuficiente para atingir os níveis desejáveis de cloro ativo;
- b) a quantidade é superior à recomendada;
- c) a concentração resultante é exatamente de 5,2 mg/L de cloro ativo;
- d) a quantidade está adequada à recomendação;
- e) a quantidade exata de cloro ativo na solução é de 2,6 mg/L.

**3) A fluoretação de águas é utilizada para diminuir a incidência de cáries na população. Um dos compostos utilizados para esse fim é o fluoreto de sódio (NaF). Sabe-se que a água para consumo apresenta, aproximadamente, uma concentração de íon fluoreto igual a 1 mg/L. Assinale a massa, em gramas, de fluoreto de sódio necessária para fluoretar 38.000 litros de água para consumo.**

- a) 8,4.
- b) 16,8.
- c) 84,0.
- d) 168,0.

**4) (ENCE-UERJ-Cefet-UFRJ) Para a prevenção de cáries, em substituição à aplicação local de flúor nos dentes, recomenda-se o consumo de "água fluoretada". Sabendo que a porcentagem, em massa, de fluoreto de sódio na água é de  $2 \cdot 10^{-4}\%$ , um indivíduo que bebe 1 litro dessa água, diariamente, terá ingerido uma massa desse sal igual a: (densidade da água fluoretada: 1,0 g/mL).**

- a)  $2 \cdot 10^{-3}$  g.    b)  $3 \cdot 10^{-3}$  g.    c)  $4 \cdot 10^{-3}$  g.    d)  $5 \cdot 10^{-3}$  g.    e)  $6 \cdot 10^{-3}$  g.

**5) (UFSCar-2002) O flúor tem um papel importante na prevenção e controle da cárie dentária. Estudos demonstram que, após a fluoretação da água, os índices de cáries nas populações têm diminuído. O flúor também é adicionado a produtos e materiais odontológicos. Suponha que o teor de flúor em determinada água de consumo seja 0,9 ppm (partes por milhão) em massa. Considerando a densidade da água 1 g/mL, a quantidade, em miligramas, de flúor que um adulto ingere ao tomar 2 litros dessa água, durante um dia, é igual a:**

Resolução:

6) (PUC – RS-2006) O Ministério da Saúde recomenda, para prevenir as cáries dentárias, 1,5 ppm (mg/L) como limite máximo de fluoreto em água potável. Em estações de tratamento de água de pequeno porte, o fluoreto é adicionado sob forma do sal flúor silicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ; MM = 188g/mol). Se um químico necessita fazer o tratamento de 10000 L de água, a quantidade do sal, em gramas, que ele deverá adicionar para obter a concentração de fluoreto indicada pela legislação será, aproximadamente, de:

Resolução:

### **Atividade laboratorial:**

#### **1º Procedimento - Dosagem do teor de cloro livre da água pelo Kit Estojo Teste Medidor de pH e Cloro**

Sabe-se que tudo que consome o cloro de produtos comerciais, como por exemplo, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio, em uma piscina, inclusive os microrganismos e a matéria orgânica, constituem o que chamamos de demanda de cloro. O que sobra de cloro depois desta demanda é denominado de cloro residual livre. Para que a piscina possa estar em condições desejáveis para o seu uso é necessário que esteja com um teor de cloro residual livre em um intervalo compreendido entre 1 a 3 ppm, pois esta concentração garante e assegura a destruição contínua dos microrganismos.

Levando-se em considerações o texto acima descrito, determine a quantidade necessária de hipoclorito de sódio (12% de teor de cloro) e de hipoclorito de cálcio (65% de teor de cloro), para atender as especificações recomendadas do uso adequado de uma piscina, utilizando-se para tal um volume de 1000 mL de água destilada, em seguida dosar o teor de cloro livre pelo método da ortotulidina pelo Kit Estojo Teste Medidor de pH e de cloro.

**Materiais e reagentes**

- Balança analítica;
- Espátula;
- Copo de Béquer de 1000 mL;
- Bastão de vidro;
- Conta gotas;
- Kit Estojos Teste Medidor de pH e de cloro;
- Hipoclorito de sódio a 12% de cloro;
- Hipoclorito de cálcio a 65% de cloro;
- Água destilada;

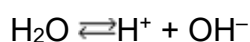
## MÓDULO 05

### Equilíbrio químico iônico da água: pH e pOH

Etapa da estação de tratamento de água: Correção do pH

Atividade laboratorial: Determinação do pH da água

### EQUILÍBRIO IÔNICO DA ÁGUA



A constante de ionização da água pode ser determinada pela equação:

$$K_i = [\text{H}^+].[\text{OH}^-] / [\text{H}_2\text{O}]$$

$$K.[\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+].[\text{OH}^-]$$

$$K_w = [\text{H}^+].[\text{OH}^-]$$

O produto iônico da água,  $K_w$ , tem valor igual a  $10^{-14}$  a 25 °C.  $K_w$  é uma constante de equilíbrio e como tal não é afetada pela variação na concentração de  $\text{H}^+$  ou  $\text{OH}^-$ , mas varia com a temperatura.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$K_w = (10^{-7}) \cdot (10^{-7})$$

$$K_w = 10^{-14}$$

- Para soluções ácidas:  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
- Para soluções básicas:  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$
- Para soluções neutras (ou água pura):  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

A 25 °C podemos afirmar que:

**Soluções ácidas**

$$[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ mol/L}$$

**Soluções Básicas ou alcalinas**

$$[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ mol/L}$$

**Soluções neutras**

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/L e } [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

**Potencial hidrogeniônico (pH) e Potencial hidroxiliônico (pOH)**

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

**Variação do pH e do pOH em função das concentrações de  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$ , a 25 °C**

Solução ácida:  $\text{pH} < 7$  e  $\text{pOH} > 7$

Solução básica:  $\text{pH} > 7$  e  $\text{pOH} < 7$

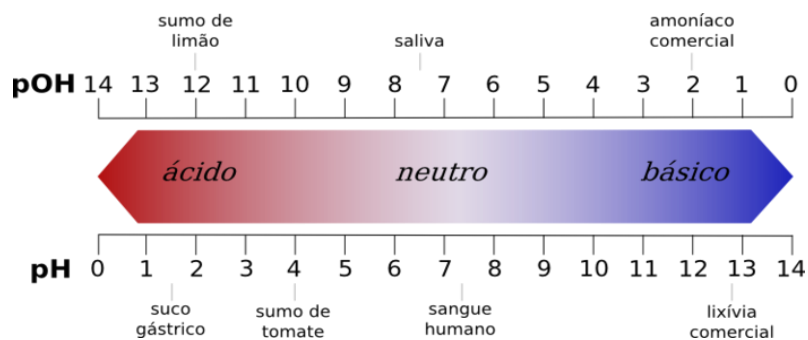
Solução neutra:  $\text{pH} = 7$  e  $\text{pOH} = 7$



### Relação entre pH e pOH (25 °C)

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

### Escala de pH e pOH A 25°C



Fonte: pH – Wikipédia, enciclopédia livre.

Converta os valores de pH encontrados abaixo em:  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{OH}^-]$  e pOH .

Solução 01 – Bicarbonato de sódio – pH 7

Solução 02 – refrigerante – pH 5

Solução 03 – Hidróxido de magnésio – pH 12

Solução 04 – Limão – pH 2

Solução 05 – Hidróxido de sódio 0,1 mol/l

### Variação do pH com a diluição

1) Diluição de uma solução ácida: O potencial hidrogeniônico aumenta.

- Diluir de 1/10 de uma solução ácida – aumenta o pH em uma unidade;
- Diluir de 1/100 de uma solução ácida – aumenta o pH em duas unidades;

**2) Diluição de uma solução básica: O potencial hidrogeniônico diminui.**

- Diluir de 1/10 de uma solução básica – diminui o pH em uma unidade;
- Diluir de 1/100 de uma solução básica – diminui o pH em duas unidades;

**ATIVIDADES**

- 01) Calcular o pH de um meio cuja concentração hidrogeniônica é 0,01 mol/L.
- 02) Qual é o pH de uma solução cuja concentração hidroxiliônica é de 0,1 mol/L?
- 03) Foi preparada uma solução 0,04M de ácido clorídrico (HCl). Determine o seu pOH.
- 04) Foi preparada uma solução 0,8M de hidróxido de sódio (NaOH). Qual o seu pH?
- 05) A 45°C o produto iônico da água é igual a  $4 \times 10^{-14}$ . A essa temperatura o valor de  $[H^+]$  de uma solução aquosa neutra é:
- a)  $6 \times 10^{-7}$
  - b)  $2 \times 10^{-7}$
  - c)  $4 \times 10^{-7}$
  - d)  $2 \times 10^{-14}$
  - e)  $4 \times 10^{-14}$
- 06) Um estudante, visitando um laboratório, depara-se com dois frascos, 1 e 2.
- Frasco 1:  $HNO_3$  de concentração 0,01 mol/L.
  - Frasco 2: KOH de concentração 0,1 mol/L.
- Os valores de pH, a 25°C, para as soluções contidas nos frascos 1 e 2, são, respectivamente:
- a) 2 e 1.
  - b) 0,01 e 0,1.
  - c) 12 e 1.
  - d) 2 e 13.
  - e) 0 e 14.

07) Uma solução de um monoácido fraco de concentração igual a 0,25 mol/L apresenta grau de ionização igual a 0,4%. O pH desta solução é igual a:

08) O pH de uma solução aquosa 0,002 mol/L de hidróxido de bário, 100% dissociado, a 25°C, é: Dado:  $\log 2 = 0,3$

09) 50 cm<sup>3</sup> de uma solução aquosa de uma monobase (MOH) 0,3 mol/L, são diluídos com água destilada até completar o volume de 150 cm<sup>3</sup>, à temperatura ambiente. Calcule o pH da solução obtida, sabendo que nesta temperatura este soluto se encontra 40% dissociado.

10) Na temperatura ambiente, o pH de um certo refrigerante, saturado com gás carbônico, quando em garrafa fechada, vale 4. Ao abrir-se a garrafa, ocorre escape de gás carbônico. Qual deve ser o valor do pH do refrigerante depois de a garrafa ser aberta?

a) pH = 4.                      b)  $0 < \text{pH} < 4$ .                      c)  $4 < \text{pH} < 7$ .                      d) pH = 7.                      e)  $7 < \text{pH} < 14$ .

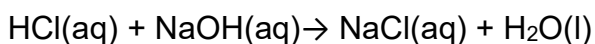
11) Quando a 1,0 L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,04 mol.L<sup>-1</sup> se adicionam 3,0 L de NaOH 0,04 mol.L<sup>-1</sup>, a solução resultante terá pH:

12) Qual o pH de uma solução de NH<sub>4</sub>OH 0,02 M que está 0,5% ionizada?

13) A operação na qual se adiciona a solução padrão, gota a gota, à solução problema, chama-se titulação. Este tipo de análise é muito importante e pode ser usado inclusive para determinação de pureza. Titulou-se 10 mL de uma solução aquosa de HCl gastando-se 20 mL de NaOH de concentração igual a 0,1 mol/L. Sobre esse procedimento, assinale a alternativa FALSA:

a) Como houve neutralização total, a solução resultante terá pH = 7.

b) A equação balanceada da reação é:

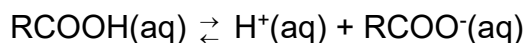


c) O pH da solução padrão (NaOH) é igual a 1.

d) A concentração do HCl em g/L é 7,3.

e) Na titulação, o término da reação pode ser evidenciado com o uso de indicadores.

14) Um ácido carboxílico RCOOH se dissocia em solução aquosa segundo a reação abaixo.



Se uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  desse ácido é 10% dissociada, qual o valor do pH da solução?

15) A concentração do ácido acético ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) em uma solução foi determinada, encontrando-se o valor de  $5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ . Considerando a constante de equilíbrio ( $K_a$ ) do ácido acético igual a  $2 \times 10^{-5}$ , o pH dessa solução é:

16) Considere um béquer contendo 1,0 L de uma solução 0,20 mol/L de ácido clorídrico (HCl). A esta solução foram adicionados 4,0 g de hidróxido de sódio sólido (NaOH), agitando-se até sua completa dissolução. Considerando que nenhuma variação significativa de volume ocorreu e que o experimento foi realizado a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , assinale a afirmativa CORRETA:

a) A solução resultante será neutra e terá pH igual a 7.

b) A solução resultante será básica e terá pH igual a 13.

c) A solução resultante será ácida e terá pH igual a 2.

d) A solução resultante será ácida e terá pH igual a 1.

e) A solução resultante será básica e terá pH igual a 12.

## Atividade laboratorial- Parte experimental

### a) Construção da escala de pH e pOH;

**1- Objetivo:** Constituir uma escala de pH apropriando-se do conceito de diluição de soluções, a qual, por comparação, determinar aproximadamente o caráter ácido – básico de utensílios domésticos.

### 2- Materiais e equipamentos:

- Tubos de ensaio;
- Estante para tubo de ensaio;
- Pera de sucção;
- Pipetas de 10 mL (1/10);
- Pipetas de 5 mL (1/10);
- Conta gotas.
- Equipamento de proteção individual;

### 3- Reagentes:

- Solução concentrada de ácido clorídrico;
- Solução concentrada de hidróxido de sódio;
- Água destilada;
- Indicadores ácido – básico;
- Ácido sulfúrico a 0,1 mol/L;
- Permanganato de potássio a 0,04 mol/L.

**4- Procedimento** - A partir de soluções concentradas de ácido clorídrico (33% a 37 % m/v) e de hidróxido de sódio P.A ou de 97% de pureza, realizar diluições (1/10) em tubos de ensaios para que se possa obter várias soluções de pH 0 a 6 e 8 a 14. Para o tubo de ensaio de pH 7, utilizar água destilada. Em seguida nos respectivos tubos de ensaios, colocar um indicador ácido - base apropriado, e constituir uma escala de pH, para conseguir determinar o caráter acidobásico, de diversos utensílios domésticos, como por exemplo: vinagre, suco de limão, shampoo, detergente, leite, água sanitária, água de torneira, águas minerais, etc.

## 5 - Resultados e Discussão

Apresente todos os resultados obtidos no ensaio realizado, discuta com os demais alunos as observações e resultados obtidos de maneira pertinentes durante o ensaio e faça as suas conclusões.

### **b) Determinação do pH da água residencial e de várias marcas comerciais:**

**1- Objetivo:** Determinar o pH de várias amostras de água de procedência doméstica e comercial, para a verificação da conformidade do artigo 39 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

#### **2- Materiais e equipamentos:**

- Copos e Becker;
- pHMetro digital ;
- pHMetro de Bancada;
- Tira de pH-fix 0 – 14;
- Equipamento de proteção individual;

#### **3- Reagentes:**

- Amostras de água;
- Água destilada;

**4- Procedimento** - Determinar o pH da água da água residencial e de várias marcas comerciais através das escalas de pH constituídas nas atividades anteriores e pelo método potenciométrico, utilizando o pHMetro digital, pHMetro de Bancada e pela tira de pH-fix 0 – 14, para verificação da conformidade do artigo 39 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que trata das conformidades organoléptica de potabilidade da água quanto ao seu pH.

## 5 - Resultados e Discussão

Apresente todos os resultados obtidos no ensaio realizado, discuta com os demais alunos as observações e resultados obtidos de maneira pertinentes durante o ensaio e faça as suas conclusões.

## **MÓDULO 06**

### **Visita a Estação de Tratamento de Água**

Monte um mapa conceitual representando as etapas existentes em uma estação de tratamento de água e em seguida descreva resumidamente cada etapa existente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ATIKINS, P.; JONES, L.; **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**, 3a ed., Bookman: Porto Alegre, 2006.
- 2- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília/DF, 14 dez. 2011.
- 3- BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de fluoretação da água para consumo humano / Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: Funasa, 2012.
- 4- BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: Funasa, 2014.
- 5- BROWN, T. L.; LEMEY Jr., H. E.; BURTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- 6- Colombo. Apostila da Prática de floculação Jar Test em água. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 2010.
- 7- DANTAS, C. A. F.; MORGADO, A. F.; PEREIRA, N. C.; CAMPREGHER, N. **Teste dos Jarros. Prática viabilizada pelo Projeto Fungrad 2003- processo no 322/2003** – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- 8- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2005.
- 9- KOTZ, J. C.; TREICHEL, Jr. P. M. **Química e Reações Químicas**, 5<sup>a</sup>. ed., Pioneira Thomson: São Paulo, 2005, vol. 1.
- 10- LENZI, E.; LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B. **Introdução a Química da água / Ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- 11- LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.



- 12- OHLWEILER, O. A. **Química Analítica Quantitativa**, 3ª ed., Livros Técnicos e Científicos: Rio de Janeiro, 1981, vol. 2.
- 13-RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.
- 14- ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. Editora Bookman, 2004.
- 15-RUSSEL, J. B. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, 1994. Volume 1.
- 16-SILVA, J. S. **Análise das diretrizes do plano nacional de recursos hídricos no contexto internacional de governança da água**. UFSC, Florianópolis, 2008.
- 17-SOUZA, M. H. S. **Guia Prático para Curso de Laboratório**. São Paulo: Scipione, 2002.
- 18- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ CENTRO DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL. **Relatório sobre pH, Alcalinidade, Cor, Turbidez e Jartest**.
- 19- VALADARES, E. C.(2001): **“Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade”**, in: Química Nova na Escola, n.º 13, pp. 38-40.
- 20- VIEGAS, A. R.; VIEGAS, I.; CASTELLANOS, R. A. **Fluoretação da água de abastecimento público**. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**. São Paulo, v. 41, n. 4, p.2002-2004.
- 21- VOGEL, A. I. **Análise Quantitativa Inorgânica**. 5ª ed., Livros Técnicos e Científicos: Rio de Janeiro, 1992.



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**MEDIANEIRA – PARANÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**  
**EM REDE NACIONAL – PROFQUI**

**APÊNDICE H**

**QUESTIONÁRIO DA PESQUISA QUANTO A PROPOSIÇÃO, VALIDAÇÃO DA  
 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E DO GUIA DIDÁTICO DE APOIO**

Número do aluno da SD: \_\_\_\_\_.

**1. INFORMAÇÕES RELACIONADAS A SEQUÊNCIA DIDÁTICA:**

A) Qualidade da sequência didática.

Aspectos avaliados	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Tema norteador - ETA				
Apresentação geral				
Clareza da linguagem				
Clareza nos conceitos				
Atividades teóricas				
Atividades laboratoriais				
Contextualização com o tema norteador				

B) Você acha que seja possível utilizar esta forma de didática ativa, através de uma SD contextualizada com vários conceitos de química para a reintegração de conteúdos para os alunos que iniciam sua graduação em química?

( ) sim

( ) não

Caso sua resposta seja sim responda o porquê.

---



---



---

Faça caso assim desejar sugestões ou considerações sobre a sequência didática:

---



---

## 2. INFORMAÇÕES RELACIONADAS QUANTO A QUALIDADE E A CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA DO GUIA DIDÁTICO DE APOIO:

A) Qualidade do guia didático de apoio.

Aspectos avaliados	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Apresentação geral				
Clareza da linguagem				
Clareza nos conceitos				
Recursos didáticos				
Relação teoria e experimentos laboratoriais				
Contextualização dos conceitos Químicos				

## B) Contribuições do Guia Didático para o ensino e aprendizagem de Química.

Aspectos avaliados	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Prática de ensino por meio da experimentação				
Aprendizagem de Química Orgânica através da experimentação				
Recursos didáticos				
Relação teoria experimento				
Abordagem interdisciplinar				
Contextualização dos conceitos químicos				

Faça caso assim desejar sugestões ou considerações sobre o material didático de apoio:

---

---



## ATIVIDADE COMPLEMENTAR DO MÓDULO 01

### APÊNDICE I

#### Ciclo biogeoquímico – ciclo da água

#### Funcionamento de uma Estação de Tratamento de Água

ALUNO DA SD - \_\_\_\_\_

**01) (ENEM)** - O sol participa do ciclo da água, pois além de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. O vapor da água, ao se resfriar, condensa em minúsculas gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos ventos de uma região para outra. Com a condensação e, em seguida, a chuva, a água volta à superfície da Terra, caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessa água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoar superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios e lagos.

Esse processo é chamado de ciclo da água. Considere, então, as seguintes afirmativas:

- I. A evaporação é maior nos continentes, uma vez que o aquecimento ali é maior do que nos oceanos.
- II. A vegetação participa do ciclo hidrológico por meio da transpiração.
- III. O ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem na litosfera, na atmosfera e na biosfera.
- IV. A energia gravitacional movimenta a água dentro do seu ciclo.
- V. O ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência humana, podendo apresentar desequilíbrios.

- a) Somente a afirmativa III está correta.
- b) Somente as afirmativas III e IV estão corretas.

- c) Somente as afirmativas I, II e V estão corretas.
- d) Somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas.
- e) Todas as afirmativas estão corretas

**02) (<https://www.confiraconcursos.com.br>) - Analise as afirmativas abaixo em relação aos conceitos.**

1. Água Tratada: água adequada ao consumo humano, e que, portanto, pode ser ingerida com segurança pela população. Para isto, deve apresentar características físicas, químicas, biológicas e organolépticas em conformidade com a legislação específica.
2. Água Potável: água que, após a captação, sofre transformações através dos processos de tratamento, vindo a se adequar aos usos a que está prevista.
3. Água Bruta: água in natura retirada de rio, lago, lençol subterrâneo ou outro manancial, possuindo, cada uma, determinada qualidade.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

- a) É correta apenas a afirmativa 3.
- b) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.
- c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.
- d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.
- e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

**03) (FUVEST SP) - A obtenção de água doce de boa qualidade está se tornando cada vez mais difícil devido ao adensamento populacional, às mudanças climáticas, à expansão da atividade industrial e à poluição. A água, uma vez captada, precisa ser purificada, o que é feito nas estações de tratamento. Um esquema do processo de purificação é:**

→  A →  B →  C →  D →  E →  F

**Em que as etapas B, D e F são:**

B – adição de sulfato de alumínio e óxido de cálcio,

D – filtração em areia,

F – fluoretação.

Assim sendo, as etapas A, C e E devem ser, respectivamente:

- a) filtração grosseira, decantação e cloração.
- b) decantação, cloração e filtração grosseira.
- c) cloração, neutralização e filtração grosseira.
- d) filtração grosseira, neutralização e decantação.
- e) neutralização, cloração e decantação.

**04) (<https://www.confiraconcursos.com.br>) - O tratamento da água de abastecimento passa por algumas etapas. Dentre elas tem-se a definição:**

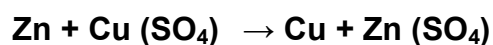
“Após a formação dos flocos, a água é conduzida para este processo, no qual se promove a sedimentação dos flocos formados, retirando, assim, parte das impurezas contidas na água. Esse fenômeno ocorre porque os flocos que são mais pesados do que a água, pela ação gravitacional, ficam depositados no tanque.”

A definição acima está relacionada à etapa denominada:

- a) Flotação.
- b) Filtração.
- c) Fluoretação.
- d) Decantação.
- e) Coagulação.

**ATIVIDADE COMPLEMENTAR DO MÓDULO 02****APÊNDICE J****Reação de oxirredução. Pré cloração.****ALUNO DA SD - \_\_\_\_\_**

**01) Ao se introduzir uma lâmina de zinco numa solução de sulfato de cobre, ocorre uma reação de óxido-redução representada abaixo. Após alguns minutos, pode-se observar que:**



- a) o metal zinco foi reduzido.
- b) a concentração de íons zinco não se alterou.
- c) a concentração de íons cobre diminuiu.
- d) os íons cobre foram oxidados.
- e) a concentração de íons cobre permaneceu inalterada.



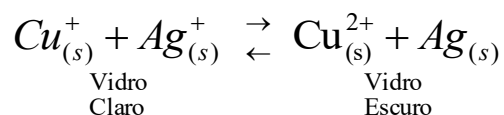
02) (UERJ) - Um dos métodos empregados para remover a cor escura da superfície de objetos de prata, consiste em envolver os objetos em folha de alumínio e colocá-los em água fervente com sabão de coco (meio básico). A equação que representa a reação redox é:



Em relação à transformação ocorrida, conclui-se que o:

- a)  $\text{Ag}_2\text{S}$  é oxidante .
- b) Ag cede elétrons.
- c) íon  $\text{Ag}^+$  é oxidado.
- d) íon  $\text{S}^{2-}$  é oxidado.
- e) Al recebe elétrons.

03) (UFOP MG) - Lentes do tipo *best gray*<sup>®</sup> e *transitions*<sup>®</sup> são fabricadas com vidros chamados fotocromáticos. Esses vidros contêm íons prata e íons cobre que participam de um equilíbrio de oxirredução representado simplificada pela seguinte equação:



Fonte: Lenscope

Sob efeito de sol forte, a alta energia da luz ultravioleta provoca a formação de átomos de prata, e a lente escurece. Quando a intensidade da luz é reduzida, a reação se inverte, e a lente fica mais clara. Assim, quando a lente escurece, podemos dizer que:

- a) o íon  $\text{Ag}^+$  atua como doador de elétrons.
- b) o íon  $\text{Cu}^+$  atua como agente redutor.
- c) o íon  $\text{Ag}^+$  é oxidado.
- d) o íon  $\text{Cu}^+$  é reduzido.

### Texto para leitura

A água no abastecimento de uma população requer padrões de qualidade. Logo, ela não deve apresentar aspectos, como por exemplo, odor, sabor e aparência desagradáveis, bem como, não deve conter substâncias químicas e microrganismos que sejam prejudiciais à saúde humana. Um dos parâmetros que pode tornar a água desagradável para o seu consumo é a presença considerável de íons metálicos como o  $\text{Fe}^{2+}$  e o  $\text{Mn}^{2+}$ , os quais uma vez oxidados ao entrarem em contato com o ar acabam se precipitando na forma de substâncias insolúveis, o que resulta no comprometimento do sabor, coloração e odor da água. Para retirada destes compostos constituídos por estes íons metálicos, utilizam-se vários métodos em estações de tratamento de água, como por exemplo: aeração, agentes oxidantes e conseqüentemente a retirada destes precipitados por meio de filtração ou na retenção em filtros adaptados com presença de carvão ativado.



Fonte: Minilua

**04) (Fonte: ITAIPU – BINACIONAL Concurso Público – Edital 1008/2017) -** A disponibilidade de água, tanto em quantidade como em qualidade, é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento das cidades. No Paraná, em grande parte dos municípios, a água é captada em mananciais subterrâneos, pois são menos susceptíveis a flutuações sazonais e secas prolongadas, podem estar próximos dos pontos de abastecimento e não necessitam de tratamento convencional, por apresentarem água de qualidade superior aos mananciais superficiais. Porém, em alguns casos, em função das características do solo, podem apresentar altas concentrações de ferro, cálcio e manganês.

Com relação à presença de ferro e manganês em mananciais subterrâneos e superficiais, assinale a alternativa correta.

- a) Os íons de ferro e manganês em águas destinadas ao abastecimento causam depósitos, incrustações e possibilitam o aparecimento de bactérias ferruginosas nocivas nas redes de abastecimento, além de serem responsáveis pelo aparecimento de gosto e odor, manchas em roupas e aparelhos sanitários e interferir em processos industriais.
- b) O ferro e o manganês são dissolvidos pela água subterrânea, que tem baixo conteúdo de  $\text{CO}_2$  e alto pH.
- c) A oxidação química do ferro não é condição necessária para o tratamento, uma vez que diminui a concentração solúvel do metal, proporcionando sua remoção em processos que empregam separação sólido/líquido.
- d) A remoção de ferro e manganês é realizada no tratamento de ciclo completo ou ETA convencional (coagulação-floculação sedimentação-filtração).
- e) Na presença de matéria orgânica, a concentração total ou dissolvida de ferro ou manganês pode ser determinada por meio da análise de absorção atômica ou pelo método da fenantrolina, mais adequada para determinação da concentração total de  $\text{Fe}^{2+}$ .



## ATIVIDADE COMPLEMENTAR DO MÓDULO 03

### APÊNDICE K

#### Classificação da matéria. Separação de misturas.

#### Etapas para a clarificação da água - Coagulação, floculação, decantação e filtração

ALUNO DA SD - \_\_\_\_\_

01) (Fonte: ITAIPU – BINACIONAL Concurso Público – Edital 1008/2017) - A coagulação e a floculação são componentes essenciais dos sistemas convencionais de tratamento de água. Na etapa de coagulação, são adicionados coagulantes, sendo os mais utilizados o sulfato de alumínio e o cloreto férrico. Atualmente, muitas ETAs (operadas pela Companhia de Saneamento do Paraná), em função da qualidade das águas dos mananciais, já estão utilizando o policloreto de alumínio, comumente chamado de PAC. Independentemente do produto aplicado, esses sais, em solução, liberam espécies químicas de alumínio e ferro com alta densidade de cargas elétricas, os quais se unirão às partículas presentes na água bruta, que se encontram em estado coloidal, em função do tamanho, das cargas elétricas que possuem e do movimento browniano. Com relação à prática da coagulação, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

( ) A turbidez da água, a alcalinidade e o pH têm influência direta na reação do coagulante e na formação dos coloides.

( ) Águas de elevada turbidez e de alta alcalinidade são as mais difíceis de coagular: além do sulfato de alumínio ou do cloreto férrico, há necessidade de adição de polímeros como auxiliares de coagulação.

( ) Águas de baixa turbidez e baixa alcalinidade são as mais fáceis de coagular: o sulfato de alumínio e o cloreto férrico são bastante eficientes, independentemente do pH.

( ) Por causa do número e da complexidade das reações coagulantes, são necessários ensaios chamados de Jar teste ou teste de jarros, que simulam as etapas de coagulação, bem como a floculação e subsequente sedimentação,

variando o pH ou a quantidade de coagulante. Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

a) F – F – F – V.

b) V – V – F – F.

c) F – F – V – V.

d) V – F – F – V.

e) F – V – V – F

**02) (Fonte: ITAIPU – BINACIONAL Concurso Público – Edital 1008/2017) -**

Considere que numa ETA foram realizados dois testes de jarros, para uma turbidez da água bruta de 15 UNT e uma concentração de alcalinidade igual a 50 mg/L expressa em CaCO<sub>3</sub>, com o objetivo de verificar o pH e a dosagem ótima para essa condição de operação. É importante frisar que, ao final do tratamento da água, a turbidez deverá ficar igual ou abaixo do que é estabelecido pela portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Os testes foram sequenciais e o tempo de agitação foi de 30 minutos para cada teste. Os dados obtidos estão expressos na tabela a seguir:

Dados do Teste de Jarros 1 e 2						
Teste 1						
Jarros	1	2	3	4	5	6
pH	5	5,5	6	6,5	7	7,5
Concentração de sulfato de alumínio (mg/L)	10	10	10	10	10	10
Turbidez (NTU)	11	7	5,5	5,7	8	13
Teste 2						
Jarros	1	2	3	4	5	6
pH	6	6	6	6	6	6
Concentração de sulfato de alumínio (mg/L)	5	7	10	12	15	20
Turbidez (NTU)	14	9,5	5	4,5	6	13

Considerando os dados e resultados apresentados, assinale a alternativa correta.

- a) O pH ótimo é 5 e a dosagem ótima é de 12 mg/L.
- b) O pH ótimo é 5 e a dosagem ótima é de 12,5 mg/L.
- c) O pH ótimo é 6 e a dosagem ótima é de 10 mg/L.
- d) O pH ótimo é 6 e a dosagem ótima é de 12 mg/L.
- e) O pH ótimo é 6,5 e a dosagem ótima é de 10 mg/L.



## ATIVIDADE COMPLEMENTAR DO MÓDULO 04

### APÊNDICE L

**Estudo das Soluções – unidades de concentração e diluição.**

**Etapas da estação de tratamento de água: Cloração e fluoretação.**

**ALUNO DA SD - \_\_\_\_\_**

**01) Para limpeza de lentes de contato, é comum a utilização de solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (massa por volume). Um frasco contendo 0,5 litro desta solução terá uma massa de cloreto de sódio (NaCl), em gramas, igual a:**

**02) Soluções contendo hidróxido de sódio (NaOH) podem ser preparadas utilizando-se a água como solvente, devido à sua solubilidade em meio aquoso. Considerando essas informações, calcule a massa, em gramas, necessária para preparar 200 ml de solução de soda cáustica com concentração igual a 0,5 mol/ L. Dados: Na=23; O=16; H=1**

**03) Na preparação de 500 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de concentração 3 mol/L, a partir de uma solução de concentração 15 mol/L do ácido, deve-se diluir o seguinte volume da solução concentrada:**



## ATIVIDADE COMPLEMENTAR DO MÓDULO 05

### APÊNDICE M

#### Equilíbrio químico – pH e pOH

Etapas da estação de tratamento de água: Correção do pH.

ALUNO DA SD - \_\_\_\_\_

**01) A água destilada, após contato com a atmosfera, durante certo tempo, apresenta um pH menor que 7,0. Esse valor de pH deve-se à dissolução do seguinte composto na água:**

- a)  $H_2$
- b) NO
- c)  $CO_2$
- d)  $N_2O$

**03) Uma estação de tratamento de água para consumo humano (ETA) capta água de um manancial que em uma certa época do ano apresenta pH cerca de 4. Considerando-se que, pela Portaria do Ministério da Saúde 518/2004, na água tratada para consumo humano, recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5, assinale a maneira correta de, na ETA, aumentar o valor do pH de 4 para a faixa recomendada.**

- a) Adicionar dosagem adequada de um ácido como o ácido sulfúrico.
- b) Adicionar dosagem adequada de cloreto de sódio.
- c) Adicionar dosagem adequada de cloro.



d) Adicionar dosagem adequada de carvão ativado em pó.

e) Adicionar dosagem adequada de cal ou soda cáustica.

**04) Sobre o controle do pH, considere os itens abaixo e assinale a alternativa correta.**

**I. O pH é uma medida de acidez ou alcalinidade da água;**

**II. A água com um valor de pH menos que 7 é ácida;**

**III. A água com um valor de pH maior que 7 é alcalina.**

**Está(ão) correto(s) o(s) item(ns):**

a) I, apenas;

b) I e II, apenas;

c) II e III, apenas;

d) I e III, apenas;