

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**SILVANA RETAMOSO ZÜGE**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS CONCEITOS DE MISTURA E  
MÉTODOS DE SEPARAÇÃO UTILIZANDO UM MODELO EXPERI-  
MENTAL DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**Bagé**

**2017**

**SILVANA RETAMOSO ZÜGE**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS CONCEITOS DE MISTURA E  
MÉTODOS DE SEPARAÇÃO UTILIZANDO UM MODELO EXPERI-  
MENTAL DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Dr. Paulo Henrique Guadagnini

Coorientadora: Dra. Vania Elisabeth Barlette

**Bagé**

**2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

Z94s Züge, Silvana Retamoso  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS CONCEITOS DE MISTURA E MÉTODOS  
DE SEPARAÇÃO UTILIZANDO UM MODELO EXPERIMENTAL DE ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA / Silvana Retamoso Züge.

123 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2017.

"Orientação: Paulo Henrique Guadagnini".

1. Substâncias puras e misturas. 2. Métodos de separação.  
3. Experimentação. 4. Protótipo de estação de tratamento de  
água. I. Título.

**SILVANA RETAMOSO ZÜGE**

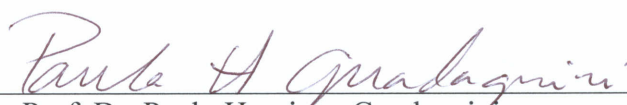
**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS CONCEITOS DE MISTURA E  
MÉTODOS DE SEPARAÇÃO UTILIZANDO UM MODELO EXPERI-  
MENTAL DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 14 de julho de 2017

Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini

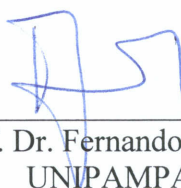
Orientador  
UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Elenilson Freitas Alves

UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Fernando Junges

UNIPAMPA

## AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder a oportunidade de cursar o mestrado, um sonho adiado muitas vezes por inúmeras razões.

Agradeço aos meus pais, a educação que recebi, o incentivo que sempre me deram, meu pai que já não está mais conosco deve estar orgulhoso onde estiver. À minha mãe, que sempre me ensinou a buscar o que realmente desejava, batalhando sempre.

Á minha irmã, pelos puxões de orelha que serviram de incentivo para não desistir.

Ao meu esposo, que sempre me acompanhou em todos os momentos, inclusive nas viagens à Bagé.

Ao meu filho João Vitor, espero que um dia ele entenda as minhas ausências, pois pensava muito nele. A busca pelo aperfeiçoamento profissional inclui também a esperança por um futuro melhor.

Aos colegas e amigos que conheci ao longo desta jornada, aos companheiros de viagem, agradeço os momentos que passamos juntos, Leonardo, Jaqueline e Cristiane pelo apoio e incentivo.

Aos colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências pelos momentos que compartilhamos juntos, Ana, Aline, Vanessa, Clarissa, Camila e Leonardo e demais colegas de outras turmas agradeço o carinho e a amizade de vocês.

Aos colegas de trabalho que acompanharam o desenvolvimento de minhas atividades e à direção da escola que me apoiou em todos os momentos.

Aos meus alunos, razão principal da busca por melhorias no ensino.

Aos professores do mestrado pelos ensinamentos e pela amizade que ficou.

Aos meus orientadores que me acolheram com muita paciência, carinho e atenção. Sou imensamente grata por ter sido orientada pelo professor Dr. Paulo Guadagnini e professora Dr<sup>a</sup> Vania Barlette.

À Capes e ao Obeduc pelo apoio financeiro e pelo compartilhamento de experiências.

A todos que me incentivaram e em especial dedico esta conquista ao meu anjinho Lucas, que mesmo não estando fisicamente entre nós tenho certeza que me ilumina sempre.

**“Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar o contrário”.**

**Albert Einstein**

## RESUMO

Este trabalho se insere no âmbito do ensino de química na educação básica, explorando especificamente os conceitos de substâncias puras, misturas e métodos de separação por meio de atividades experimentais investigativas com o uso de um modelo em microescala de uma estação de tratamento de água. Os participantes da pesquisa foram alunos de 9º ano do Ensino Fundamental e a proposta educacional foi aplicada numa escola pública estadual da cidade de São Borja, Rio Grande do Sul no componente curricular de ciências. Foi utilizado como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel em conjunto com o projeto de atividades que permitiram a participação ativa dos estudantes durante a construção do conhecimento. Neste trabalho são apresentadas três produções técnicas que foram desenvolvidas, sendo elas: (i) um teste de conhecimentos contendo questões de múltipla escolha validadas utilizando índices de dificuldade e de discriminação, (ii) um protótipo de uma estação de tratamento de água em pequena escala utilizando materiais de baixo custo e que procurou replicar alguns processos de separação de misturas utilizados em tratamento de água em larga escala e (iii) uma sequência didática com cinco atividades com o objetivo de contribuir para a aprendizagem dos conceitos de substâncias puras, misturas e processos de separação de misturas com o foco no uso de atividades experimentais com o protótipo da estação de tratamento de água e uma visita técnica à estação de tratamento de água da cidade de São Borja. A metodologia da pesquisa incluiu métodos quantitativos e qualitativos para avaliação da eficácia da sequência didática quanto à compreensão e o desempenho dos alunos acerca dos temas propostos. Os instrumentos de coleta de dados foram guias de atividades práticas respondidos pelos participantes da pesquisa, um teste conhecimentos e um teste de motivação para aprender, ambos aplicados antes e após a aplicação da sequência didática, um questionário de opinião dos participantes e as observações da professora pesquisadora. O teste de hipótese não paramétrico pareado e unilateral de Wilcoxon indicou uma melhoria estatisticamente significativa no desempenho dos participantes no teste de conhecimento após a aplicação da sequência didática. O ganho de aprendizagem normalizado médio para o teste de conhecimentos foi de 61,8%, indicando que para a turma como um todo houve um ganho significativo de aprendizagem após a aplicação da sequência didática proposta. Os resultados dos testes de motivação para aprender indicaram que os alunos da turma apresentavam uma motivação para aprender próximo do centro da escala utilizada. As análises das respostas dos participantes aos guias de atividades e questionário de opinião indicaram que os alunos participaram efetivamente das atividades e exercitaram suas habilidades de observação. Nas respostas aos guias de atividades observou-se uma tendência dos alunos em limitarem suas concepções de substância pura e mistura aos aspectos macroscópicos, sendo recomendado, portanto que o professor intensifique suas discussões referentes aos conceitos de mistura e substância pura na escala de dimensões atômicas. Concluímos que ensino dos conceitos de substâncias puras, misturas e métodos de separação com a utilização de um protótipo de estação de tratamento de água e atividades participativas tem potencial para contribuir para melhoria do aprendizado destes conceitos e promover a aproximação da realidade local e os conceitos químicos.

**Palavras-chave:** Substâncias puras e misturas. Métodos de separação. Experimentação. Protótipo de estação de tratamento de água.

## ABSTRACT

This study falls within the scope of basic education chemistry teaching, specifically exploring the concepts of pure substances, mixtures and separation methods through experimental investigative activities using a microscale model of a water treatment plant. The research participants were 9<sup>th</sup> grade students of elementary school and the educational proposal was applied at a public state school in the city of São Borja, Rio Grande do Sul, in the curricular component of science. Ausubel's theory of meaningful learning was used as a theoretical reference in conjunction with the project of activities that allowed the active participation of students during the construction of knowledge. This work presents three technical productions that were developed: (i) a knowledge test containing multiple choice questions validated using difficulty and discrimination indexes, (ii) a small scale prototype of a water treatment plant using low cost materials and sought to replicate some processes of separation of mixtures used in water treatment in large scale and (iii) a didactic sequence with five activities with the objective of contributing to the learning of the concepts of pure substances, mixtures and mixture separation processes with the focus on the use of experimental activities with the prototype of the water treatment plant and a technical visit to the water treatment plant of the city of São Borja. The research methodology included quantitative and qualitative methods for evaluating the effectiveness of the didactic sequence regarding students' comprehension and performance on the proposed topics. The data collection instruments were guides of practical activities answered by the participants of the research, a test of knowledge and a test of motivation to learn, both applied before and after the application of the didactic sequence, a questionnaire of opinion of the participants and the observations of the researcher. Wilcoxon's unilateral non-parametric hypothesis test indicated a statistically significant improvement in the performance of participants in the knowledge test after the application of the didactic sequence. The average standardized learning gain for the knowledge test was 61.8%, indicating that for the class as a whole there was a significant learning gain after the application of the proposed didactic sequence. The results of the motivation for learning tests indicated that the students in the class had a motivation to learn near the center of the scale used. The analyzes of the participants' responses to the activity guides and opinion questionnaire indicated that the students participated effectively in the activities and exercised their observation skills. In the responses to the activity guides it was observed a tendency of the students to limit their conceptions of pure substance and mixture to the macroscopic aspects, being recommended, therefore, that the teacher intensifies his discussions regarding the concepts of mixture and pure substance in the atomic scale. We conclude that teaching of the concepts of pure substances, mixtures and separation methods with the use of a prototype of a water treatment plant and participatory activities has the potential to contribute to improve the learning of these concepts and promote the approximation of local reality and chemical concepts.

**Keywords:** Pure substances and mixtures. Separation methods. Experimentation. Microscale model of a water treatment plant.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do protótipo de estação de tratamento de água a ser utilizado na sequência didática. ....	38
Figura 2 - Amostras de água utilizadas com o protótipo da ETA .....	39
Figura 3 - Alguns materiais utilizados na construção do protótipo de ETA .....	40
Figura 4 - Corte da garrafa PET para construção do protótipo da ETA .....	40
Figura 5 - Suporte para encaixe dos compartimentos do protótipo da ETA .....	41
Figura 6 - Montagem do protótipo da ETA .....	42
Figura 7 - Conexão entre os compartimentos do protótipo da ETA.....	42
Figura 8 - (a) Materiais para confecção do filtro e (b) filtro montado .....	43
Figura 9- Processo de filtração no protótipo da ETA .....	44
Figura 10 - Protótipo da Estação de Tratamento de Água montado.....	44
Figura 11 - Processo de floculação no protótipo da ETA.....	45
Figura 12 - (a) Demonstração do protótipo em funcionamento e (b) detalhe do processo de filtração.....	46
Figura 13 - Desenvolvimento da atividade 1 pelos alunos da turma.....	51
Figura 14 - Esquemas do protótipo da estação de tratamento de água elaborados pelos alunos .....	53
Figura 15 - Respostas de um dos alunos detalhando as observações sobre o protótipo da estação de tratamento de água em funcionamento .....	54
Figura 16 - Protótipo da Estação de Tratamento de Água sendo manipulado pelos alunos.....	58
Figura 17 - Visita à estação de tratamento de água do município de São Borja .....	67
Figura 18 – Diagrama de caixa para os escores dos participantes no pré-teste e pós-teste de conhecimentos .....	74
Figura 19 – Histograma comparativo dos escores obtidos pelos participantes no teste de conhecimentos .....	75
Figura 20 – Ganho de aprendizagem normalizado para os participantes da pesquisa .....	77

Figura 21 - Diagrama de caixa para os escores totais obtidos pelos participantes do teste de motivação para aprender.....79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipo de pesquisa e instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa .....	29
Quadro 2 - Guias das atividades propostas na pesquisa .....	29
Quadro 3 - Hipóteses nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ) utilizadas nos testes de hipótese para análise do teste de conhecimento e motivação para aprender .....	33
Quadro 4 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 1.....	47
Quadro 5 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 2.....	48
Quadro 6 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 3.....	49
Quadro 7 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 4.....	50
Quadro 8 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 5.....	50
Quadro 9 – Cronograma de implementação da proposta e recursos utilizados. Recursos marcados em itálico foram utilizados como instrumentos de coleta de dados.....	52
Quadro 10 – Respostas à questão “O que é mistura para você? Dê um exemplo de mistura” .	55
Quadro 11– Respostas à questão “O que é substância pura para você?” .....	56
Quadro 12 - Respostas as questões referentes ao compartimento 1 e 2 .....	59
Quadro 13 - Respostas as questões referentes ao compartimento 3 e 4 .....	60
Quadro 14 - Respostas as questões referentes ao compartimento 5 .....	60
Quadro 15 - Respostas a questão referente ao compartimento 6.....	62
Quadro 16 – Análise da poluição e degradação do Rio Uruguai a partir das respostas à questão “Quais são suas observações quanto à poluição e degradação do Rio Uruguai?” .....	63

Quadro 17 – Análise do uso da água do Rio Uruguai a partir das respostas à questão “Quais as principais utilizações da água do Rio Uruguai?” .....	64
Quadro 18 – Análise das possibilidades de melhoria das águas e do entorno do Rio Uruguai a partir das respostas à questão “Como você gostaria que fosse esse ambiente natural? Há possibilidade de melhorar? Cite algumas alternativas” .....	65
Quadro 19 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 1- O que você observa? .....	67
Quadro 20 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 2- O que você observa? .....	68
Quadro 21 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 2- O que mudou em relação ao tanque anterior? .....	69
Quadro 22 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 2- O que causou esta mudança?.....	69
Quadro 23 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 3.....	70
Quadro 24 - Critérios estabelecidos para a validação de itens do teste de conhecimentos .....	71
Quadro 25 - Itens do teste de conhecimentos (pós-teste), após análise dos critérios estabelecidos para os índices de dificuldade e de discriminação. ....	72
Quadro 26 – Índice de fidedignidade do teste de conhecimentos .....	73
Quadro 27 – Respostas à questão “O que mais lhe chamou atenção nas atividades realizadas? Justifique” .....	80
Quadro 28 – Respostas à questão “Você encontrou dificuldade (s) para responder aos Guias de Atividades? Qual (is)?”.....	81
Quadro 29 – Respostas à questão “Você acredita que as atividades desenvolvidas ajudaram na construção dos conceitos de substância e mistura? Como e em que momento?” .....	82
Quadro 30 – Resposta à questão “Você conseguiu identificar os processos de separação de misturas presentes na ETA da CORSAN durante a visita técnica? Como?” .....	83
Quadro 31 – Resposta à questão “De que forma você avalia as atividades que foram desenvolvidas em sua turma? O que poderia melhorar?” .....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados estatísticos do teste de conhecimentos .....	73
Tabela 2 - Escores dos participantes no pré-teste e pós-teste de conhecimentos .....	74
Tabela 3 – Desempenho dos participantes no pré-teste, pós-teste, porcentagem de ganho e ganho de aprendizagem normalizado .....	76
Tabela 4 – Resultado do teste de Wilcoxon pareado unilateral para o teste de conhecimentos .....	78
Tabela 5 - Dados estatísticos do teste de motivação para aprender.....	78

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CBA Chemical Bond Approach Project

CHEMS Chemical Educational Material Study

CORSAN Companhia Riograndense de Saneamento

CRAS Centro de Referência de Assistência Social

CRE Coordenadoria Regional de Educação

DE Delegacia de Ensino

ETA Estação de Tratamento de Água

MEC Ministério da Educação e Cultura

PET Polietileno tereftalato

PPP Projeto Político Pedagógico

PVC Policloreto de vinila

PREMEM Programa de melhoramento de ensino

USAID Agência Americana para o Desenvolvimento da América Latina

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	O ensino de conceitos químicos de substâncias puras, misturas e métodos de separação .....	17
1.2	Objetivos.....	18
1.2.1	Objetivo geral.....	18
1.2.2	Objetivos específicos .....	19
1.3	Plano da dissertação.....	19
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	20
2.1	A aprendizagem significativa de David Ausubel .....	20
2.2	Experimentação no ensino de ciências .....	21
3	ESTUDOS RELACIONADOS .....	24
4	METODOLOGIA DE PESQUISA .....	26
4.1	Caracterização do estudo .....	26
4.2	Participantes e Local da pesquisa .....	27
4.3	Aspectos éticos .....	28
4.4	Instrumento de coleta de dados .....	29
4.4.1	Questionário de opinião dos participantes .....	30
4.4.2	Teste de conhecimentos .....	30
4.4.2.1	Fidedignidade do teste .....	30
4.4.2.2	Análise de itens do teste .....	30
4.4.2.3	Análise estatística do teste de conhecimento e do teste de motivação para aprender 32	
4.4.2.4	Ganho de aprendizagem normalizado .....	35
5	PLANEJAMENTO DIDÁTICO PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	37
5.1	Descrição geral da atividade.....	37
5.2	Descrição do Protótipo da Estação de Tratamento de Água .....	37

5.3	Planejamento das atividades didáticas.....	47
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
7.1	Relato das Aulas .....	51
7.1.1	Atividade 1: Conhecendo o Protótipo de Estação de Tratamento de Água e seu funcionamento .....	51
7.1.2	Atividade 2: Noções Iniciais sobre Mistura e Substância Pura .....	54
7.1.3	Atividade 3: Conhecendo as Técnicas de Separação de Misturas .....	56
7.1.4	Atividade 4: Questões ambientais relacionadas à Água .....	62
7.1.5	Atividades 5: Visita Técnica à Estação de Tratamento de Água do Município de São Borja	66
7.2	Resultados quantitativos do teste de conhecimentos.....	71
7.2.1	Validação do teste de conhecimento .....	71
7.3	Confiabilidade do teste de conhecimentos .....	72
7.3.1	Resultados estatísticos para o teste de conhecimentos.....	73
7.3.2	Ganho de aprendizagem normalizado.....	76
7.3.3	Teste de hipótese para o desempenho no teste de conhecimentos.....	77
7.4	Motivação para aprender dos participantes .....	78
7.5	Opinião dos alunos .....	79
7.5.1	Sobre a atividade que mais chamou a atenção dos alunos.....	79
7.5.2	Sobre dificuldades encontradas para responder aos guias das atividades.....	80
7.5.3	Sobre a as atividades como facilitadoras da construção dos conceitos de substância e mistura .....	81
7.5.4	Sobre a identificação pelos alunos dos processos de separação de misturas na ETA.....	82
7.5.5	Sobre a avaliação dos alunos acerca das atividades desenvolvidas .....	82
8	CONCLUSÃO.....	84
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86
	<b>APÊNDICE A</b> - Teste de Conhecimentos para conceitos de sustância pura, mistura e métodos de separação .....	89



<b>APÊNDICE B</b>	- Guia de Atividades 1 .....	94
<b>APÊNDICE C</b>	- Guia de Atividades 2 .....	97
<b>APÊNDICE D</b>	- Guia de Atividades 3 .....	98
<b>APÊNDICE E</b>	- Guia de Atividades 4 .....	101
<b>APÊNDICE F</b>	- Guia de Atividades 5 .....	103
<b>APÊNDICE G</b>	- Questionário de opinião dos participantes da pesquisa .....	106
<b>APÊNDICE H</b>	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	107
<b>APÊNDICE I</b>	- Texto de apoio sobre Misturas.....	108
<b>APÊNDICE J</b>	- Texto de apoio após o vídeo sobre Métodos de separação de misturas ..	110
<b>APÊNDICE K</b>	- Texto de apoio sobre os Processos de Separação de Misturas .....	112
<b>APÊNDICE L</b>	- Texto de apoio sobre a realidade dos recursos hídricos .....	118
<b>APÊNDICE M</b>	- Atividades de lápis e papel .....	120
<b>ANEXO A</b>	- Teste de motivação para aprender de ensino fundamental (BORUCHOVYTCH, 2007).....	123

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 O ensino de conceitos químicos de substâncias puras, misturas e métodos de separação

A principal dificuldade encontrada pelos alunos no ensino de ciências, especialmente no ensino de química é a não compreensão dos conceitos trabalhados, pois os alunos apresentam dificuldades para relacionar a teoria com a prática. Os alunos apresentam dificuldade na aprendizagem de química no que diz respeito ao distanciamento dos conteúdos da realidade, ou seja, não estabelecem relações, não percebem a aplicação dos conceitos científicos em situações do dia a dia. Isso tem levado muitos professores a repensarem sua prática pedagógica, buscando novas metodologias a fim de facilitar o processo de aprendizagem. Conceitos químicos são apresentados no 9º ano do Ensino Fundamental e um deles é o conceito de substância, que é considerado um dos mais importantes da química, pois permite a compreensão de muitos fenômenos químicos.

Consideramos como conceito científico de substância pura uma amostra constituída de um único tipo de partícula (átomos, moléculas ou pares iônicos). Como se trata de um conceito abstrato para os alunos, pois envolve a identificação de espécies em escala atômica, os alunos normalmente apresentam grande dificuldade em sua compreensão. Por sua vez, os alunos conseguem identificar e classificar as misturas macroscopicamente em homogêneas e heterogêneas. Porém, no que diz respeito ao conceito científico de mistura, como uma amostra constituída de mais de um tipo de partícula (átomos, moléculas ou pares iônicos), os estudantes do ensino fundamental também apresentam dificuldades de compreensão pelos mesmos motivos.

No desenvolvimento da proposta educacional, buscou-se facilitar o aprendizado dos conceitos de substâncias puras, misturas e métodos de separação através do uso de recursos de experimentação. As atividades foram realizadas sempre com a participação ativa dos alunos, procurando envolvê-los no desenvolvimento das atividades por meio da observação, registro das atividades experimentais e manipulação de um protótipo em pequena escala de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), que foi construída e descrita neste trabalho especialmente para esta finalidade. O protótipo de ETA é um material didático que foi confeccionado com garrafas pet e materiais de baixo custo. Ele representa uma Estação de Tratamento de Água e reproduz alguns dos processos que são realizados numa estação de tratamento de água, porém em microescala.

Geralmente no ensino dos conceitos de substâncias puras, misturas e métodos de separação usa-se apenas o livro didático, tanto pelo professor como pelos alunos. No sentido de mudar este cenário, neste trabalho é proposta uma sequência didática centrada no uso do protótipo da ETA e na interação dos alunos com este equipamento, permitindo assim uma aprendizagem significativa ao invés da simples memorização de conteúdos.

De acordo com Silva e Amaral (2016), o aluno dificilmente abandona suas concepções informais, mesmo depois de ter estudado e aplicado um conceito científico em algum momento da sua vida escolar. Podemos atribuir essa resistência ao fato de que ele parece não perceber a aplicabilidade de conceitos científicos em situações do dia a dia, enquanto que algumas de suas concepções informais são úteis em determinados contextos. No entanto, essas concepções se apresentam limitadas quando este está diante de situações em um contexto científico. No sentido de contextualizar e apresentar a aplicabilidade prática dos temas tratados, foi efetuada uma visita técnica a uma estação de tratamento de água em escala normal, permitindo a associação dos processos estudados com o auxílio da ETA em microescala com os processos utilizados na planta industrial.

Os conceitos químicos foram escolhidos para serem trabalhados desta forma porque são interligados, ou seja, um conceito serve de base para o outro. Também porque esses temas possibilitaram realizar um conjunto de atividades que podem servir de apoio para a criação e adaptação de outras atividades por outros professores. Consideramos importante que a proposta educacional introduza os conceitos de uma forma mais estimulante para os alunos, tornando o ensino atrativo e diferenciado, diferente das aulas tradicionais onde o aluno apenas absorve o que o professor ensina.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Desenvolver e avaliar a eficácia de uma sequência didática para a aprendizagem de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública sobre o tema substâncias puras, misturas e métodos de separação com o apoio de um protótipo experimental de uma estação de tratamento de água em pequena escala.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) Elaborar e validar um teste de conhecimento de múltipla escolha relacionado ao tema substâncias puras, misturas e métodos de separação, e aplica-lo antes e após o término da sequência didática (teste pré e pós-teste);
- b) Desenvolver e construir um protótipo de ETA em microescala com materiais de baixo custo e fácil de ser replicada por outros professores;
- c) Elaborar Guias de Atividades e aplica-los;
- d) Fazer uma análise estatística dos resultados dos testes de múltipla escolha sobre os conhecimentos de conteúdo;
- e) Fazer uma análise qualitativa das respostas argumentativas dos alunos nos Guias de Atividades;
- f) Avaliar a eficácia da sequência didática para a aprendizagem do tema.

### **1.3 Plano da dissertação**

Esta dissertação é apresentada em 7 Capítulos e 12 apêndices. O capítulo 2 apresenta os “Fundamentos Teóricos” baseados na Teoria significativa de Ausubel. No capítulo 3 são apresentados os “Estudos Relacionados” que procuram enfatizar as diferenças presentes entre a presente proposta e outras propostas já publicadas na literatura. A “Metodologia de pesquisa” é apresentada no capítulo 4, contendo a caracterização do estudo, os participantes e o local da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, os aspectos éticos e a forma da análise dos dados. O capítulo 5 apresenta o “Planejamento didático para a atividade experimental”, onde apresenta-se a descrição geral da atividade, os materiais utilizados e o planejamento da atividade experimental. O capítulo 6 apresenta os “Resultados e discussões” obtidos na pesquisa pelos instrumentos de coleta de dados, bem como a análise qualitativa e quantitativa dos resultados e o relato das aulas. E por fim, o capítulo 7 apresenta a “Conclusão” contendo a opinião da pesquisadora sobre o estudo.

## **2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1 A aprendizagem significativa de David Ausubel**

A teoria de David Ausubel (2003) busca explicar teoricamente o processo de aprendizagem. A ideia central de sua teoria é o da aprendizagem significativa. De acordo com a teoria de Ausubel, para que a aprendizagem significativa ocorra é preciso entender um processo de modificação do conhecimento, em vez de comportamento em um sentido externo e observável, e reconhecer a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento. As ideias de Ausubel também se caracterizam por basearem-se em uma reflexão específica sobre a aprendizagem escolar e o ensino, em vez de tentar somente generalizar e transferir à aprendizagem escolar conceitos ou princípios explicativos extraídos de outras situações ou contextos de aprendizagem.

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições; o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. 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.

As proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem entre si quanto do número de conceitos presentes. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com os graus de abstração e generalização.

Para que a aprendizagem significativa seja viabilizada na prática escolar, propomos a aplicação de técnicas de aprendizagem ativa, nas quais o educando assume um papel central na construção de seu conhecimento. A aprendizagem ativa é um modelo de instrução no qual o aluno centraliza a responsabilidade do aprendizado, e o professor atua como facilitador no processo. Na aprendizagem ativa, que inclui um conjunto de técnicas de ensino, o aluno é

envolvido em atividades com sua participação intensa, e exercita aspectos como “fazer”, “pensar” e “discutir” (MCKINNEY, 2010; MEYER; JONES, 1993).

Para implementar o modelo de ensino centrado no aluno, as atividades foram concebidas segundo a estratégia da experimentação. A experimentação é uma estratégia bem conhecida no ensino de ciências e faz parte do conjunto de estratégias de aprendizagem no qual o aluno atua ativamente sobre o objeto de conhecimento. As estratégias de aprendizagem ativa se referem a um modelo de ensino que contrasta com o modelo tradicionalmente praticado nas escolas de Educação Básica e, neste sentido, a presente proposta educacional tem caráter inovador para o ensino de ciências.

O modelo de aprendizagem por mudança conceitual é o núcleo de diferentes correntes construtivistas. São dois seus pressupostos básicos: a aprendizagem provém do envolvimento ativo do aluno com a construção do conhecimento e as ideias prévias dos alunos tem papel fundamental no processo de aprendizagem, que só é possível embasada naquilo que ele já sabe. Para que a aprendizagem fosse realmente eficaz e significativa, aplicou-se uma sequência didática utilizando um protótipo de ETA (Estação de Tratamento de Água) em pequena escala e com materiais de baixo custo, a fim de que os alunos pudessem observar, manusear, descrever e concluir os conceitos sobre substância pura, misturas e processos de separação de misturas ao longo da aplicação da sequência didática.

## **2.2 Experimentação no ensino de ciências**

No que se refere ao papel da experimentação no processo ensino-aprendizagem de ciências, Galiuzzi et al. (2001) afirmam que há mais de um século as atividades experimentais foram implantadas nas escolas, fortemente influenciadas pelos trabalhos desenvolvidos nas universidades. Segundo estes autores, o objetivo era melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, porque os alunos aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los. Mas é na década de 60 do século XX, que a aposta na experimentação como proposta de melhoria do ensino de ciências atingiu seu auge, essencialmente por influência dos Projetos Curriculares Americanos, tais como o CHEMS (Chemical Educational Material Study) e CBA (Chemical Bond Approach Project).

O ensino de Química no ensino fundamental e médio também deve levar em conta a relação do conteúdo com a tecnologia, como enfatiza os documentos oficiais: "...o aprendizado da química deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas" (BRASIL PCN, 1999). A busca pela contextualização dos conteúdos da química voltados para questões ambientais representa uma excelente oportunidade para trazer a experimentação para dentro da sala de aula. Este projeto propõe a construção de um protótipo de uma ETA em pequena escala, a qual através de experimentos realizados em sala de aula servirá para reproduzir os processos utilizados em estações de tratamento de água em escala real. Usando simulação em escala reduzida, observaremos as principais etapas envolvidas no processo.

Segundo Castilho (2007), é muito importante a experimentação na atividade pedagógica, principalmente para o ensino de Química, considerada como uma ciência experimental. A experimentação é um componente indispensável para o processo ensino-aprendizagem dos diversos conteúdos de química. Este trabalho foi desenvolvido procurando relacionar a disciplina à realidade do aluno, através de atividades experimentais que promovam o conhecimento e a compreensão dos conceitos químicos.

Em seu trabalho Giordan (1999), afirma que é de conhecimento dos professores de ciências o fato da experimentação despertar um forte interesse entre os alunos em diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas que estão em pauta.

Nesta sequência didática foi utilizado o uso da experimentação para a construção dos conceitos sobre substância pura, misturas estabelecendo relação entre os processos de separação de misturas.

Optamos em desenvolver os conceitos citados anteriormente em uma sequência didática organizada de tal forma que futuramente possa ser reproduzida por outros docentes. Para Zabala (1998), a sequência didática apresenta-se como atividade ordenada e articulada visando alcançar certos objetivos educacionais, contendo princípio e fim conhecido pelo professor e alunos. Essa organização de atividades permite que o professor tenha um maior controle das aulas que vier a realizar. Os objetivos que deseja alcançar ficam mais evidentes para os alunos, proporcionando assim uma maior interação dos alunos na própria sequência de atividades. É neces-

sário, assim, que o professor inove as situações de aprendizagem para que os alunos se interessem mais pelos conhecimentos que lhe são apresentados.



### 3 ESTUDOS RELACIONADOS

Na busca por estudos relacionados a este trabalho e desenvolvidos na área do ensino de ciências especialmente a química, destacamos trabalhos que utilizam propostas de ensino referentes as dificuldades de aprendizagem dos conceitos químicos tais como substâncias puras, misturas e processos de separação, incluindo as possibilidades de concepções alternativas. Também buscamos por trabalhos que abordem o uso da experimentação de laboratório no ensino de ciências e no ensino de química. Outro recurso utilizado na sequência didática foi o uso do protótipo de Estação de Tratamento de Água em pequena escala no ensino de química.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, os conceitos científicos são importantes para a compreensão das mais diversas áreas do conhecimento. Um conceito trabalhado nas aulas de ciências e importante para a compreensão da Química é o conceito de substância química. A este estão atrelados os conceitos de elemento químico e misturas. Ao ser introduzido nas aulas de ciências, esses termos devem ser trabalhados de maneira que os estudantes possam sistematizar ideias científicas mais organizadas (BRASIL, 1999).

O trabalho de Lira et al (2012) descreve a construção de um protótipo em pequena escala de ETA. Neste trabalho, o uso do modelo em pequena escala de ETAs serve como facilitador no processo ensino-aprendizagem, e o protótipo funciona como uma ferramenta de apoio para promover a compreensão de questões socioambientais e tecnológicas, relacionando os conteúdos teóricos abordados nas aulas com a realidade em que o aluno está inserido. O protótipo da ETA permite aos alunos observarem as principais etapas do processo de tratamento de água e aspectos físicos e químicos envolvidos.

O protótipo de uma ETA também foi utilizado por Lopoés et al (2010), a escolha do assunto foi justificada pela relevância social da aprendizagem dos conceitos desenvolvidos durante o processo de tratamento da água, do qual depende a sociedade para o consumo da água potável, além da possibilidade de contextualização entre os conteúdos desenvolvidos e o cotidiano dos alunos.

Para (DA SILVA; SILVA; GOMES, 2012) “Água: de onde vem? Para onde vai” visou promover melhorias no ensino-aprendizagem por meio da contextualização e da participação dos estudantes em atividades extraclasse, complementares às desenvolvidas em sala de aula pelo professor, o que incluía visita à ETA.

O principal objetivo era o de avaliar a eficácia de uma sequência didática para a aprendizagem de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública sobre o tema substância

pura, misturas e métodos de separação com o apoio de um protótipo experimental de uma estação de tratamento de água.

No trabalho desenvolvido por Lira et al (2012) o objetivo era de permitir a experimentação das principais etapas do processo de tratamento da água e processos físicos e químicos relacionados.

No referido trabalho procurou-se produzir um material facilitador do processo de ensino e aprendizagem na disciplina de química para o ensino médio ou de ciências para o ensino fundamental relacionando processos químicos e questões ambientais com o cotidiano dos alunos. Os autores desse trabalho concluíram que o material foi eficiente para fins didáticos, possibilitando discussões amplas sobre os processos físicos e químicos e abordando questões de potabilidade, entre outros. Já na abordagem que se propõe seguir na sequência didática visa relacionar os conceitos com a experimentação, fazendo com que os alunos criem possibilidades de construção de conhecimento e compreensão através da interação com a experiência (protótipo de ETA).

Em um trabalho envolvendo visita técnica relatada na literatura (DA SILVA; SILVA; GOMES, 2012) et al, o objetivo não foi organizar os conceitos de química e sim usar a visita como recurso para interligar conteúdos químicos e contextualizá-los nas várias temáticas do cotidiano. Sendo que uma das atividades programadas na sequência didática tinha por objetivo visita técnica na Corsan com o objetivo de identificar os processos que ocorrem na Estação de Tratamento de Água, relacionando-os com os processos que ocorrem no modelo experimental em microescala com o protótipo.

No protótipo de Estação de Tratamento de água de Lopoies (2010) a proposta de estudo referia-se ao estudo das separações de misturas. A escolha do assunto foi justificada pela relevância social da aprendizagem dos conceitos desenvolvidos durante o processo de tratamento da água, do qual depende a sociedade para o consumo da água potável, além da possibilidade de contextualização entre os conteúdos desenvolvidos e o cotidiano dos alunos. Na aplicação da sequência didática foram desenvolvidos vários conceitos como substâncias, misturas e processos de separação de misturas utilizando o protótipo da estação de tratamento de água como objeto de aprendizagem relacionando os conceitos com as questões ambientais e o cotidiano dos alunos.

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

### 4.1 Caracterização do estudo

Este estudo caracteriza-se por uma pesquisa-ação de caráter quali-quantitativo em relação à abordagem dos dados da pesquisa. Neste estudo, a metodologia da ação didática envolve a investigação, ou seja, durante a implantação da proposta, ocorrerá a coleta dos dados de pesquisa, envolvendo tanto o pesquisador quanto os seus participantes (MOREIRA, 2011; ROSA; MOREIRA, 2013).

Para avaliação da sequência didática, aplicamos uma pesquisa com coleta de dados realizada no ambiente educacional onde os fatos de interesse aconteceram. Como se pretende avaliar a eficácia da sequência didática quanto à compreensão e o desempenho dos alunos acerca do tema substâncias puras, misturas e métodos de separação, foram utilizados métodos qualitativos e quantitativos. A análise qualitativa realizada através das respostas argumentativas dos alunos e quantitativa analisando os resultados dos testes de múltipla escolha sobre os conhecimentos de conteúdos e dos exercícios de lápis e papel.

O tratamento dos dados deste estudo utiliza pressupostos da pesquisa quantitativa, ferramentas da estatística inferencial para análise dos dados, os testes de fidedignidade, de significância e de hipóteses, de acordo com o modelo das ciências físicas para pesquisar o mundo social e humano. E em relação à pesquisa qualitativa, este estudo conta com observações da pesquisadora e com a interpretação dos dados coletados nos guias das atividades a partir dos níveis cognitivos dos participantes (MOREIRA, 2011).

Na perspectiva de compreender a pesquisa-ação, se faz necessário salientar que este tipo de metodologia de pesquisa, é uma estratégia para que os professores se tornem pesquisadores de sua própria prática. Neste sentido, os professores podem utilizar suas pesquisas e/ou seus projetos de ensino, para melhorar o ensino e, em consequência, o aprendizado de seus alunos, ou em outras palavras: *“Pesquisa-Ação é associado a projetos de pesquisa nos quais o professor é o pesquisador e objeto da pesquisa é a própria prática docente”* (ROSA; MOREIRA, 2013).

## 4.2 Participantes e Local da pesquisa

Participaram da pesquisa uma turma de uma escola pública estadual da cidade de São Borja alunos do 9º ano. Sendo um total de 29 alunos, destes, 04 foram transferidos, 01 evadiu e 12 participaram efetivamente de todas as atividades propostas, os outros 12 alunos também participaram das atividades, pois a proposta foi aplicada para todos, mas como tiveram faltas durante o período de aplicação somente os 12 alunos que tiveram frequência foram avaliados. Sendo 06 do sexo feminino e 06 do sexo masculino.

A Escola onde a proposta foi aplicada era a Antiga Escola Polivalente, criada através do Programa de melhoramento de ensino-PREMEM - Convênio do MEC-USAID (Agência Americana para o Desenvolvimento da América Latina 1970-80). Era uma escola tecnicista com cursos de aperfeiçoamento constante dos professores, que desenvolviam aulas práticas concomitantes com as teóricas. Através do Decreto Estadual de 06 de outubro de 1970 passou a chamar-se Ginásio Estadual de São Borja, inaugurado oficialmente em 01 de junho de 1973. Como homenagem ao fundador da Redução de São Francisco de Borja, Pai Francisco Garcia Marangatu, que se traduz por “Pai Francisco Garcia, um grande homem”. - A partir de 23 de janeiro de 1981, passou a chamar-se E. E. de 1º Grau Padre Francisco Garcia sob a jurisdição da então 35ª DE, hoje 35ª CRE.

Em 01 de abril de 1999, com a implantação do Ensino Médio passou a chamar-se ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA PADRE FRANCISCO GARCIA.

Em 01 de junho de 2012, através da Resolução 253/2000 e Portaria nº 104/2012, altera a designação de Escola Estadual de Educação Básica Padre Francisco Garcia para Instituto Estadual Padre Francisco Garcia. O Ensino Médio Politécnico, implantado em 2012, segue as diretrizes curriculares nacionais articuladas com as diretrizes curriculares estaduais para a Educação Básica, trabalha com a pesquisa socioantropológica, onde no início do ano letivo são escolhidas famílias de alunos para serem visitadas por grupos de professores e, posteriormente em reunião os resultados são apresentados aos demais professores da escola e Seminário Integrado. A Escola de Tempo Integral, regulamentada pela Lei nº 14.461 de 16/01/14, inciso 4º do Art. 199 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, instituída pelo Decreto nº 51.316 de 21/03/2014.

Quanto à infraestrutura a escola possui três prédios, dezenove salas de aulas, quarenta e seis turmas distribuídas nos três turnos, Sala de Coordenação Pedagógica, Assistente administrativo e financeira, Audiovisual, Laboratório de Ciências Físicas e Biológicas, Laboratório de Informática, Biblioteca, Serviço de Mecanografia (Terceirizado), Serviço de Assistência em Nutrição, Grêmios Estudantil, Círculo de Pais e Mestres, Sala de Recursos, Atividade de Reforço, professor de apoio, CRAS.

Possui uma área de 5.460 metros quadrados, sendo 1313.53 metros quadrados de área construída, com três prédios, dezenove salas de aula, 1.142 estudantes, sessenta professores com carga horária semanal que varia entre 20, 40 e 60 horas, equipe diretiva composta por direção, vice direção, nos três turnos, supervisão e serviço de orientação nos três turnos, coordenadores de programas estaduais e federais, dezesseis funcionários.

Os alunos da escola são normalmente filhos de trabalhadores, principalmente de engenho, funcionários públicos, serviços domésticos ou economia informal, caminhoneiros, e construção civil provenientes de bairro sendo grande parte inseridos no Programa Bolsa Família. As famílias dos alunos, na sua maioria são compostas por avós, tios, primos, pais e filhos. Os mais velhos têm pouca escolaridade, apenas o Ensino Fundamental incompleto, mas incentivam os filhos a terminarem os estudos. Deve-se ressaltar que a comunidade, cuja escola está inserida, demonstrou melhora significativa econômica e sociocultural nos últimos anos.

Ainda sobre os alunos, estes apresentam normalmente bastante dificuldade na aprendizagem e problemas disciplinares preocupantes. Diversos são os motivos que levam alguns alunos ao fracasso escolar, podendo-se citar questões de ordem pedagógica e, principalmente, fatores sociais, psíquicos, econômicos, afetivos, culturais e familiares.

### **4.3 Aspectos éticos**

Somente participaram do estudo os alunos que voluntariamente aceitaram participar do mesmo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE H). Os testes, questionário e guias de atividades foram respondidos de forma anônima pelos participantes. O estudo foi realizado com a anuência da escola, em solicitação à Direção onde se realizou a pesquisa.

#### 4.4 Instrumento de coleta de dados

Para a análise qualitativa, foram utilizados guias de aula prática experimental, questionário de opinião dos alunos, observações da pesquisadora, e fotos das atividades práticas experimentais. Para a análise quantitativa, foi utilizado um teste de conhecimentos aplicado antes e após a realização das atividades, e um teste de motivação para aprender antes e depois da aplicação. O Quadro 1 apresenta os instrumentos de coleta utilizados, relacionando-os com o tipo de análise, incluindo o apêndice onde o instrumento é apresentado no texto da dissertação.

Quadro 1 – Tipo de pesquisa e instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa

<b>Tipo de pesquisa</b>	<b>Instrumento de coleta de dados</b>
Análise qualitativa	Guias de aula prática experimental (APÊNDICES B, C, D, E e F).
	Questionário de opinião (APÊNDICE G)
	Observações da pesquisadora
	Fotos das atividades experimentais
Análise quantitativa	Teste de conhecimentos (pré e pós-teste) (APÊNDICE A)
	Teste de motivação para aprender (BORUCHOVITCH, 2007) (ANEXO A)

Um detalhamento dos guias das práticas experimentais propostas na pesquisa está apresentado no Quadro 2 com um total de 05 guias. As questões dos guias de atividades foram desenvolvidas de acordo com os objetivos de aprendizagem delineados no planejamento didático para cada atividade.

Quadro 2 - Guias das atividades propostas na pesquisa

<b>Atividade</b>	<b>Guia da Atividade</b>	<b>Identificação no texto</b>
1	Guia de Atividades 1	APÊNDICE B
2	Guia de Atividades 2	APÊNDICE C
3	Guia de Atividades 3	APÊNDICE D
4	Guia da Atividades 4	APÊNDICE E
5	Guia de Atividades 5	APÊNDICE F

#### **4.4.1 Questionário de opinião dos participantes**

A opinião dos alunos sobre o desenvolvimento da proposta didática foi colhida após o término da aplicação da proposta, em 19/10/2016, a partir de um questionário de opinião (Apêndice G) contendo 5 questões abertas.

#### **4.4.2 Teste de conhecimentos**

A análise dos dados deste trabalho compreende uma análise qualitativa realizada nos guias de atividade e no questionário de opinião e a análise quantitativa do teste de conhecimentos e de motivação para aprender. A análise de cada dado coletado será detalhada a seguir.

Foi elaborado um teste de conhecimento contendo 20 questões de múltipla escolha (Apêndice A), que se referem a tópicos sobre substâncias, misturas e processos de separação de misturas.

##### **4.4.2.1 Fidedignidade do teste**

Para avaliação da fidedignidade do teste de conhecimento foi calculado o índice de Kuder-Richardson Fórmula 20 (KR-20), que corresponde a uma medida de consistência interna do teste, com valores entre 0,00 e 1,00. O teste KR-20 é apropriado para avaliação da fidedignidade do teste de conhecimento quando as respostas do item são dicotômicas, ou seja, podem ser certas ou erradas. Não há um valor padrão mínimo para o KR-20 para que o teste seja considerado aceitável, e o valor de KR-20 geralmente aumenta com o aumento do número de questões do teste. Para pesquisas educacionais, é aceitável valores acima de 0,70 para que o teste tenha confiabilidade aceitável (ROSA; MOREIRA, 2013; ZAIONTZ, 2015).

##### **4.4.2.2 Análise de itens do teste**

Análise de itens é uma técnica que permite avaliar a eficiência dos itens (questões) de um teste, e utiliza duas medidas principais: a dificuldade e discriminação. A dificuldade do item é medida pelo índice de dificuldade do item, e é dada pelo número de alunos que optaram pela resposta correta do item em relação ao número total de alunos participantes, com valores entre 0,00 e 1,00; valores próximos de zero indicam uma questão de elevada dificuldade; e próximo

de um, indica uma questão com elevado índice de acerto (questão de baixa dificuldade). Valores muito elevados ou muito baixos do índice de dificuldade não são aceitáveis, pois não discriminam os participantes do teste que possuem maior conhecimento dos que não possuem o conhecimento envolvido no item. Um índice de dificuldade próximo de 0 pode indicar que o grupo de participantes do teste não possui o conhecimento envolvido no item, ou o item apresenta problemas de formulação (“Education.com”, 2015).

O índice de discriminação é uma medida da capacidade de um item de distinguir dos alunos participantes que apresentam alta capacidade/habilidade daqueles que tem baixa capacidade/habilidade (ROSA; MOREIRA, 2013). O total de alunos é separado em dois grupos, sendo que o primeiro é composto dos 33% dos alunos que obtiveram a maior nota no teste (grupo de alta capacidade/habilidade); e o segundo grupo, daqueles 33% alunos que obtiveram as menores notas (grupo de baixa capacidade/habilidade). O índice de discriminação é calculado como a diferença entre o percentual de sujeitos do grupo de alta capacidade/habilidade que responderam corretamente ao item pelo percentual de sujeitos do grupo de baixa capacidade/habilidade que responderam também corretamente ao item. Os valores possíveis do índice de discriminação vão de -1,00 até 1,00. Valores de índice de discriminação próximo de 1,00 indicam que o item é eficiente em discriminar os participantes que desempenham bem no teste dos participantes que não desempenham bem no teste. Valores negativos para o índice de discriminação indicam que os participantes que apresentaram baixo desempenho no teste tendem a responder corretamente ao item mais frequentemente que os participantes que tiveram maior desempenho, indicando que o item não é aceitável quanto à discriminação. Valores próximos de zero para o índice de discriminação indicam que um número aproximadamente igual de participantes do grupo de alta capacidade/habilidade e do grupo de baixa capacidade/habilidade de responderem corretamente ao item, indicando baixa discriminação para o item (“Education.com”, 2015; ROSA; MOREIRA, 2013; ZAIONTZ, 2015).



#### 4.4.2.3 Análise estatística do teste de conhecimento e do teste de motivação para aprender

Para a análise dos resultados dos testes de conhecimento e motivação para aprender foi utilizada a estatística descritiva, com o cálculo de valores característicos associados com a tendência central e a dispersão dos dados. Para a análise de tendência central foi utilizada a média aritmética e a mediana. A média aritmética é definida como a razão entre a soma dos dados e o tamanho do conjunto de dados. A mediana é o valor central de um conjunto de dados, que surge quando os valores numéricos deste conjunto são ordenados em ordem crescente. Uma vantagem da mediana sobre a média aritmética é sua menor sensibilidade a valores atípicos (*outliers*) que eventualmente possam estar presentes no conjunto de dados. Valores atípicos são valores do conjunto de dados significativamente discrepantes de outros dados, o que pode ser devido à variabilidade na medida ou indicar um erro experimental.

As medidas de dispersão ou variabilidade dos dados têm como objetivo medir o nível de espalhamento ou variabilidade no conjunto de dados. Para as medidas de dispersão foram utilizados o desvio padrão e a faixa interquartil. O desvio padrão é uma medida de quão longe os dados estão da média aritmética do conjunto de dados. A faixa interquartil é definida como a diferença entre o quartil superior (Q3) e o quartil inferior (Q1) do conjunto de dados. Os quartis do conjunto de dados são obtidos ordenando, em ordem crescente, os dados e dividindo os valores numéricos ordenados em quatro conjuntos de igual número de dados. O valor que fica na divisão entre o primeiro e o segundo conjunto (em ordem crescente de valores) é o quartil inferior, Q1. O valor que fica na divisão entre o terceiro e quarto conjunto é o quartil superior, Q3. A faixa interquartil, calculada como  $Q3 - Q1$ , geralmente é considerada uma medida de dispersão mais robusta por ser menos sensível à presença de valores atípicos no conjunto de dados.

A distribuição de probabilidade normal ou gaussiana é do tipo paramétrica, o que significa que ela pode ser completamente caracterizada por dois parâmetros: a média aritmética e o desvio padrão de uma amostra. A distribuição de probabilidade normal é perfeitamente simétrica, e apresenta um único máximo que coincide com a média aritmética e a mediana. O uso da média aritmética e do desvio padrão como medida de tendência central e dispersão presume que a distribuição de probabilidade é do tipo normal. Se a distribuição em estudo não for perfeitamente normal, o que é usualmente encontrado na prática especialmente em amostras

pequenas, o uso da média e do desvio padrão para caracterizar os dados são aproximações (ZAIONTZ, 2015).

Para a análise comparativa do teste de conhecimento e da motivação para aprender antes e após a aplicação das atividades experimentais foram utilizados testes de hipótese como método de inferência estatística. Um teste de hipótese estatístico permite testar a validade ou não de uma hipótese, ou questão, previamente formulada a respeito do comportamento dos dados de uma amostra. O interesse é especificamente na verificação ou não da evolução dos escores no teste de conhecimento e da motivação para aprender após a intervenção didática proposta. No teste de hipótese são formuladas duas hipóteses conflitantes: a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ). A hipótese nula especifica a condição padrão na qual o efeito que se procura não existe, e a hipótese alternativa corresponde à afirmação de um efeito que se procura mostrar a existência (ZAIONTZ, 2015).

No Quadro 3 são mostradas as hipóteses utilizadas na análise do teste de conhecimento e do teste de motivação para aprender.

Quadro 3 - Hipóteses nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ) utilizadas nos testes de hipótese para análise do teste de conhecimento e motivação para aprender

<b>Teste de conhecimentos</b>	
$H_0$	Não há aumento no desempenho dos participantes quanto ao conhecimento após a intervenção didática, ou seja, as diferenças de escores observadas não são estatisticamente significantes
$H_1$	Há aumento do desempenho dos participantes no teste de conhecimento após a intervenção didática
<b>Teste de motivação para aprender</b>	
$H_0$	Não há aumento na motivação para aprender dos participantes após a intervenção didática, ou seja, as diferenças de motivação observada não são estatisticamente significantes
$H_1$	Há aumento na motivação para aprender dos participantes após a intervenção didática

Deve ser observado que as hipóteses alternativas formuladas implicam não só que um efeito existe, mas que há uma direção específica no efeito, ou seja, um aumento no desempenho e motivação para aprender. Para levar em conta esta característica, foram efetuados testes de hipótese do tipo unilateral (*one tail*) (ZAIONTZ, 2015).

Devido à variabilidade dos dados experimentais, quase sempre medidas em replicata resultam em valores diferentes. Assim, o objetivo do teste de hipótese não é determinar se há qualquer variação entre dois conjuntos de medidas, mas sim verificar se há uma mudança estatisticamente significativa entre dois conjuntos de medidas. Para proceder ao teste de hipótese, inicialmente é calculado um parâmetro numérico chamado de estatística de teste, que é sensível à diferença entre a hipótese nula e a hipótese alternativa. Em seguida, é calculado *valor-p*, que corresponde à probabilidade de obter um valor de estatística de teste maior ou igual àquele

observado na amostra, sob a hipótese nula. A hipótese nula é rejeitada se o *valor-p* é menor que um valor pré-determinado pelo pesquisador, conhecido como nível de significância. Neste trabalho utilizamos um nível de significância de 0,05, de modo que um *valor-p* menor ou igual a 0,05 permite rejeitar a hipótese nula e estabelecer que o resultado seja estatisticamente significativo. O *valor-p* também pode ser interpretado como sendo o menor nível de significância com que não se rejeitaria a hipótese nula.

Quando os dados analisados são provenientes de uma amostra, existe sempre uma probabilidade diferente de zero do resultado de um teste de hipótese estar incorreto. Um dos erros possíveis, chamado de erro tipo I, consiste em falsamente rejeitar a hipótese nula, ou seja, considerar que o efeito que se está procurando existe, enquanto na realidade ele não é estatisticamente significativo. A probabilidade de se cometer um erro tipo I é o nível de significância, de modo que se pode reduzir a probabilidade de erro tipo I reduzindo o valor do nível de significância (tradicionalmente fixado em 0,05, ou 5%, na maioria das aplicações práticas). O erro tipo II consiste em falsamente aceitar a hipótese nula, ou seja, deixar passar despercebido um efeito que é real, e geralmente possui menor relevância prática que o erro tipo I.

As coletas de dados para os testes de hipótese envolveram duas medidas (para cada teste de hipótese) do mesmo grupo de participantes. Neste caso, utilizamos teste de hipótese do tipo pareado para comparação de duas amostras correlacionadas.

Os testes de hipótese podem ser caracterizados como paramétricos ou não paramétricos. Os testes paramétricos assumem que os dados amostrados podem ser caracterizados por uma distribuição estatística, descritas por parâmetros bem definidos, como é o caso da distribuição normal (cujos parâmetros característicos são a média e desvio padrão). Os testes não paramétricos são mais gerais e não assumem um tipo específico de distribuição estatística dos dados amostrados. Para a análise de dados de desempenho e motivação para aprender, medidos em uma turma pequena de alunos (com menos de 30 participantes), a consideração de uma distribuição normal geralmente não é garantida. Optamos deste modo pelo uso de testes de hipótese não paramétrico, especificamente o teste de Wilcoxon pareado unilateral. O teste de Wilcoxon pareado (*Wilcoxon signed-ranks test*) é um teste de hipótese não paramétrico para comparação de duas amostras pareadas e baseia-se nos postos das diferenças interpares (diferenças numéricas entre os valores obtidos para cada par de dados). O teste de Wilcoxon consiste no cálculo de todas as diferenças interpares, seguido da ordenação pelos seus valores absolutos. O posto (*rank*) de cada diferença interpar é multiplicado pelo sinal da diferença interpar, e os

valores resultantes são somados obtendo-se o valor do teste estatístico que é utilizado no teste de hipótese (ZAIONTZ, 2015)

#### 4.4.2.4 Ganho de aprendizagem normalizado

O ganho de aprendizagem permite avaliar o quanto o estudante envolvido em atividades de aprendizagem progrediu na compreensão de um determinado tópico após a aplicação da intervenção didática.

Medidas de ganho de aprendizagem podem ser obtidas através dos cálculos de porcentagem de acertos no pós-teste ( $\% \langle \text{pós} - \text{teste} \rangle$ ), porcentagem de acerto no pré-teste ( $\% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle$ ) e a porcentagem de ganho ( $\% \langle \text{ganho} \rangle$ ), definidos como:

$$\% \langle \text{pós} - \text{teste} \rangle = \frac{\text{número de questões corretas no pós} - \text{teste}}{\text{número total de questões do pós} - \text{teste}} \times 100\%$$

$$\% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle = \frac{\text{número de questões corretas no pré} - \text{teste}}{\text{número total de questões do pré} - \text{teste}} \times 100\%$$

$$\% \langle \text{ganho} \rangle = (\% \langle \text{pós} - \text{teste} \rangle - \% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle)$$

Hake (1998) determinou em seu estudo com uma amostra de 6542 estudantes que  $\% \langle \text{pós} - \text{teste} \rangle$  apresenta uma correlação positiva significativa com  $\% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle$ , sugerido que  $\% \langle \text{pós} - \text{teste} \rangle$  não é uma medida adequada de ganho de aprendizagem. O mesmo autor também mostrou que há uma correlação negativa significativa entre  $\% \langle \text{ganho} \rangle$  e  $\% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle$ , indicando que o uso de  $\% \langle \text{ganho} \rangle$  também não é adequado como uma medida de ganho de aprendizagem.

Segundo Hake (1998), o ganho de aprendizagem normalizado ( $\langle g \rangle$ ) representa uma medida mais robusta do ganho de aprendizagem, sendo que  $\langle g \rangle$  não é significativamente correlacionado com a porcentagem de acertos no pré-teste ( $\% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle$ ), ou seja, com o conhecimento prévio dos alunos. O ganho de aprendizagem normalizado é calculado como a razão entre  $\% \langle \text{ganho} \rangle$  de um aluno em particular e o ganho máximo que este aluno pode obter:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle \text{ganho} \rangle}{100\% - \% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle}$$

Para avaliar o ganho de aprendizagem de uma turma como um todo utiliza-se o ganho de aprendizagem normalizado médio, calculado como a média aritmética dos ganhos de aprendizagem normalizados dos alunos da turma contendo  $N$  alunos:

$$\overline{\langle g \rangle} = \frac{\sum_i^N \langle g \rangle_i}{N}$$

Para que o ganho de aprendizagem de uma turma seja considerado como satisfatório é necessário que  $\overline{\langle g \rangle} \geq 30\%$ .

## **5 PLANEJAMENTO DIDÁTICO PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

### **5.1 Descrição geral da atividade**

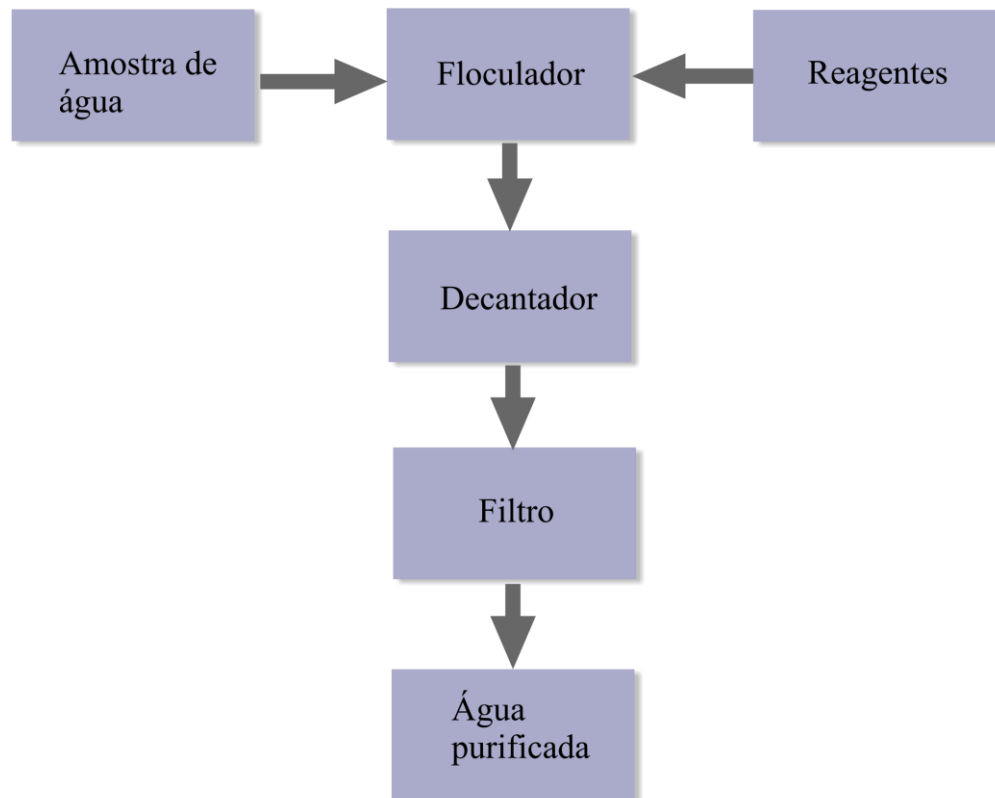
A sequência didática foi composta de 5 atividades, totalizando 14 horas-aula. As atividades propostas na sequência didática estão apresentadas nos quadros de atividades de 1 a 5 e foram desenvolvidas com vários recursos (audiovisuais, textos de apoio, protótipo experimental de estação de tratamento de água, entre outros).

A sequência didática foi concebida tendo por base um modelo de ensino em que o aluno está no centro do processo de ensino-aprendizagem, sendo o professor um facilitador neste processo; o protótipo experimental com o qual o aluno teve interação direta em vários momentos da sequência didática fez o papel de mediador entre o aluno e o objeto do conhecimento.

### **5.2 Descrição do Protótipo da Estação de Tratamento de Água**

Foi realizada uma adaptação ao protótipo de ETA desenvolvido por Lira et al. (2012) para o ensino de substância pura, mistura e processos de separação, os quais propõem a construção com materiais de baixo custo, utilizando garrafas de água mineral, garrafas PET, conexões de PVC, bomba de aquário, mangueiras plásticas, dosador de soro e alguns reagentes químicos facilmente obtidos. A Figura 1 apresenta um esquema dos constituintes do protótipo de estação de tratamento de água a ser utilizado na sequência didática. Esse protótipo em funcionamento possibilitará o desenvolvimento das atividades práticas envolvendo os métodos de separação de misturas.

Figura 1 - Esquema do protótipo de estação de tratamento de água a ser utilizado na sequência didática.



Fonte: Acervo da autora

Os constituintes principais do protótipo para tratamento de água, são:

- a) Tanque reservatório de água a ser tratada;
- b) Floculador, responsável pela agregação de partículas sólidas em suspensão. Nesta etapa serão adicionados reagentes floculantes e para ajuste do pH (soluções saturadas de sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio);
- c) Decantador, para separação de sólidos em suspensão por gravidade;
- d) Filtro de areia;
- e) Reservatório de coleta de água tratada;

O protótipo desenvolvido para a aplicação da proposta foi adaptado conforme os objetivos, necessidade e facilidade para manusear o equipamento.

Os materiais utilizados foram:

- a) 16 garrafas PET de 2 litros;
- b) 4 curvas  $\frac{3}{4}$  conexões tipo joelho;
- c) 2 canos de 5cm;
- d) 1 torneira plástica;
- e) 1 cano pvc furado de 30 cm;
- f) mangueira de silicone 4 cm;
- g) cola de silicone transparente;
- h) veda rosca;
- i) pedrinhas;
- j) areia;
- k) sulfato de alumínio;
- l) hidróxido de cálcio.

Foi utilizado um galão de 5 litros de água mineral para colocar a amostra de água suja contendo materiais em suspensão e outro de garrafa PET transparente de 2 litros com amostra de água potável para observação e posterior manipulação para o funcionamento do protótipo, apresentados na Figura 2. Os frascos de reagentes e alguns materiais utilizados na construção do protótipo de ETA são mostrados na Figura 3.

Figura 2 - Amostras de água utilizadas com o protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora



Figura 3 - Alguns materiais utilizados na construção do protótipo de ETA



Fonte: Acervo da autora

Para a montagem do protótipo iniciamos com o corte da garrafa PET de 2 litros conforme a Figura 4.

Figura 4 - Corte da garrafa PET para construção do protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora

São utilizadas no total 5 garrafas cortadas abaixo do gargalo para servirem de suporte para os compartimentos do protótipo. Após adiciona-se um pouco de areia na sua base para dar sustentação, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Suporte para encaixe dos compartimentos do protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora

A seguir, encaixamos as garrafas uma dentro da outra retirando o fundo das garrafas e colocando-as com o gargalo para baixo. São feitos furos nas laterais para que as conexões entre as garrafas se estabeleçam, aproximadamente 5 cm de mangueira de silicone entre uma garrafa e outra. Adicionamos cola de silicone transparente para vedar, conforme mostrado na Figura 6 e Figura 7. As conexões dos joelhos e canos são interligados por dentro das garrafas PET e para vedar usa-se veda rosca.

A montagem completa do protótipo de Estação de Tratamento de Água é apresentada na Figura 6. A figura 7 mostra as conexões de mangueira de silicone entre os tanques do protótipo.

O filtro deve ser montado com pedrinhas (brita), areia, algodão e o cano de pvc com furos, apresentados na Figura 8(a). O compartimento do filtro montado é mostrado na Figura 8(b).

Figura 6 - Montagem do protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora

Figura 7 - Conexão entre os compartimentos do protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora

Figura 8 - (a) Materiais para confecção do filtro e (b) filtro montado



(a)



(b)

Fonte: Acervo da autora

O próximo tanque onde a água passa contém uma torneira para posterior descarte da água “tratada”. O recipiente final onde a água é armazenada fica sem conexões com o filtro, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9- Processo de filtração no protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora

Foram colocados números para identificar os tanques, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Protótipo da Estação de Tratamento de Água montado



Fonte: Acervo da autora

Para iniciar o funcionamento do protótipo é colocado água com impurezas como barro e sujeira no compartimento de número 1, simulando a água de um rio contendo impurezas. Após adiciona-se os reagentes flocculadores, nesse caso o hidróxido de cálcio e o sulfato de alumí-

nio, apresentados na Figura 3, também no compartimento 1. Ocorre a comunicação com o compartimento de número 2 que dá continuidade ao processo. Nessa etapa do tratamento que se chama floculação é o processo onde a água recebe uma substância química chamada de sulfato de alumínio e/ou hidróxido de cálcio, apresentado na Figura 11. Estes produtos fazem com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos.

Figura 11 - Processo de floculação no protótipo da ETA



Fonte: Acervo da autora

Passando para o compartimento 3 ocorre o processo de decantação. Na decantação, como os flocos compostos de impurezas agregadas são mais densos do que a água, eles se depositam no fundo do decantador e assim passam para o compartimento 4.

No compartimento de número 5 ocorre o processo de filtração. Nesta fase, a água passa por várias camadas filtrantes neste protótipo composto por pedrinhas e areia onde ocorre a retenção dos flocos menores que não foram separados na decantação, apresentados na Figura 12(a). A água então fica livre da maioria das impurezas.

Figura 12 - (a) Demonstração do protótipo em funcionamento e (b) detalhe do processo de filtração



(a)

(b)

Fonte: Acervo da autora

E o compartimento de número 6 serve para recolher a amostra de água que passou pelas três etapas, conforme apresentado na Figura 12(b).

### 5.3 Planejamento das atividades didáticas

As atividades propostas estão apresentadas nos Quadros 4 a 8, conforme abaixo.

Quadro 4 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 1.

<b>ATIVIDADE 1: Conhecendo o Protótipo de Estação de Tratamento de Água e seu Funcionamento</b>	
<b>Tema:</b> Substâncias Puras, Misturas e Processos de Separação de Misturas	
<b>Tempo Previsto:</b> 2 horas-aula (60 min cada)	
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Amostras de água impuras (trazidas pelo professor)</li> <li>b) Protótipo da estação de tratamento de água</li> <li>c) Guia de Atividade 1</li> </ul>
<b>Objetivo de Ensino</b>	Introduzir o aluno aos elementos constituintes de um protótipo em microescala de tratamento de água
<b>Objetivo de Aprendizagem</b>	O aluno deverá <u>observar</u> e <u>descrever</u> o funcionamento de um protótipo de estação de tratamento de água.
<b>Ações a serem desenvolvidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) No primeiro momento, sem operar o experimento, o professor orientará os alunos a <u>observar</u> o protótipo da estação de tratamento de água e a <u>registrar por escrito suas observações</u> no <b>Guia de Atividades 1</b>, que será recolhido pelo professor</li> <li>b) Em um segundo momento, o professor executará a operação de tratamento de água, utilizando o protótipo (neste momento os alunos não operam o equipamento, apenas o professor). Ao dar início a execução do experimento, o professor orienta os alunos para que continuem registrando as suas observações no <b>Guia de Atividades 1</b> para cada etapa do tratamento de água.</li> </ul> <p><b>Observações importantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) As amostras de água podem ser trazidas pelo professor, neste momento da sequência didática.</li> <li>b) O professor não deverá expor qualquer conceito ou técnica de separação neste momento. O trabalho será do aluno e o professor apenas será o facilitador neste processo.</li> <li>c) É esperado que o aluno faça uma descrição da constituição física e do comportamento da amostra de água em cada compartimento do protótipo (Os compartimentos deverão ser numerados para facilitar a descrição, por exemplo, compartimento 1, compartimento 2, etc., sem que o método de separação envolvido seja identificado no protótipo).</li> </ul>



Quadro 5 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 2.

<b>ATIVIDADE 2: Construção dos Conceitos de Mistura e Substância Pura</b>	
<b>Tema:</b> Substâncias Puras, Misturas e Processos de Separação de Misturas	
<b>Tempo Previsto:</b> 2 horas-aula (60 min cada)	
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Protótipo da Estação de Tratamento de Água e Guia de Atividades 1 preenchida pelos alunos</li> <li>b) Guia de Atividade 2-1</li> <li>c) Guia de Atividade 2-2 (Exercícios de múltipla escolha)</li> <li>d) Giz e quadro de giz</li> <li>e) Texto de apoio</li> </ul>
<b>Objetivo de Ensino</b>	Introduzir os conceitos de mistura e substância pura com o apoio de um modelo experimental em microescala utilizando um protótipo de estação de tratamento de água
<b>Objetivos de Aprendizagem</b>	<p>O aluno deverá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <u>Construir</u> os conceitos de mistura e substância pura, <u>observando</u> e comparando os fatos/evidências experimentais, <u>interpretando-os</u>, <u>diferenciando-os</u> e <u>concluindo</u>.</li> <li>b) <u>Dar exemplos</u> relacionados a substâncias puras e misturas, <u>identificando</u> quando se aplica o conceito de substância e quando se aplica o conceito de mistura</li> <li>c) <u>Resolver</u> exercícios de lápis e papel envolvendo situações em que os conceitos de substância pura e mistura são relevantes</li> </ul>
<b>Ações a serem Desenvolvidas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O aluno deverá ser estimulado pelo professor para que ele faça uma leitura prévia do texto de apoio</li> <li>2. Na primeira hora de aula, o professor deverá auxiliar o aluno na construção lógica do raciocínio que levará o a construção do conceito substância pura e mistura, sem fornecer as respostas prontas. O aluno deverá ir preenchendo a <b>Guia de Atividades 2-1</b>, que será recolhida posteriormente pelo professor; neste guia em que o aluno terá espaço para registrar cada passo do seu raciocínio argumentativo e a conclusão obtida sobre as noções conceituais de mistura e substância pura. O professor poderá utilizar o quadro de giz e o <b>Guia de Atividade 1</b>, bem como o experimento em microescala utilizando o protótipo da estação de tratamento de água, revisitando a observação realizada na Atividade 1.</li> <li>3. Em seguida, o professor trabalhará o texto de apoio com o aluno (é esperado que o aluno tenha feito uma leitura prévia do texto), em que o professor solicitará que o aluno traga exemplos de mistura e substância pura do seu dia a dia.</li> <li>4. O professor deverá selecionar um conjunto relevante de exercícios práticos para serem resolvidos pelo aluno nas 02 horas de aula finais no <b>Guia de Atividades 2-2</b>, que será recolhida posteriormente pelo professor.</li> </ol> <p><b>Observações importantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) O professor deverá atuar como facilitador do processo de construção dos conceitos, e o experimento em microescala utilizando o protótipo de estação de tratamento de água fará o papel de mediador no processo de aprendizagem.</li> <li>b) O trabalho do professor e dos alunos ficará otimizado se o protótipo permanecer na sala de aula durante o estudo do tema.</li> </ul>

Quadro 6 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 3.

<b>ATIVIDADE 3: Conhecendo os Processos de Separação de Misturas</b>	
<b>Tema:</b> Substâncias Puras, Misturas e Processos de Separação de Misturas	
<b>Tempo Previsto:</b> 2 horas-aula (60 min cada)	
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I. Amostras de água de diferentes fontes (trazidas pelo aluno)</li> <li>II. Protótipo da Estação de Tratamento de Água (mais de uma unidade, de modo que cada grupo de alunos possa manipular o protótipo e realizar o experimento)</li> <li>III. Guia de Atividades 3-1</li> <li>IV. Texto de apoio</li> <li>V. Guia de Atividades 3-2 (Exercícios de múltipla escolha)</li> <li>VI. Videoaula sobre técnicas de separação de misturas (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=nUt_mrnPf00">https://www.youtube.com/watch?v=nUt_mrnPf00</a>)</li> </ul>
<b>Objetivo de Ensino</b>	Introduzir as técnicas de separação que são aplicadas em tratamentos em larga escala (por exemplo, nas Estações de Tratamento de Água dos municípios)
<b>Objetivos de Aprendizagem</b>	<p>O aluno deverá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <u>Conhecer</u> os processos de separação de misturas, <u>diferenciando-os</u> e <u>classificando-os</u> de acordo com os diferentes princípios físicos (durante o experimento)</li> <li>b) <u>Reconhecer</u> os diferentes métodos de separação de misturas em situações de exercícios de lápis e papel (após o texto de apoio/vídeo aula)</li> </ul>
<b>Ações a serem Desenvolvidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) O professor orientará o aluno para que ele assista a videoaula sobre processos de separação de misturas antes da aula</li> <li>b) O professor deverá orientar o aluno para que ele traga amostras de água de diferentes pontos de coleta (por exemplo, de rios e lagos) para iniciar o trabalho prático de tratamento de água</li> <li>c) Ao iniciar o experimento com o modelo experimental em microescala de tratamento de água com o protótipo, o aluno deverá ter em mãos o <b>Guia de Atividade 3-1</b>; o aluno vai preenchendo o Guia de Atividade 4 enquanto realiza o experimento</li> <li>d) O professor trabalhará o texto de apoio com o aluno (é esperado que o aluno tenha feito uma leitura prévia do texto). O aluno resolve os exercícios do <b>Guia de Atividade 3-2</b></li> <li>e) Ao final do trabalho prático, o aluno deverá comparar qualitativamente a qualidade da água que é obtida após o tratamento com a água que é utilizada no início do processo, por meio da observação visual e olfativa.</li> </ul> <p><b>Observações importantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) As amostras de água são coletadas de diferentes fontes, por exemplo, rios e lagos</li> <li>b) O professor acompanhará a execução do experimento pelo aluno, prestando auxílio quando solicitado</li> </ul>

Quadro 7 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 4.

<b>ATIVIDADE 4: Questões Ambientais relacionadas à Água</b>	
<b>Tema:</b> Substâncias Puras, Misturas e Processos de Separação de Misturas	
<b>Tempo Previsto:</b> 1 hora-aula (60 min cada)	
<b>Recursos</b>	a) Guia de Atividades 4 b) Texto de apoio c) Computador e projetor multimídia
<b>Objetivo de Ensino</b>	Explorar questões relacionadas à água no contexto vivenciado pelos alunos
<b>Objetivo de Aprendizagem</b>	O aluno deverá: a) <u>Explorar questões</u> relacionadas à água a partir das vivências b) <u>Reconhecer</u> no texto os conceitos estudados c) <u>Identificar</u> , com base no material de apoio, os principais problemas associados ao uso da água e a poluição ambiental de águas na sua região
<b>Ações a serem desenvolvidas</b>	c) O professor orientará o aluno para leitura prévia de um texto sobre água, sua importância na biosfera e para os seres em geral d) O professor estimulará o aluno, ou grupo de alunos, a buscar e explicar a ideia central do texto

Quadro 8 – Recursos, objetivos de ensino e de aprendizagem e ações a serem desenvolvidas na Atividade 5.

<b>ATIVIDADE 5: Visita Técnica à Estação de Tratamento de Água do Município de São Borja</b>	
<b>Tema:</b> Substâncias Puras, Misturas e Processos de Separação de Misturas	
<b>Tempo Previsto:</b> 2 horas-aula (60 min cada)	
<b>Recursos</b>	1. Guia de Atividades 5
<b>Objetivo de Ensino</b>	1. Oportunizar ao aluno uma visita na Estação de Tratamento de Água do município 2. Proporcionar um estudo comparativo entre as etapas dos processos de tratamento de água da Estação de Tratamento de Água em larga escala do município e as etapas estudadas no modelo experimental em microescala, além de outras etapas não contempladas no modelo experimental
<b>Objetivo de Aprendizagem</b>	O aluno deverá: a) <u>Identificar</u> os processos de separação de mistura que ocorrem na Estação de Tratamento de Água de São Borja, <u>relacionando-os</u> com os processos que ocorrem no modelo experimental em microescala com o protótipo
<b>Ações a serem desenvolvidas</b>	5 O professor levará os alunos em visita à Estação de Tratamento de Água de São Borja 6 O aluno preencherá o <b>Guia de Atividade 5</b> ao longo da visita  <b>Observação importante:</b> 1) O professor deverá enfatizar que o modelo experimental em microescala utilizado em sala é uma representação simplificada e limitada em relação ao processo de tratamento de água em escala real apresentado na Estação de Tratamento de Água do município

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Relato das Aulas

A aplicação da Sequência Didática se deu em 14 períodos de 60 minutos cada, além da Visita Técnica que durou aproximadamente 2 horas.

No primeiro encontro de 1 período de 60 minutos o professor conversou com a turma sobre as atividades a serem realizadas, detalhando a proposta para as aulas, o objetivo geral e como seria a pesquisa. Nesse primeiro momento foi entregue o termo de consentimento para que os pais ou responsáveis autorizassem a participação dos alunos na pesquisa sobre a aplicação da proposta desenvolvida a partir de junho de 2016.

Na aula seguinte à apresentação do projeto, foram aplicados o teste de motivação para aprender e o teste de conhecimentos (pré-teste), com o objetivo de conhecer as concepções dos estudantes em relação aos conhecimentos sobre substâncias, misturas e processos de separação. O Quadro 9 apresenta o cronograma de aplicação da proposta educacional e os recursos utilizados em cada encontro.

#### 7.1.1 Atividade 1: Conhecendo o Protótipo de Estação de Tratamento de Água e seu funcionamento

Esta atividade teve como objetivo de aprendizagem que o aluno observasse e descrevesse o funcionamento de um protótipo de estação de tratamento de água. Inicialmente o protótipo foi apresentado aos alunos sem que estivesse em funcionamento. No guia desta atividade (Apêndice B), os alunos elaboraram um esquema de construção do protótipo, mostrando os seus diferentes compartimentos e suas interligações. A Figura 13 ilustra um momento do desenvolvimento desta etapa da atividade.

Figura 13 - Desenvolvimento da atividade 1 pelos alunos da turma



Fonte: Acervo da autora

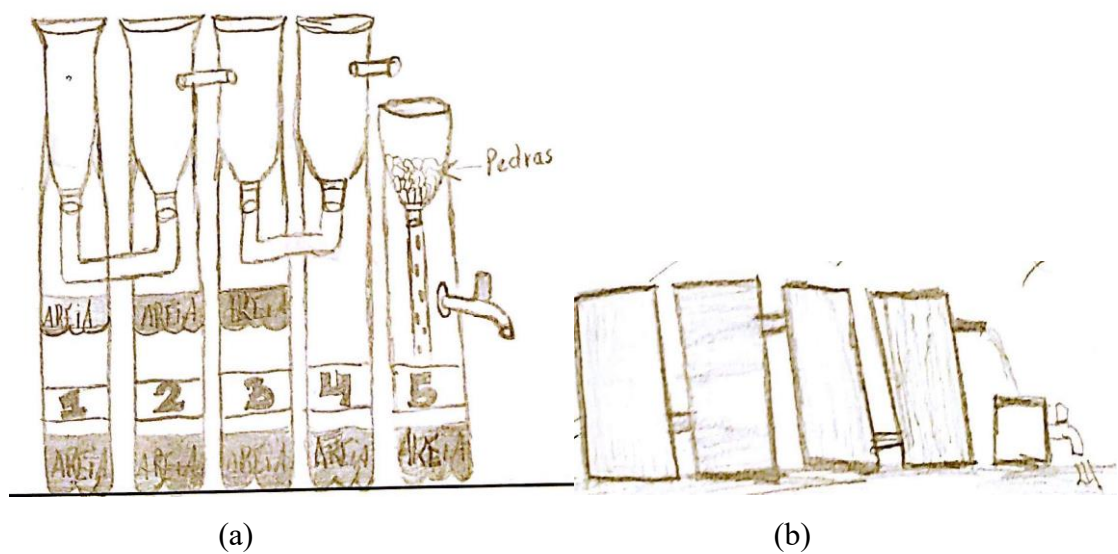
Na Figura 14a é mostrado o esquema elaborado por um dos alunos. A maioria dos alunos elaborou esquemas similares ao da Figura 14a. Um dos participantes, cujo esquema elaborado está mostrado na Figura 14b não detalhou o esquema corretamente.

Quadro 9 – Cronograma de implementação da proposta e recursos utilizados. Recursos marcados em itálico foram utilizados como instrumentos de coleta de dados

Data (2016)	Dia da Semana	Horas-aula	Recursos/Atividade	
09/06	5ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</i></li> <li>• <i>Teste de Motivação para Aprender</i></li> </ul>	
10/06	6ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teste de Conhecimento (pré-teste)</i></li> </ul>	
13/06	2ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protótipo experimental da ETA</li> <li>• <i>Guia da Atividade 1</i></li> <li>• Texto de apoio</li> </ul>	Atividade 1
15/06	4ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guia da Atividade 1</i></li> </ul>	
16/06	5ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guia da Atividade 2-1</i></li> <li>• Texto de apoio</li> </ul>	Atividade 2
20/06	2ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercícios de lápis e papel (<i>Guia da Atividade 2-2</i>)</li> </ul>	
23/06	5ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guia da Atividade 3</i></li> </ul>	Atividade 3
27/06	2ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videoaula (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=nUt_mrnPf00">https://www.youtube.com/watch?v=nUt_mrnPf00</a>)</li> <li>• Texto de apoio</li> <li>• Exercícios de múltipla escolha</li> </ul>	
29/06	4ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador e projetor multimídia</li> <li>• Texto de apoio</li> <li>• <i>Guia da Atividade 4</i></li> </ul>	Atividade 4
14/10	6ª-feira	02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita técnica na ETA de São Borja</li> </ul>	Atividade 5
17/10	2ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guia da Atividade 5</i></li> </ul>	
19/10	4ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Questionário de opinião</i></li> </ul>	
08/11	3ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teste de conhecimento (pós-teste)</i></li> </ul>	
01/12	5ª-feira	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teste de motivação para aprender</i></li> </ul>	

Em um segundo momento, os alunos foram levados até o laboratório de ciências. O protótipo da estação de tratamento de água foi colocado em funcionamento pela professora, utilizando uma amostra de água impura. Os alunos registraram em seus guias suas observações quanto ao comportamento da amostra durante o tratamento quanto à aparência da amostra, quanto ao aparecimento de algum sólido ou substância nova, e quanto a separação de fases.

Figura 14 - Esquemas do protótipo da estação de tratamento de água elaborados pelos alunos



Fonte: Acervo da autora

A Figura 15 mostra as respostas de um dos alunos que detalhou corretamente as observações do experimento. No entanto, 9 alunos não responderam as questões solicitadas ou não responderam corretamente. Salienta-se que, nesta primeira atividade da proposta de ensino, os alunos não haviam sido instruídos sobre os processos de separação de misturas.

Figura 15 - Respostas de um dos alunos detalhando as observações sobre o protótipo da estação de tratamento de água em funcionamento

	<p>O que posso observar em cada amostra durante o tratamento de água...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• quanto à aparência da água...</li> <li>• quanto ao aparecimento de algum sólido ou substância nova...</li> <li>• quanto à separação de fases...</li> </ul>
Tanque 1	água totalmente suja
Tanque 2	na água suja foi misturada hidróxido de cálcio e sulfato de alumínio.
Tanque 3	a água começou a clarear
Tanque 4	ficou quase limpa
Tanque 5	ficou um pouco mais limpa
Tanque 6	não ficou totalmente limpa para beber.

Fonte: Acervo da autora

### 7.1.2 Atividade 2: Noções Iniciais sobre Mistura e Substância Pura

As aulas referentes à construção dos conceitos de mistura e substância pura foram trabalhadas em dois períodos de 60 minutos. Dando continuidade à aula anterior, a professora levou duas amostras de água, uma amostra de água potável e outra de água barrenta contendo sólidos em suspensão, a fim de que os alunos pudessem observar o protótipo da estação de tratamento de água em funcionamento e preenchessem o guia desta atividade. Através da observação dos recipientes de água, os alunos registraram suas observações no guia de atividade. O guia referiu-se à identificação das noções iniciais dos alunos sobre mistura e substância pura no contexto de uma observação experimental com apoio do protótipo de tratamento de água (Apêndice C).

As respostas dos participantes sobre as suas noções acerca de mistura estão apresentadas no Quadro 10. Para esta categoria, duas subcategorias foram retiradas da análise dessas respostas: amostra contendo mais de uma substância, e mistura homogênea como substância pura. A maioria dos alunos apresenta a noção intuitiva de que mistura seria várias substâncias diferentes misturadas (participantes 1, 4, 10, 13, 16, 17, 19, 26 e 28). O participante 24 mostrou um padrão de resposta mais desejável para o conceito de mistura, em que a mistura é uma reunião de substâncias químicas diferentes sem que haja reação entre elas. No entanto, algumas respostas parecem confundir o conceito de mistura homogênea com o de substância pura (participantes 11 e 22). Uma possível interpretação disso seria a concepção de que ao se produzir uma mistura homogênea, e deixando de se visualizar a separação entre os seus componentes, a mistura seria interpretada como uma substância pura.

Quadro 10 – Respostas à questão “O que é mistura para você? Dê um exemplo de mistura”

Participante	Resposta à questão
1	“Mistura é quando temos uma substância misturada com outra. Ex: Refrigerante, coca, suco, iogurte”
4	“Várias substâncias misturadas. Água e café”
10	“Mistura para mim é quando duas substâncias diferentes se misturam. Leite com chocolate”
11	“São várias substâncias misturadas que se unem para formar uma única substância. Café com leite”
13	“Mistura é quando temos algo e está misturada a outra substância exemplo a coca cola que tem vários tipos de substância. Refrigerante, suco industrial, iogurte”
16	“Clorante e água”. Ao misturarmos o clorante com água, água fica vermelha ou amarela, etc.”
17	“Mistura de substâncias. Água com sujeira”
19	“Quando duas substâncias diferentes se misturam”
22	“Mistura é quando você coloca em um recipiente duas substâncias de valores diferentes, e elas se juntam ou seja fica uma só substância. Suco (pó artificial e água)”
24	“É uma reunião de substâncias químicas sem que haja reação entre elas. Café com leite”
26	“Quando duas substância diferentes se misturam, misturando outra substância. Água com café”
28	“É quando duas substâncias diferentes se misturam. Água com terra”

Fonte: Da autora

Nas respostas dos alunos quanto a noção de substância pura (Quadro 11) foram identificadas duas subcategorias: substância como negação de mistura, e substância como um único tipo de átomo ou molécula. A maioria dos alunos apresenta respostas do tipo “substância não misturada com outra”, em que a ideia de substância pura é uma negação da ideia de mistura (participantes 1, 4, 10, 13, 16, 17, 22, 24 e 28). Isso evidencia que os alunos, em um processo indutivo de observar as etapas de purificação da água com uso das amostras de água e do protótipo experimental não mostram uma noção científica do conceito de substância pura. Isso seria esperado, considerando que é necessário o conhecimento do comportamento da estrutura da



matéria em termos de átomos e moléculas para uma noção científica de substância pura como constituída de um único tipo de átomo ou molécula em uma única fase. O participante 26 apresenta uma ideia parcialmente correta quando se refere a substância pura como aquela que não apresenta outras substâncias além da que a forma.

Quadro 11– Respostas à questão “O que é substância pura para você?”

Participante	Resposta à questão
1	“É uma substância não misturada com outra”
4	“É uma substância que não contém outras substâncias que interferem no líquido”
10	“É uma substância que não foi misturada a outra”
11	“É uma substância que tem as propriedades físicas e químicas definidas”
13	“Substância pura é algo que não tem outra substância misturada. Ou seja uma substância não misturada com outra”
16	“É uma substância que não foi misturada com outra”
17	“e quando não a nenhuma substância adicionadas”
19	“Água”
22	“Uma substância pura é quando não há outra substancia adicionada de outros valores”
24	“Quando uma substância não é misturada”
26	“Que não a nenhuma substancia diferente da que a forma”
28	“É uma substância que não foi misturada com nenhuma outra”

Fonte: Da autora

Após os registros nos guias de atividade, os conceitos foram trabalhados com a explicação da professora e também com auxílio do texto de apoio fornecido pelo professor.

Na aula seguinte foram trabalhados exercícios de fixação de lápis e papel (APÊNDICE I), envolvendo situações sobre os conceitos de substâncias e misturas homogêneas e heterogêneas. Nessa etapa, os alunos demonstraram muito interesse, tentando resolver as tarefas que foram recolhidas pela professora no final do período. As aulas procuraram introduzir os conceitos de mistura e substância pura com apoio de um modelo experimental em microescala utilizando o protótipo de estação de tratamento de água e um texto de apoio (APÊNDICE J).

### 7.1.3 Atividade 3: Conhecendo as Técnicas de Separação de Misturas

Para esta atividade, inicialmente os alunos foram levados ao laboratório de ciências para observar o funcionamento do protótipo experimental da ETA e responder ao guia da atividade. O guia desta atividade (APÊNDICE D) faz uma apresentação inicial do equipamento a ser utilizado. Esta atividade teve como objetivos de aprendizagem: a) conhecer os processos de misturas, diferenciando-os e classificando-os de acordo com os diferentes princípios físicos de funcionamento; e, b) reconhecer os diferentes métodos de separação de misturas.

Como descrito na seção 5, o protótipo utilizado é constituído por 6 compartimentos, sendo que nos compartimentos 1 e 2 deverá ocorrer o processo de floculação (com adição dos reagentes floculadores no compartimento 1), nos compartimentos 3 e 4 deverá ocorrer o processo de decantação, no compartimento 5 deverá ocorrer o processo de filtração e no compartimento 6 deverá ocorrer a coleta da água tratada. O compartimento 1 é utilizado para receber a amostra de água a ser purificada, em geral contendo partículas sólidas em suspensão (água barrenta). Ao compartimento 1 são adicionados reagentes químicos para o processo de floculação que ocorrerá neste compartimento. Conectado ao compartimento 1, temos o compartimento 2, que é utilizado para o processo de decantação da mistura. Neste processo, partículas mais densas do que a água, tendem a permanecer no fundo do compartimento, e a água com um menor teor de sólidos em suspensão é retirada pela parte superior do compartimento 2. A água ainda com sólidos em suspensão é transferida ao compartimento 3 onde ocorre o processo de decantação. A água sai deste compartimento por baixo e alimenta o compartimento 4. A água com teor mais baixo de sólidos é retirada do compartimento 4 pela parte superior, possuindo um teor de sólidos em suspensão mais baixo.

As questões de 1 a 7 deste guia de atividades questionam o aluno sobre o que é observado (questões 1, 3 e 5) e que tipo de processo de separação está envolvido (questões 2, 4 e 6) nos tanques 1/2, 3/4 e 5. Para o caso do tanque 6 (coleta da água tratada), os alunos são questionados a respeito do que pode ser observado quanto ao aspecto da água recolhida após o tratamento e é solicitado para que o aluno compare o odor e o aspecto visual da água não tratada na entrada do modelo experimental da ETA e da água tratada recolhida.

Para iniciar esta atividade, a professora utilizou uma amostra de água suja (barrenta), contendo sólidos em suspensão, e iniciou o funcionamento do protótipo, adicionando à água do compartimento 1 uma pequena porção de hidróxido de cálcio e de sulfato de alumínio (aproximadamente uma colher de café de cada reagente). Os alunos assumiram a operação do equipamento.

Figura 16 - Protótipo da Estação de Tratamento de Água sendo manipulado pelos alunos



Fonte: Acervo da autora

As respostas às questões 1 e 2 do guia da atividade relativas a esta etapa do processo, estão apresentadas no Quadro 12. Com relação ao que os alunos observaram no compartimento 1 e 2 (questão 1), quatro alunos tiveram suas respostas desconsideradas por não ter uma referência direta à questão (participantes 10, 17, 19 e 24). Todos os demais identificaram que os compartimentos 1 e 2 continham água contaminada com partículas sólidas. Com relação ao processo de separação de misturas que acontece nesta etapa (questão 2), a maioria dos alunos participantes identificou corretamente que ocorreu uma separação entre a água e parte das partículas sólidas em suspensão devido a coagulação (floculação) destas partículas. A maioria conseguiu identificar, também, que foram adicionados reagentes que promoveram o processo de coagulação das partículas.

As respostas dos alunos às questões 3 e 4 do guia da atividade, estão apresentadas no Quadro 13. A maioria dos alunos observou que a água, nestes compartimentos, apresenta-se mais livre de impurezas do que a existente nos compartimentos anteriores. A maioria dos alunos também identificou corretamente o processo de decantação como o processo de separação de mistura envolvido.

Quadro 12 - Respostas as questões referentes ao compartimento 1 e 2

<b>1) O que você observa?</b>	
<b>Participante</b>	<b>Resposta à questão</b>
1	“Observo uma água suja, com barro, aspecto contaminado e um monte de bactérias e agentes impuros. Sua cor é marrom forte”
4	“Água suja e contaminada”
10	“A água é retirada de rios lagos ou outras partes de água e levado a estação de tratamento para que não fique com as sujeiras e impurezas”
11	“Eu observo que a água esta totalmente suja”
13	“Ela está suja”
16	“água suja com barro”
17	“A água é retirada de rios lagos ou outras fontes de água e levada a estação de tratamento para que não fique com as sujeiras e impurezas”
19	“A água e retirada de rios lagos ou outras fontes de água e levado a estação de tratamento para que não fique com sujeiras e impurezas”
22	“Água suja barrenta”
24	“A água é retirada de rios lagos ou outras fontes de água e levada a estação de tratamento para que não fique com as sujeiras e impureza”
26	“Água suja”
28	“Água muito suja contaminada cor marrom”
<b>2) Que tipo de processo de separação está envolvido nesta etapa do tratamento?</b>	
<b>Participante</b>	<b>Respostas à questão</b>
1	“O processo que está envolvido é coagulação. Neste processo inclui separar o máximo de sujeira, da água para a segunda etapa”
4	“Foram adicionados reagentes”
10	“A água é levada para as estação e é adicionada a água um produto para que as impurezas se acumulam”
11	“O processo da coagulação foram adicionados reagentes que fizeram que a água coagulasse”
13	“Coagulação”
16	“Acontece a separação de algumas sujeiras”
17	“A água é levada para as estações e é adicionado a água um produto para que as impurezas se acumulem”
19	“A água e levado para as estações e é adicionado a água um produto para que as impurezas se acumulem”
22	“coagulação”
24	“A água é levada para as estações e é adicionada a água um produto para que as impurezas se acumulem”
26	“Coagulação”
28	“Foram adicionados reagentes que fizeram com que a sujeira se coagula-se”

Fonte: Da autora

Na sequência da atividade, os alunos responderam às questões 5 e 6. As respostas a essas questões estão apresentadas no Quadro 14. Os 12 alunos observaram que a água neste compartimento apresentou ainda menos impurezas que o compartimento anterior. Todos os alunos identificaram corretamente o processo de separação envolvido como o processo de filtração.

Quadro 13 - Respostas as questões referentes ao compartimento 3 e 4

<b>3) O que você observa?</b>	
<b>Participante</b>	<b>Resposta à questão</b>
1	“A água está com um aspecto mais claro, com menos reagentes: Dióxido de cálcio e sulfato de alumínio, esse processo separa a sujeira da água e, assim, a água fica mais limpa”
4	“Água um pouco mais limpa que a outra”
10	“A água começa a acumular sujeira”
11	“Eu observo que a água fica um pouco mais limpa que o primeiro tanque”
13	“Um pouco mais limpa do que o 1º tanque”
16	“São adicionadas os reagentes”
17	“A água começa a acumular sujeira”
19	“Um pouco mais limpo que o primeiro”
22	“Água um pouco mais limpa”
24	“A água começa a acumula sujeira”
26	“Um pouco mais limpa que o primeiro”
28	“Água suja pouco mais limpa”
<b>4) Que tipo de processo de separação está envolvido nesta etapa do tratamento?</b>	
<b>Participante</b>	<b>Respostas à questão</b>
1	“É a decantação = separa o máximo de sujeira, deixando a água quase pura para ocupar no nosso dia a dia”
4	“Decantação”
10	“Daí a água é deixada no tanque para que a sujeiras fique no fundo”
11	“O processo de decantação”
13	“Decantação”
16	“A água um pouco mais clara mas ainda com alguma sujeira”
17	“Daí a água é deixada nos tanques para que as sujeiras fiquem no fundo”
19	“Decantação”
22	“Acontece um processo de decantação”
24	“Daí a água é deixada no tanque para que as sujeiras fiquem no fundo”
26	“Decantação”
28	“Acontece o processo de decantação”

Fonte: Da autora

Quadro 14 - Respostas as questões referentes ao compartimento 5

<b>5) O que você observa?</b>	
<b>Participante</b>	<b>Resposta à questão</b>
1	“Observo a água mais limpa, com aspecto de água + ou – potável”
4	“Um pouco mais limpa que a 2ª”
10	“Após a água ser um pouco mais limpa por ter perdido algumas impureza é passada um filtro para que seja retirado as pequenas sujeiras que podem estar presentes”
11	“A água fica mais limpa que o do tanque dois”
13	“Um pouco mais limpa que o 2º tanque”
16	“um pouco mais limpa”
17	“Após a água ser um pouco mais limpa por ter perdido algumas impurezas é passada em filtros para que seja retirada as pequenas sujeiras que ainda podem estar presentes”
19	“Um pouco mais limpo que o segundo”
22	“Água mais limpa que no tanque 2”
24	“Após a água ser um pouco mais limpa por ter perdido algumas impurezas é passada em filtros para que seja retirada as pequenas sujeiras que ainda podem estar presentes”
26	“Um pouco mais limpa que a segunda”
28	“A água fica mais limpa que a anterior”

<b>6) Que tipo de processo de separação está envolvido nesta etapa do tratamento?</b>	
<b>Participante</b>	<b>Respostas à questão</b>
1	“Filtração→ filtra todas as sujeiras e é a mais completa etapa das etapas filtra todas e quaisquer impureza que tiver”
4	“Filtração”
10	“E acontece a filtração”
11	“Acontece o processo de filtração”
13	“filtração”
16	“Filtração”
17	“E acontece a filtração”
19	“Filtração”
22	“Esse processo é chamado de filtração”
24	“E acontece a filtração”
26	“Filtração”
28	“É feita a filtração”

Fonte: Da autora

Quanto a questão 7, 11 alunos conseguiram identificar alterações esperadas no aspecto da água após o processo de purificação usando o protótipo da ETA. Com exceção de um aluno (participante 16) todos os demais conseguiram identificar mudanças no aspecto da água. Foram encontradas as subcategorias cor (incolor/colorida), odor (mal cheiroso/sem cheiro), aspecto visual (limpa ou clara/suja ou escura), turbidez (transparente/turva ou barrenta), e presença de sólidos em suspensão (ausente/presente ou barrenta). Alguns alunos utilizam o aspecto visual da água para comparar o antes e após o tratamento, como foi o caso dos participantes 10, 17, 26. Outros comparam a etapa inicial e final do tratamento da água realizado com o protótipo da ETA utilizando tanto utilizando o aspecto visual quanto o odor (participantes 4, 11), e outros, ainda, comparam o aspecto visual e presença de sólidos em suspensão antes e depois do tratamento da água (participantes 19, 22 e 24). Um aluno compara turbidez e odor antes e depois do tratamento (participante 13). O participante 1 não faz comparação entre aspectos de mesma subcategoria.

Em um segundo momento da aula, os alunos foram conduzidos até a sala de vídeo onde assistiram uma vídeo-aula sobre as técnicas de separação de misturas em uma Estação de Tratamento de Água ([https://www.youtube.com/watch?v=nUt\\_mrnPf00](https://www.youtube.com/watch?v=nUt_mrnPf00)). O vídeo teve a duração de aproximadamente 9 minutos. Na sequência, foi realizada uma discussão destacando os principais pontos observados, como cada processo realizado na Estação de Tratamento, e então foi entregue o texto de apoio com os principais processos de separação de misturas (Texto adaptado de Jennifer Fogaça – APÊNDICE K). A leitura do texto foi realizada, procurando exemplificar através de ações práticas do cotidiano para que os alunos conseguissem identificar alguns processos em seu dia-a-dia. Na aula seguinte, o texto da aula anterior foi retomado,

resolvendo questões de múltipla escolha e outras questões referentes aos processos de separação de misturas (APÊNDICE M).

Quadro 15 - Respostas a questão referente ao compartimento 6

<b>7) O que você observa quanto ao aspecto da água recolhida após o tratamento? Compare o odor e o aspecto visual da água não tratada na entrada do modelo experimental da ETA e da água tratada.</b>	
<b>Participante</b>	<b>Resposta à questão</b>
1	“Observei em todos os processos do ETA a água que chega é marrom e a água que sai é quase própria para o consumo”
4	“Comparando com a 1ª, mudou a cor e não nota-se sujeira”
10	“E água recentemente retirado é suja e barrenta e a água depois de ser tratada apresenta um aspecto mais limpa”
11	“A água mudou a coloração e ficou limpa, bem diferente da água do início, ficou sem sujeira”
13	“Ela ficou mais limpa do que o início, a água do início era barrenta e tinha um odor estranho, a água tratada é transparente e não tem nenhum odor”
16	“a agua estava mais laranja do que a 1”
17	“A água recentemente retirada é suja e barrenta e a água depois de ser tratada apresenta um aspecto mais limpo”
19	“Comparando com a água barrenta do início a água fica mais claro não tendo substância em suspensão”
22	“A coloração mudou não da pra perceber substâncias em suspensão”
24	“A coloração mudou não apresenta mais substancias em suspensão”
26	“Comparando com a água barrenta do início, a água ficou mais clara”
28	“Mudou a coloração e a cor da água não tem cheiro e não ficou muito limpa e não muito clara”

Fonte: Da autora

#### **7.1.4 Atividade 4: Questões ambientais relacionadas à Água**

Nessa atividade, que teve apoio de um texto (APÊNDICE L), computador e projetor multimídia, foram estabelecidos dois objetivos de aprendizagem: a) explorar questões relacionadas à água a partir das vivências; e, b) identificar, com base no material de apoio, os principais problemas associados ao uso da água e a poluição ambiental de águas na região.

Para explorar questões relacionadas à água a partir das vivências, os alunos foram levados novamente à sala de vídeo para assistirem a algumas imagens passadas pela professora com o uso do computador e projetor multimídia a fim de observarem os principais problemas ambientais relacionados ao Rio Uruguai, de onde é retirada a água que abastece a cidade de São Borja/RS pela CORSAN. Durante a exposição das imagens, os alunos juntamente com a professora discutiram oralmente os problemas e destacaram a importância do cuidado que se de-

ve ter com as margens do rio para que o processo não onere os serviços prestados pela COR-SAN. Após assistirem as imagens, os alunos receberam um texto de apoio (APÊNDICE L) para reforçar os problemas ambientais e alertá-los para a problemática da água.

Em um segundo momento, foi entregue aos alunos o guia de atividades 4 para que eles respondessem por escrito a questões relacionadas ao uso da água e a poluição ambiental (Apêndice E).

A análise das respostas à questão “Quais são suas observações quanto à poluição e degradação do Rio Uruguai?”, apresentada no Quadro 16, revela duas subcategorias de respostas: identificação da poluição do Rio Uruguai como resíduos sólidos, e identificação da poluição do Rio Uruguai como efluentes líquidos. A maioria dos participantes identificou a poluição e a degradação do Rio Uruguai como resultante da presença de resíduos sólidos e, por alguns outros participantes, como resultante de efluentes líquidos.

Quadro 16 – Análise da poluição e degradação do Rio Uruguai a partir das respostas à questão “Quais são suas observações quanto à poluição e degradação do Rio Uruguai?”

Participante	Resposta à questão	Subcategorias	Categoria
1	“O lixo que é jogado no rio”	Identificação da poluição do Rio Uruguai como resíduos sólidos	Poluição e degradação do Rio Uruguai
10	“Vi muito lixo e os causadores são os humanos”		
13	“Garrafas, sacolas plásticas, galhos, latinhas.”		
16	“Os galho as garrafa e os lixo que fazem mal para nós”		
19	“[...] e pela sujeira de sua costa [...]”		
24	“Vi muito lixo e os causadores são os seres humanos”		
26	“[...], e também pela sujeira de sua costa, [...]”		
28	“Vi muito lixo e os causadores disso são os seres humanos”	Identificação da poluição do Rio Uruguai como efluentes líquidos	
19	“Que está bastante poluído por conta dos esgotos que desaguam no rio uruguai [...] , somos nós os principais causadores”		
26	“Ele está bastante poluído por conta dos esgotos que desaguam no rio, [...], nós somos os principais causadores”		

Fonte: Da autora

O Quadro 17 apresenta a análise das respostas à questão “Quais as principais utilizações da água do Rio Uruguai?”. Esta análise aponta três subcategorias de respostas para a categoria usos da água do Rio Uruguai: como fonte de água para consumo, como local ou meio para o desenvolvimento de atividades econômicas, e como local para lazer. A maioria dos participantes destaca o uso da água do Rio Uruguai como fonte para consumo, porém sem fazer referência ao necessário tratamento da água antes do consumo. Outro uso da água, também des-



tacado pela maioria, foi como meio/local de desenvolvimento de atividades econômicas. Alguns se referiram ao uso da água do rio como fonte de lazer.

Quadro 17 – Análise do uso da água do Rio Uruguai a partir das respostas à questão “Quais as principais utilizações da água do Rio Uruguai?”

Participante	Resposta à questão	Subcategorias	Categoria
4	“É utilização para beber, tomar banho, limpar a casa etc”	Fonte de água para consumo	Usos da água do Rio Uruguai
10	“abastecer as casas e [...]”		
13	“Para tomar banho, beber, lavar a louça, lavar roupa”		
16	“[...] Para o nosso banho. Para nossa sede. [...]”		
17	“Para tomar”		
22	“[...] e a água para bebermos”		
24	“[...] e satisfazer a sede das pessoas”		
28	“[...] e matar a sede de todos”		
1	“A utilização da água varia função como [...], o sustento e a bausa que agora não funciona mais”	Local ou meio para desenvolvimento de atividades econômicas	
10	“[...] sustentar”		
11	“para navegação para pesca e para transporte de alimentos”		
16	“Para o nosso consumo. [...]. Para nossa feira”		
19	“Os pescadores e os cidadãos de nosso município”		
22	“[...] o sustento, a pesca, [...]”		
24	“Sustentar [...]”		
26	“Os pescadores e cidadãos do nosso município”		
28	“Sustentar varias pessoas [...]”	Local para lazer	
1	“A utilização da água varia função como lazer, [...]”		
22	“O lazer, [...]”		

Fonte: Da autora

A análise das respostas à questão “Como você gostaria que fosse esse ambiente natural? Há possibilidade de melhorar? Cite algumas alternativas”, apresentada no Quadro 18, mostrou três subcategorias de respostas para a categoria possibilidades de melhorias das águas e do entorno do Rio Uruguai: melhoria do entorno do rio, melhoria da qualidade da água do rio, e conscientização das pessoas. Dez alunos dos doze participantes sugeriram melhorar os aspectos ambientais no entorno do Rio Uruguai como aumentar a arborização e limpar a área da margem (melhoria do entorno do rio); seis deles sugeriram melhorar a qualidade da água do rio, sendo que dois destes sugeriram tratamento do esgoto (melhoria da qualidade da água); e, seis deles sugeriram conscientizar as pessoas para o cuidado do rio e do seu entorno (conscientização das pessoas).

Quadro 18 – Análise das possibilidades de melhoria das águas e do entorno do Rio Uruguai a partir das respostas à questão “Como você gostaria que fosse esse ambiente natural? Há possibilidade de melhorar? Cite algumas alternativas”

Participante	Resposta à questão	Subcategorias	Categoria
1	“Com mais árvores e espaço para a população sentar ou passeio de lazer”	Melhoria do entorno do rio	Possibilidades de melhoria das águas e do entorno do Rio Uruguai
4	“Gostaria que fosse [...] com muitas árvores ao redor e animais. [...] Sim pode melhorar, [...]”		
10	“Fosse melhor. Sim. Plantar mais árvores [...]”		
11	“Eu queria que tivesse mais mata e menos lixo e é possível melhorar plantando árvores e tirando o lixo”		
13	“[...], menos lixo”		
16	“Não jogar lixo [...]”		
19	“Que fosse limpo e com bastante vida. Sim, [...] e plantar mais árvores em sua encosta”		
24	“Melhor. Sim. Plantar e [...]”		
26	“Desejaria que fosse limpo e que fosse rico em peixe. Sim, um [...]”		
28	“Melhor. Sim. Plantar e [...]”	Melhoria da qualidade da água	
4	“Gostaria que fosse uma água limpa que pudesse beber ali na hora [...]. Sim pode melhorar, [...]”		
10	“Fosse melhor. Sim. [...] e limpar o rio”		
19	“Que fosse limpo e com bastante vida. Sim, um bom projeto para os esgotos que dasaguam no Rio uruguai e [...] e [...]”		
24	“Melhor. Sim. Plantar e limpar o rio”		
26	“Desejaria que fosse limpo e que fosse rico em peixe. Sim, um bom projeto para que os esgotos não desaguam para o rio, e [...]”		
28	“Melhor. Sim. [...] e limpar o rio”		
4	“Gostaria que fosse [...] [...]. Sim pode melhorar, basta conscientizar as pessoas e fazer dar certo esses tratamentos de esgoto e de água”	Conscientização das pessoas	
13	“Saber cuidar o rio, [...]”		
16	“[...] ter o rio como uma coisa pública mas não poluir o rio”		
19	“Que fosse limpo e com bastante vida. Sim, [...] e que também não se pudesse jogar lixo na sua encosta e [...]”		
22	“Gostaria sim, ajudando a não jogar lixo no chão e não gastar água sem necessidade”		
26	“Desejaria que fosse limpo e que fosse rico em peixe. Sim, [...] e que também não se podece jogar lixo em sua encosta e que plantacem mais arvores na beira do rio”		

Fonte: Da autora

### **7.1.5 Atividades 5: Visita Técnica à Estação de Tratamento de Água do Município de São Borja**

A visita técnica foi a etapa mais esperada pela turma, pois como a escola é de Tempo Integral eles praticamente passam o dia todo na escola das 8h às 17h. Por este motivo, eles ficaram muito empolgados por sair do ambiente escolar e vivenciar na prática o que foi estudado em sala de aula. O veículo para transporte foi disponibilizado com a Prefeitura Municipal que veio até à escola para efetuar o transporte da professora e alunos até a Estação de Tratamento de Água. Fomos recebidos pelo funcionário da CORSAN que primeiramente conversou com a turma a respeito da captação da água do rio Uruguai, falando sobre como a água é conduzida do rio para o tratamento. Após nos dirigimos aos tanques onde são realizados os processos de floculação, decantação e filtração. Cada uma das etapas foi minuciosamente explicada pelo técnico. Os alunos fizeram algumas perguntas referentes ao processo de floculação e decantação. No tanque onde é realizada a filtração o técnico fechou o tanque para que os alunos pudessem ver como é a filtração da água, passando pela areia, pedras.

Após metade da turma foi levada até o laboratório da CORSAN onde outra técnica mostrou como é feito o controle das amostras de água que são monitoradas 24h por dia. Explicou aos alunos como é realizado o controle através dos parâmetros de potabilidade exigidos pela legislação vigente. A outra metade da turma ficou acompanhada pelo outro técnico que mostrou os reagentes que são adicionados à água para que ela se torne própria para o consumo. Explicou para que serve a adição de flúor e cloro na água. No retorno de todos o técnico fez uma retomada de todas as etapas pelas quais a água passa até chegar ao consumidor e também tirou dúvidas dos alunos. Lembrou do uso do carvão ativado quando à proliferação de algas no rio. E também deu ênfase no uso dos reagentes para o processo de floculação. Nos dirigimos para o pátio onde há bastante espaço e ele se colocou à disposição para posteriores visitas, agradecemos a disponibilidade e retornamos para a escola. A Figura 17 mostra algumas cenas da visita técnica na estação de água da Corsan de São Borja.

Os alunos responderam às questões do Guia de Atividades 5 na aula seguinte à Visita Técnica. O seguinte conjunto de questões foi aplicado a cada um dos tanques da ETA: 1. O que você observa? De acordo com o que você observa, e tendo como apoio o esquema do modelo experimental em microescala de uma ETA, identifique qual é a etapa do tratamento de água: 3. O conteúdo do tanque pode ser classificado como: ( ) substância pura ( ) mistura Justifique.

Figura 17 - Visita à estação de tratamento de água do município de São Borja



Fonte: Acervo da autora

O Quadro 19 apresenta as respostas dos alunos referentes ao tanque 1 da ETA da Corsan. Os alunos 1, 4, 10, 11, 13, 17, 19, 22, 24, 26 e 28 observaram a sujeira se aglomerando em flocos nessa etapa. Apenas o aluno 16 não comentou sobre a aglomeração da sujeira na água.

Quadro 19 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 1- O que você observa?

Participante	Resposta à questão
1	“Água chegou aos tanques de tratamento aglutinando sujeira.”
4	“Observei que a sujeira da água estava aglutinada formando pequenos flocos.”
10	“Que a sujeira estava se aglutinando.”
11	“Que toda sujeira estava se aglutinando e formando flocos.”
13	“Eu vi que o sulfato de alumínio após ele estar na água ele junta toda a sujeira da água a sujeira fica toda em cima.”
16	“A água era suja porque não tinha passado pelo processo de filtração.”
17	“O sulfato de alumínio faz com que os flocos se aglotinem criando algo tipo de crosta.”
19	“Que estava se aglutinando.”
22	“Que a água chegou aos tanques de tratamento poluída aglutinando sujeira.”
24	“Toda sujeira que estava na água cada vez mais se aglomerava.”
26	“Eu observei que a sujeira estava se aglotinando e formando um tipo de areia.”
28	“Que a estava se aglutinando.”

Fonte: Da autora

A questão seguinte diz respeito ao que é observado pelo aluno e tendo como apoio o esquema do modelo experimental em microescala de uma ETA, pede para que ele identifique a etapa do tratamento de água envolvida em cada tanque da ETA da Corsan. Os onze alunos analisados responderam floculação, apenas o aluno 16 colocou o nome de três processos: “decantação, filtração e flocuração.” Na questão seguinte, foi solicitado que assinalassem como era classificado o tanque se em substância pura ou mistura e após justificassem sua resposta. Os alunos 4, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 24, 26, 28 responderam que é uma mistura. Apenas os alunos 1 e 22 responderam que é uma substância pura, porém suas justificativas são contraditórias. O aluno 1 e o aluno 22 justificaram da seguinte maneira: “Porque dava para perceber as impurezas da água.”. A maioria dos alunos justificou como sendo mistura por apresentar sujeira na água, o aluno 17 justificou da seguinte maneira: “Pois podemos ver os flocos espalhados pela água.”

Com relação ao próximo tanque observado verificou-se através das respostas que todos os alunos perceberam que a água não estava totalmente limpa, pois ainda era visível alguma impureza presente na água (Quadro 20).

Quadro 20 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 2- O que você observa?

Participante	Resposta à questão
1	“Que a água não estava totalmente limpa que dava para ver flocos de sujeira”.
4	“Observei que a água não estava totalmente limpa e a sujeira estava ficando no fundo.”
10	“ Que a água não estava totalmente limpa, pois ainda dava para observar um pouco de sujeira.”
11	“Da para ver a sujeira a olho nu, e como os flocos menores ... na água.”
13	“Observando que a água não estava totalmente limpa.”
16	“Observo que tinha sujeira mas não é muita e também não tinha muita espuma floco de sujeira.”
17	“ Conseguimos ver que a água não ficou tão limpa pois o processo não estava completo.”
19	“A água estava um pouco limpa mas ainda dava para ver as impurezas.”
22	“Que a água não estava totalmente limpa que dava para ver flocos de sujeira.”
24	“A água estava um pouco mais limpa mas ainda dava para se ver os flocos de sujeira.”
26	“Ainda a água na estava totalmente limpa dava para se ver alguns indícios de sujeira.”
28	“A água estava um pouco limpa mas ainda dava para ver algumas impurezas.”

Fonte: Da autora

Nas observações realizadas, registraram as mudanças ocorridas com relação ao tanque anterior (Quadro 21), os alunos 4, 16 e 17 se referiram à diminuição dos flocos. Os alunos 1, 10, 11, 19, 22, 24, 26 e 28 perceberam a água mais limpa do que no tanque anterior. O aluno 13 não respondeu a essa questão.

Quadro 21 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 2- O que mudou em relação ao tanque anterior?

Participante	Resposta à questão
1	“Podemos ver que a água estava quase, totalmente limpa.”
4	“A água ficou com menos flocos.”
10	“A água ficou mais limpa.”
11	“A água ficou mais limpa”
13	Em branco
16	“No tanque anterior a água tava muito suja tinha bastante floco e também espuma mas já vi toda a diferença nos dois tanques.”
17	“mudou que os flocos aviam diminuído”
19	“A água estava mais limpa”
22	“Podemos vêr que água estava quase totalmente limpa.”
24	“A água ficou um pouco mais limpa.”
26	“A água ficou mais limpa.”
28	“A água estava mais limpa”

Fonte: Da autora

A questão a seguir faz com que os alunos observem o que acontece no processo de decantação, os alunos 1, 4, 10, 11, 16, 17, 19, 22, 24, 26 e 28 citaram a ação da gravidade envolvido nesse processo (Quadro 22). A melhor definição foi do aluno 10 que diz: “A ação da gravidade que fez a sujeira ir para o fundo do tanque.” Apenas o aluno 13 não respondeu a questão.

Quadro 22 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 2- O que causou esta mudança?

Participante	Resposta à questão
1	“A água decantou e a sujeira foi para o fundo do tanque”
4	“A ação da gravidade que fez com que a sujeira se acumulasse no fundo do tanque”
10	“A ação da gravidade que fez a sujeira ir para o fundo do tanque”
11	“Os flocos que sobraram, por ação da gravidade fes eles descerem para o fundo do tanque”
13	Em branco
16	“Essa mudança causou porque a água passo por um processo que fez a ação da gravidade ir para o fundo.”
17	“Os flocos maiores começaram a descer com a decantação”
19	“A ação da gravidade que fez com que a sujeira fosse para o fundo do tanque”
22	“Água decantou e a sujeira foi para fundo do tanque”
24	“Os flocos maiores deciam. Uma ação da gravidade”
26	“A ação da gravidade que faz a sujeira para o fundo do tanque”
28	“ A ação da gravidade que fez com que a sujeira fosse para o fundo do tanque”

Fonte: Da autora

O próximo questionamento diz respeito ao conteúdo do tanque 2, se ele é considerado substância pura ou mistura. Onze alunos responderam que é uma mistura e um aluno não respondeu a essa questão.

A análise das respostas referentes às observações do tanque 3 estão apresentadas no Quadro 23.

Quadro 23 - Respostas as questões referentes à Visita Técnica na Corsan – Tanque 3

Participante	Resposta à questão
1	“A água estava totalmente limpa”
4	“A água esta relativamente mais limpa passando pelo filtro para depois ser desinfetado.”
10	“Que a água estava totalmente limpa.”
11	“Que a água estava limpa.”
13	“Reparamos que a água estava limpa, mas que mesmo limpa não é uma substância pura.”
16	Em branco.
17	“porque a água está limpa mas não tão hidratada.”
19	“Que a água estava limpa.”
22	“Água estava totalmente limpa.”
24	“O que mudou podemos se dizer foi que a água estava totalmente limpa, mas não totalmente hidratada.”
26	“A água estava totalmente limpa.”
28	“Que a água estava limpa.”

Fonte: Da autora

De modo geral, observa-se que os alunos identificam misturas e substâncias puras utilizando somente informações visuais macroscópicas tais como a visualização de partículas sólidas na água. Os resultados mostram que os alunos não estão articulando os aspectos microscópicos de mistura e substâncias puras. Tais observações estão de acordo com o que foi exposto por Furió e Domínguez (2007), que discutem a origem e evolução dos conceitos macroscópicos e microscópicos de substância e composto. Segundos estes autores, verifica-se que os alunos percebem apenas o que conseguem identificar a olho nu. Definem substância como material, pois somente aquilo que veem classificam como substância. Ainda de acordo com Furió e Domínguez (2007), a matéria se classifica em homogênea ou heterogênea, dependendo se é possível observar ou não seus diferentes componentes. A maior ou menor homogeneidade de uma mistura se explica a partir do animismo ou finalismo atribuído a todos os seres, vivo ou inanimado.

## 7.2 Resultados quantitativos do teste de conhecimentos

Para a avaliação quantitativa do desempenho dos participantes foi desenvolvido um teste de conhecimento (APÊNDICE A) de múltipla escolha contendo 20 questões sobre os conceitos químicos explorados neste trabalho (conceitos de substância, mistura e processos de separação de misturas). A seguir é apresentado o resultado referente à validação do teste de conhecimento proposto, e por fim os resultados de desempenho dos participantes da pesquisa são discutidos.

### 7.2.1 Validação do teste de conhecimento

Para validação do teste de conhecimento proposto neste trabalho (disponível no APÊNDICE A) foi avaliada a eficiência de cada um dos itens (questões) utilizando os índices de dificuldade e de discriminação. Os cálculos foram realizados usando o pacote estatístico *Real Statistics for Excel* disponível gratuitamente (“Education.com”, 2015; ZAIONTZ, 2015). Neste estudo, foram estabelecidos critérios para validação de itens do teste, conforme apresentado no Quadro 24.

Quadro 24 - Critérios estabelecidos para a validação de itens do teste de conhecimentos

Índice	Critérios
Dificuldade	Inferior a 0,95 e superior a 0,20
Discriminação	Superior a 0,20

Fonte: Construção do Autor

Com base nesses critérios, não foram validados 05 (cinco) itens a saber, 03, 05, 10, 15 e 19. Estes itens estão destacados no Quadro 25 apresentado abaixo.

O item 3 foi retirado do teste de conhecimento porque o índice de dificuldade e discriminação ficou abaixo de 0,20, e no caso do item 5, cerca de metade dos alunos respondeu corretamente o item, porém o índice de discriminação foi de 0,00 (zero), dessa forma também foi retirado do teste de conhecimento. Todos os participantes acertaram o item 10, por consequência seu índice de dificuldade foi de 1,0 enquanto o índice de discriminação foi de 0,00 (zero), o que indica que este item não estava discriminando os participantes.

Os itens 15 e 19 foram retirados do teste de conhecimento por terem ficado acima dos valores de 0,95 para dificuldade e abaixo de 0,20 para discriminação.



Quadro 25 - Itens do teste de conhecimentos (pós-teste), após análise dos critérios estabelecidos para os índices de dificuldade e de discriminação.

Item	Dificuldade	Discriminação
1	0,91	0,25
2	0,91	0,25
<b>3</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>
4	0,83	0,38
<b>5</b>	<b>0,52</b>	<b>0,00</b>
6	0,91	0,25
7	0,83	0,50
8	0,78	0,63
9	0,26	0,63
<b>10</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>
11	0,87	0,38
12	0,61	0,50
13	0,78	0,63
14	0,91	0,25
<b>15</b>	<b>0,96</b>	<b>0,13</b>
16	0,83	0,38
17	0,87	0,25
18	0,30	0,38
<b>19</b>	<b>0,96</b>	<b>0,13</b>
20	0,41	0,25

Fonte: Construção do autor

### 7.3 Confiabilidade do teste de conhecimentos

Para investigar a confiabilidade do teste de conhecimentos foi utilizada a estatística de Kuder-Richardson Fórmula 20 (KR-20). O coeficiente corresponde a uma medida da consistência interna do teste. Como os itens do teste de conhecimentos apresentam apenas uma alternativa correta, o KR-20 pode ser utilizado na análise da confiabilidade do teste, pois este é adequado quando as respostas do item são dicotômicas. Um teste é considerado perfeitamente confiável quando o KR-20 é 1,00. No limite, quando o KR-20 é 0,00, considera-se que os resultados do teste não apresentam confiabilidade, ou seja, não estão medindo adequadamente o que se deseja (conhecimento dos participantes da pesquisa sobre os tópicos em questão).

Os índices KR-20 para o pré-teste e pós-teste de conhecimentos, já validados como descrito na seção 4.4.2.1, estão apresentados no Quadro 26. Os cálculos foram realizados usando o pacote estatístico *Real Statistics for Excel* (ZAIONTZ, 2015).

Quadro 26 – Índice de fidedignidade do teste de conhecimentos

Índice	Pré-teste	Pós-teste
Kuder-Richardson (KR-20)	0,606	0,823

Fonte: Construção do Autor

Não existe um valor mínimo padrão de KR-20 para o teste ter confiabilidade adequada, porém valores maiores ou igual a 0,70 são usualmente considerados adequados para testes educacionais. Os resultados obtidos indicam uma elevação significativa do valor do KR-20 do pré-teste para o pós-teste, o que possivelmente é devido ao maior conhecimento dos alunos sobre os tópicos explorados no teste após a aplicação das aulas e atividades propostas. O valor de KR-20 de 0,823 para o pós-teste sugere que o teste de conhecimento proposto e validado apresenta confiabilidade adequada para a medida de conhecimento dos alunos.

### 7.3.1 Resultados estatísticos para o teste de conhecimentos

A Tabela 1 mostra os dados da estatística descritiva para os escores do teste de conhecimento (pré-teste e pós-teste). Observando os resultados obtidos na Tabela 1, a média e a mediana dos escores no pós-teste foi significativamente superior à média e à mediana obtidas no pré-teste. Esta elevação nos escores do pós-teste já era esperada considerando que os alunos não tinham tido contato com o conteúdo antes da aplicação da proposta didática. Isso é evidenciado pela média obtida no pré-teste de 4,5, que demonstra pouco conhecimento sobre os temas abordados nas questões. Entretanto, deve-se enfatizar que neste momento os alunos ainda não tinham recebido a instrução sobre o conteúdo explorado no teste de conhecimento.

Tabela 1 - Dados estatísticos do teste de conhecimentos

	Participantes	Média	Desvio Padrão	Mediana	Faixa Interquartil
Pré-teste	12	4,5	0,79	5,16	4,25
Pós-teste	12	12,0	0,62	11,58	1,00

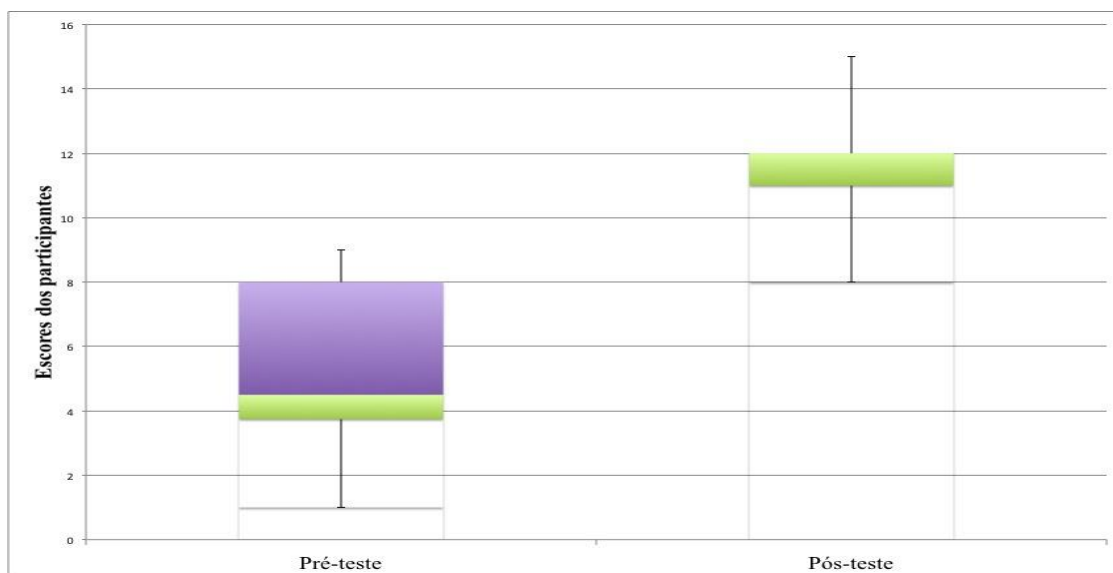
Fonte: Construção do Autor

O desvio padrão e a faixa interquartil, que são medidas da dispersão dos escores, diminuíram no pós-teste indicando que a variabilidade das notas diminuiu em relação ao pré-teste.

Os dados estatísticos da Tabela 1 são mostrados graficamente nos diagramas de caixas representados na Figura 18, permitindo visualizar e comparar os dados da mediana e da faixa interquartil, bem como analisar a dispersão dos escores obtidos no pré-teste e no pós-teste. Esta forma de representação possibilita uma análise geral comparativa dos resultados do teste de

conhecimentos aplicado antes e após a aplicação da proposta educacional (pré-teste e pós-teste).

Figura 18 – Diagrama de caixa para os escores dos participantes no pré-teste e pós-teste de conhecimentos



Fonte: Construção do Autor

Na Figura 18 é notável a diferença do desempenho dos participantes da pesquisa após a aplicação da proposta didática, evidenciado para elevação da mediana e dos valores extremos dos escores e redução da dispersão dos escores.

A Tabela 2 apresenta os escores de cada um dos participantes no pré-teste e pós-teste de conhecimentos, bem como a diferença entre os escores do pós-teste e pré-teste.

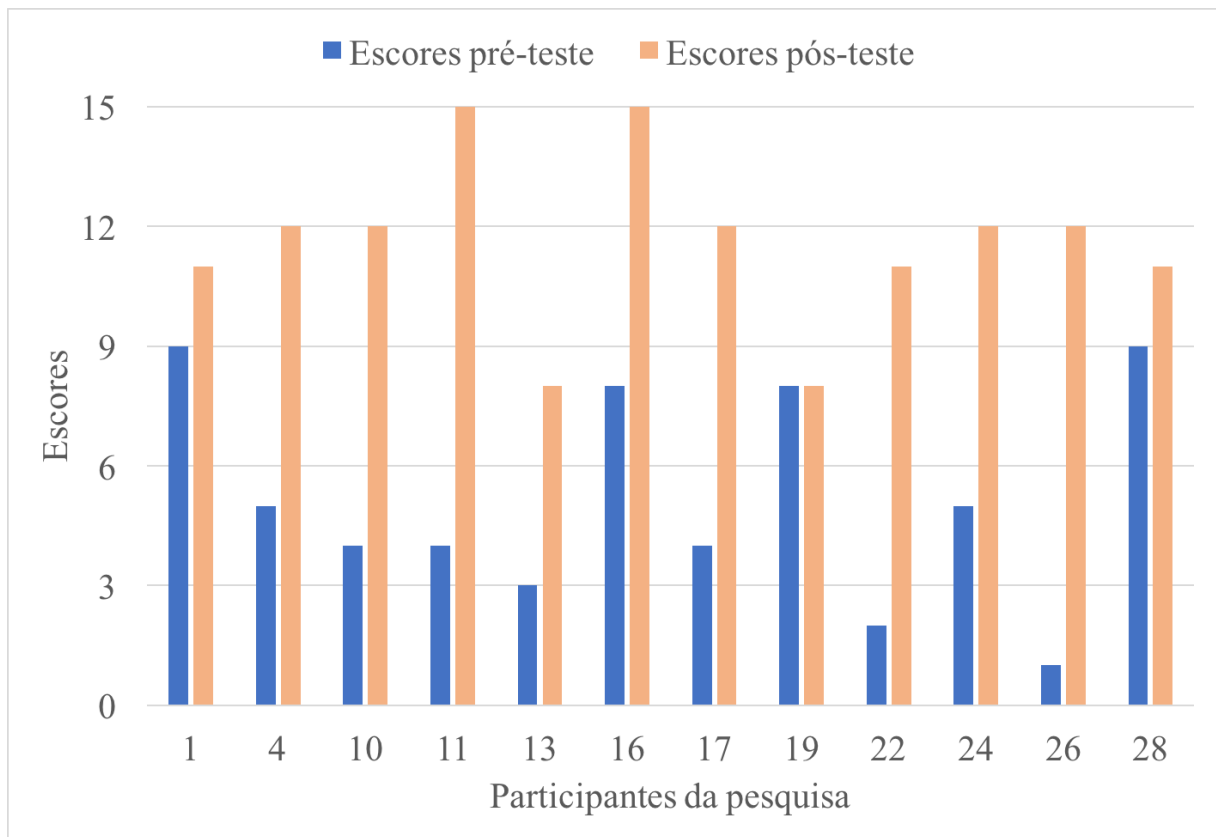
Tabela 2 - Escores dos participantes no pré-teste e pós-teste de conhecimentos

Participantes	Escore		Diferenças entre escores (Pós-teste) - (Pré-teste)
	Pré-teste	Pós-Teste	
1	9	15	6
4	5	16	11
10	4	15	11
11	4	20	16
13	3	8	5
16	8	15	7
17	4	18	14
19	8	8	0
22	2	15	13
24	5	15	10
26	1	15	14
28	9	15	6

Fonte: Construção do autor

Para representar os escores do pré-teste e do pós-teste obtidos para cada um dos participantes, apresentamos na Figura 19, um histograma comparando os escores obtidos pelos participantes no pré-teste e no pós-teste. Analisando o histograma apresentado na Figura 19, podemos perceber ao comparar os escores obtidos no pré-teste com os escores obtidos no pós-teste, que todos os participantes, exceto o de número 19, obtiveram um aumento nos escores após a aplicação da proposta didática que incluiu a aplicação das atividades propostas neste trabalho.

Figura 19 – Histograma comparativo dos escores obtidos pelos participantes no teste de conhecimentos



Fonte: Construção do Autor

### 7.3.2 Ganho de aprendizagem normalizado

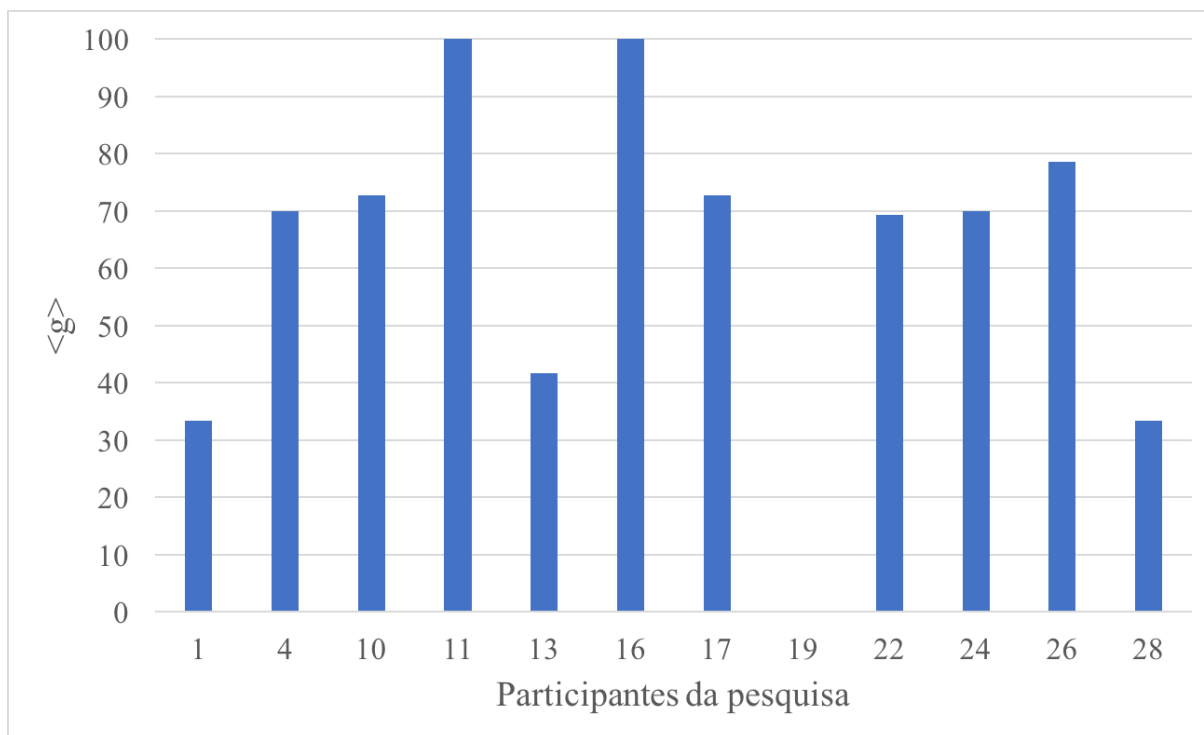
Os ganhos de aprendizagem normalizados ( $\langle g \rangle$ ) para os alunos participantes da pesquisa estão listados na Tabela 3. Dois dos alunos atingiram ganho de aprendizagem normalizado máximo de 100%. Um dos participantes não obteve ganho algum e outros dois participantes obtiveram o valor de ganho de aprendizagem normalizado de 33,3%. O ganho de aprendizagem normalizado médio foi de 61,8%, indicando que para a turma como um todo houve um ganho significativo de aprendizagem, e que pode ser considerado um excelente resultado. Os ganhos de aprendizagem normalizados para cada aluno da turma encontram-se representados graficamente na Figura 20.

Tabela 3 – Desempenho dos participantes no pré-teste, pós-teste, porcentagem de ganho e ganho de aprendizagem normalizado

Participante	%( <i>pré – teste</i> )	%( <i>pós – teste</i> )	%( <i>ganho</i> )	$\langle g \rangle$
1	60,0	73,3	13,3	33,3
4	33,3	80,0	46,7	70,0
10	26,7	80,0	53,3	72,7
11	26,7	100,0	73,3	100,0
13	20,0	53,3	33,3	41,7
16	53,37	100,0	46,7	100,0
17	26,7	80,0	53,3	72,7
19	53,3	53,3	0,00	0,00
22	13,3	73,3	60,0	69,2
24	33,3	80,0	46,7	70,0
26	6,7	80,0	73,3	78,6
28	60,0	73,3	13,3	33,3

Fonte: Construção do Autor

Figura 20 – Ganho de aprendizagem normalizado para os participantes da pesquisa



Fonte: Construção do Autor

### 7.3.3 Teste de hipótese para o desempenho no teste de conhecimentos

Para a verificação de significância estatística do aumento dos escores dos participantes no teste de conhecimentos discutido na seção 4.4.2.3, fizemos uso da estatística não paramétrica de Wilcoxon pareado unilateral (ZAIONTZ, 2015). A Tabela 4 apresenta o resultado obtido com base nos escores obtidos pelos 12 (doze) participantes no pré-teste e no pós-teste. A hipótese nula previamente estabelecida (Quadro 3) foi rejeitada com nível de confiança de 95%, considerando que o valor-p obtido da estatística (0,0007) apresentou um valor menor que nível de significância de 0,05. Considera-se, portanto, aceita a hipótese alternativa, ou seja, os resultados indicam que o aumento nos escores entre o pré-teste e o pós-teste foi estatisticamente significativo.

Os resultados quantitativos obtidos sugerem que a proposta educacional contribuiu de modo significativo para o aprendizado dos participantes da pesquisa.

Tabela 4 – Resultado do teste de Wilcoxon pareado unilateral para o teste de conhecimentos

Número de Participantes	Nível de significância	Valor-p
12	0,05	0,0007

Fonte: Construção do Autor

#### 7.4 Motivação para aprender dos participantes

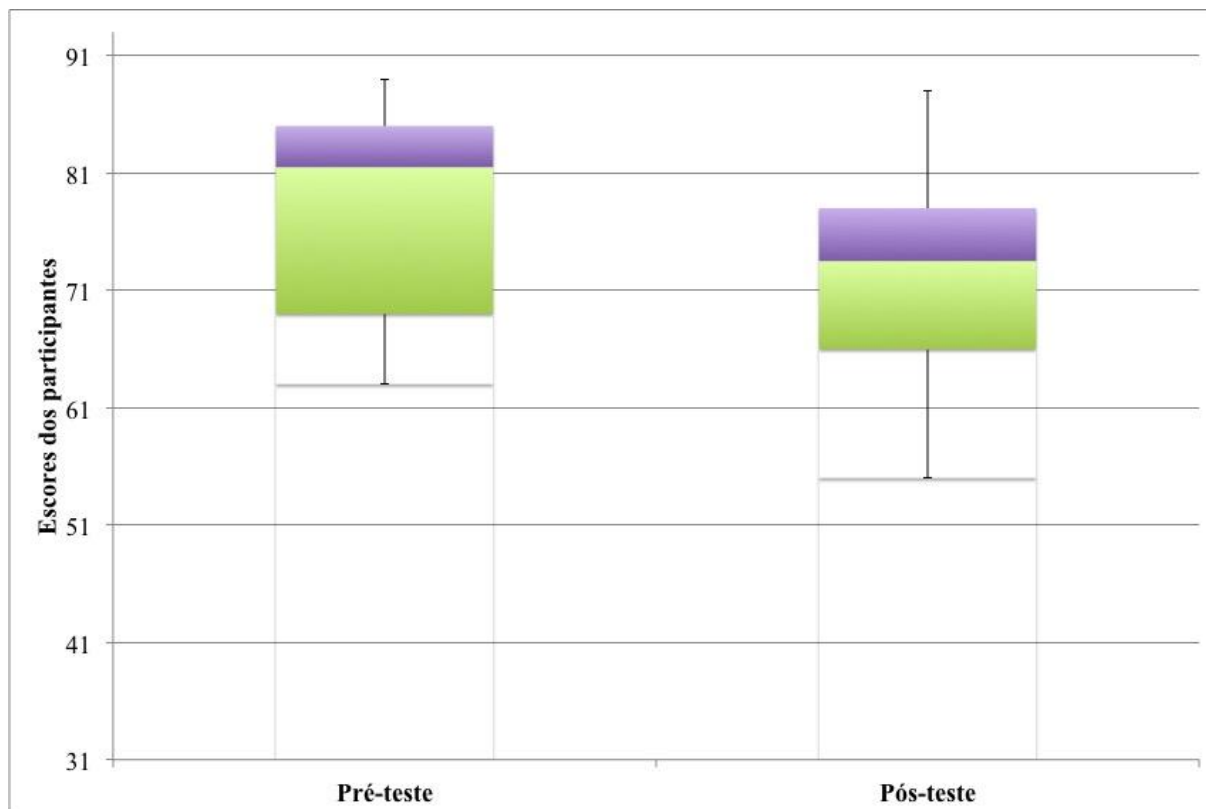
Conforme os dados apresentados na Tabela 5 e no diagrama de caixas representado na Figura 21, constatamos que os resultados obtidos no teste de motivação para aprender indicam que a motivação para aprender no pré-teste foi superior à do pós-teste, contudo a diferença nos valores médios e medianas não é elevada. Verifica-se também que a variabilidade dos escores do teste de motivação para aprender, medidas pelo desvio padrão, são pequenas. Deve-se enfatizar que o valor médio de motivação para aprender obtido encontra-se próximo do centro da escala de motivação utilizada, que varia de 34 a 102 pontos e cujo ponto central é 68 pontos. Isso sugere que os participantes apresentaram motivação para aprender intermediária, ou seja, que não foi baixa demais ou elevada demais. O nível de motivação para aprender obtido pode ser considerado como adequado para o aprendizado, sendo que níveis muito baixos ou muito elevados podem prejudicar o aprendizado dos alunos.

Tabela 5 - Dados estatísticos do teste de motivação para aprender

	Participantes	Média	Desvio Padrão	Mediana	Faixa Interquartil
Pré-teste	12	81,5	2,70	77,8	16
Pós-teste	12	73,5	2,72	72,4	12

Fonte: Construção do Autor

Figura 21 - Diagrama de caixa para os escores totais obtidos pelos participantes do teste de motivação para aprender



## 7.5 Opinião dos alunos

### 7.5.1 Sobre a atividade que mais chamou a atenção dos alunos

O Quadro 27 mostra os dados obtidos para a categoria de respostas sobre o que mais chamou a atenção dos alunos, considerando sua participação em todas as atividades realizadas no estudo de misturas e métodos de separação. A análise conduziu as seguintes subcategorias de respostas: atividade diferenciada e facilidade de compreensão.

Das cinco atividades realizadas que correspondem a proposta didática deste estudo, dez dos doze respondentes atribuem a atividade da visita a ETA como a que mais chamou a atenção, justificando por ser esta atividade diferenciada (participantes 11 e 24), por ser mais simples de entender o processo de separação de impurezas da água (participantes 4, 13 e 22), ou por alguma etapa específica do processo de tratamento de água usado na ETA (participantes 19 e 26); três participantes não justificaram a sua resposta (participantes 1, 10 e 28). Dois partici-



pantes disseram que não aprenderam nada (participantes 16 e 17). Essas respostas parecem indicar que, de todas as atividades desenvolvidas com os alunos, a maioria deles teve mais interesse pela atividade que envolveu a visita à ETA, que tratou em escala real do tema que foi, em boa parte, estudado na escola com apoio de um experimento em microescala, mas ainda assim de forma não tradicional. Ficou evidente que o domínio em escala real impressionou mais aos alunos do que o domínio modelado em pequena escala. Enfatizamos que o protótipo utilizado para o estudo na Escola não teve o propósito de ser uma réplica do processo real de tratamento de água na ETA; ele pretendeu ser apenas um modelo que captura os principais aspectos de interesse do processo. Assim, o domínio em microescala utilizado na proposta tem objetivo educacional diferenciado se comparado ao domínio em escala real. Deve ser observado, também, que para alguns alunos (participantes 4 e 13) foi a melhoria na compreensão dos conceitos proporcionada pela experiência em escala real (na ETA) que foi significativa.

Quadro 27 – Respostas à questão “O que mais lhe chamou atenção nas atividades realizadas? Justifique”

Participante	Resposta à questão
1	“O que me chamou a atenção foi quando a turma foi no pátio na ETA”
4	“A CORSAN porque eu aprendi bem como é feito o processo de separação da água”
10	“A visita a corsan”
11	“Foi o passeio a corsan pois foi uma atividade diferente”
13	“Foi o tratamento da água, é tudo muito simples de se entende eu pensava que era muito difícil, é muito bom de saber que a água que sai da torneira passa por varias etapas antes de ser distribuída”
16	“Chamou a atenção que eu quase não aprendi nada mas a gente precisa melhorar isso e isso me chamou a atenção”
17	“Nada”
19	“O uso do carvão ativado quando chega muitas algas”
22	“O que mais me chamou atenção foi o processo de purificação da água”
24	“A visita a CORSAN, pois foi uma atividade diferente”
26	“O uso do carvão ativado quando chega muitas algas”
28	“A visita na CORSAN”

Fonte: Da autora

### 7.5.2 Sobre dificuldades encontradas para responder aos guias das atividades

Ao serem questionados sobre as dificuldades ao responder aos guias das atividades (Quadro 28), a maioria dos alunos respondeu que não encontraram dificuldades (participantes 4, 10, 11, 17, 19, 22, 24, 26 e 28), e três deles indicaram dificuldades em responder às questões propostas nos guias (participantes 1, 13 e 16), sem mencionar quais foram estas dificuldades. A aprendizagem de conceitos na área da Química tradicionalmente apresenta dificuldades e os

alunos, por vezes, podem apresentar concepções que oferecem resistência às novas aprendizagens, como evidenciado na fala de um dos participantes (16).

Quadro 28 – Respostas à questão “Você encontrou dificuldade (s) para responder aos Guias de Atividades? Qual (is)?”

Participante	Resposta à questão
1	“Sim com alguma que eu não sabia responder”
4	“Não”
10	“Não”
11	“Não pois não eram muito difíceis”
13	“mais ou menos, algumas eu sabia outras não”
16	“Sim muitas mas consegui fazer algumas. Quando se fala em Química eu não sei de nada”
17	“Não”
19	“Nenhuma”
22	“Não”
24	“Não”
26	“Não”
28	“Não”

Fonte: Da autora

### 7.5.3 Sobre as atividades como facilitadoras da construção dos conceitos de substância e mistura

O Quadro 29 apresenta as respostas dos alunos à questão “Você acredita que as atividades desenvolvidas ajudaram na construção dos conceitos de substância e mistura? Como e em que momento?”. Dos doze participantes, dois deles não responderam à questão (participantes 4 e 13) e a resposta de outro deles (participantes 1) foi desconsiderada por não ser consistente com a pergunta. Oito dos doze participantes acreditam que as atividades desenvolvidas auxiliaram na construção dos conceitos de substância e mistura (participantes 10, 11, 16, 19, 22, 24, 26 e 28), sendo que, aparentemente, a clareza para os alunos dos significados de substância e mistura aconteceu quando eles visualizaram a diferença entre a água purificada e a não purificada com a intervenção do instrutor do local da visita aos tanques de tratamento (participantes 10, 11, 22, 24 e 28), ou com a exploração de amostras de substâncias puras e misturas (participantes 16, 19 e 26) com a intervenção da professora apoiada do protótipo de tratamento de água e das amostras de água.

Quadro 29 – Respostas à questão “Você acredita que as atividades desenvolvidas ajudaram na construção dos conceitos de substância e mistura? Como e em que momento?”

Participante	Resposta à questão
1	“Sim pode ajuda muito para mante a agua mais limpa”
4	“[Em branco]”
10	“Sim, quando o instrutor mostrou as diferenças entre as águas”
11	“Sim quando ele mostrou a diferença entre as águas”
13	“[Em branco]”
16	“Acredito que sim porque identificamos varias substancias e misturas diferentes”
17	“Não”
19	“Sim, quando visitamos o laboratório observamos varias substâncias e assim reconhecemos as misturas”
22	“Sim, no momento que foi comparada a água suja da limpa”
24	“Sim, quando o profissional mostrou a diferença entre as águas”
26	“Sim, quando visitamos o laboratório observamos varias substancias e reconhecemos as misturas”
28	“Sim, quando o profissional mostrou a diferença entre as águas”

Fonte: Da autora

#### 7.5.4 Sobre a identificação pelos alunos dos processos de separação de misturas na ETA

Aos serem perguntados se conseguiram identificar os processos de separação de misturas na visita à ETA, com exceção de um aluno todos os demais dizem ter conseguido identificar tais processos (Quadro 30). Cinco dos alunos, ao explicar como conseguiram identificar os processos de separação de misturas, colocam ênfase na intervenção do instrutor durante a visita técnica (participantes 10, 11, 22, 24 e 28), e um deles explicita que foi pela observação atenta dos tanques de tratamento (participante 4).

#### 7.5.5 Sobre a avaliação dos alunos acerca das atividades desenvolvidas

As respostas apresentadas no Quadro 31 mostram que a maioria dos alunos considerou as atividades desenvolvidas como boas ou muito boas. Dois deles consideraram as atividades interessantes (participantes 13 e 22), sendo que destes dois, um deles considerou que as atividades por vezes se tornaram cansativas, mesmo sendo “muito legal e interessante” (participante 13). Outro participante considerou que foi “um pouco chato” pois “a turma não ficou quieta” durante as explicações da professora. Outro participante, ainda, aponta que as atividades poderiam melhorar com a participação de todos nas atividades (participante 16). Três de-

les (participantes 10, 11 e 26) ressaltam que não haveria necessidade de melhorar as atividades.

Quadro 30 – Resposta à questão “Você conseguiu identificar os processos de separação de misturas presentes na ETA da CORSAN durante a visita técnica? Como?”

Participante	Resposta à questão
1	“Sim pelo processo de separação de tratamento de água”
4	“Sim, observando com atenção os tanques”
10	“Sim pois tinha um profissional explicando tudo”
11	“Sim pois o profissional que estava nos guiando era muito bom”
13	“não ele explicou que são líquidos que dissolvem na água e que não dá para avistar, vi algumas bolinhas no fundo do tanque, pois ele disse que água apesar de passar por vários processos não estava totalmente limpa e que era preciso filtra-la”
16	“Sim pelo processo de tratamento da água”
17	“Sim”
19	“Sim pelas etapas de tratamento: floculação, decantação, filtração”
22	“Sim, o técnico foi explicando e deu para entender”
24	“Sim, pois, havia um profissional nos explicando”
26	“Sim pelo processo de tratamento da água”
28	“Sim, pois havia um profissional nos explicando”

Fonte: Da autora

Quadro 31 – Resposta à questão “De que forma você avalia as atividades que foram desenvolvidas em sua turma? O que poderia melhorar?”

Participante	Resposta à questão
1	“Sim mais um pouco chato porque a turma não ficou quieta para ajuda a professora na explicar”
4	“Foram produtivas, poderia ter tido mais atividades práticas”
10	“Boa. Nada pois já está bom do jeito que está”
11	“Muito boas e acho que não precisa melhorar”
13	“Eu acho que foi muito legal e interessante, para mim que não sabia nada, eu adorei apesar de não entender algumas coisas, as aulas eram boas as vezes um pouco cansativas”
16	“foram boas porque a gente foi na corsa poderia melhorar. Que todos participem das atividades”
17	“Boa.”
19	“Muito bom, poderia ter mais lanche”
22	“Muito interessante, do jeito que tá já tá bom”
24	“Muito boa”
26	“Muito bom não precisa melhorar”
28	“Boa”

Fonte: Da autora

## 8 CONCLUSÃO

O ensino da química apresenta uma série de dificuldades encontradas pelos alunos no que diz respeito à conexão do que é ensinado na teoria com a prática nas atividades diárias. Encontrar meios para que os alunos consigam estabelecer relações entre o conteúdo e a aplicabilidade tem sido temas de discussões e relatos de situações pedagógicas que tenham proporcionado alguma evolução no aprendizado.

Buscar elementos que façam com que o aprendizado da química seja prazeroso e diferenciado é um grande desafio para muitos professores. Nem sempre é possível atingir o que se propõem, mas buscar alternativas faz parte do cotidiano de todos os professores. Os alunos têm acesso a todo tipo de informação, mas nem sempre conseguem “filtrá-las”, cabe ao professor fazer o elo, ou seja, mostrar caminhos para que o aluno chegue às suas conclusões.

Este trabalho teve como ponto principal a construção de um protótipo de ETA utilizando material alternativo e de baixo custo, juntamente com uma sequência de atividades a fim de avaliar a compreensão e o desempenho dos alunos. O diferencial desta proposta foi a produção do protótipo em microescala da estação de Tratamento de Água que buscou reproduzir os processos de separação de misturas utilizados numa estação de tratamento facilitando a compreensão de tais processos e levando o aluno a estabelecer relações entre teoria e prática por meio da visita técnica.

No que diz respeito ao teste de conhecimento (que foi uma das produções técnicas produzidas neste trabalho), observamos que houve um avanço significativo, pois primeiramente os alunos desconheciam os temas apresentados (pré-teste) e após a aplicação das atividades planejadas os resultados obtidos mostraram uma evolução significativa de conhecimento. Concluímos que a sequência didática proposta pode contribuir para o aprendizado referente aos temas trabalhados.

O desenvolvimento das atividades teve a participação efetiva dos alunos. O questionário de opinião salientou a Visita Técnica como sendo a parte da sequência didática que mais chamou a atenção dos alunos, mas analisando as respostas dos alunos nos guias de atividades percebe-se que o conjunto de atividades foi favorável à aprendizagem dos conceitos de substância, misturas e processos de separação de misturas.

Os resultados mostraram que os alunos se limitaram a explorar os aspectos macroscópicos dos conceitos de misturas e substâncias puras. Sugerimos que uma possível melhoria na sequência didática proposta é a inclusão de atividades que explorem aspectos microscópicos para os conceitos de substância pura e mistura, de modo que os alunos possam se apropriar das formas cientificamente aceitas de tais conceitos.

As atividades práticas elaboradas eram simples e de fácil aplicação, sem exigência de materiais caros ou atividades mais complexas. Isso possibilitou aos alunos um envolvimento maior com as atividades, fazendo com que interagissem com o objeto de estudo e estimulando-os a buscar a compreensão dos conceitos trabalhados.

Este trabalho foi importante porque através dos resultados obtidos e pela análise dos guias de atividades preenchidos pelos alunos é possível introduzir novos conceitos com a participação ativa dos alunos. É preciso envolvê-los cada vez mais. Nesse caso, o ensino da química com a utilização de um protótipo de ETA proporcionou a aproximação da realidade, sendo complementada com a visita técnica à estação de tratamento de água da cidade. Pequenas ações que fizeram com que os alunos percebessem seu entorno com as discussões acerca do rio Uruguai, que mesmo sendo muito próximo da residência de muitos alunos não era reconhecido como sendo de importância primordial para a captação de água e o abastecimento da cidade. Além do conhecimento científico, despertamos o interesse em observar, analisar, comparar e expor suas conclusões. Dessa forma, proporcionando uma aprendizagem significativa, colaborando para despertar o gosto pela ciência.

A utilização de materiais recicláveis para a construção do protótipo despertou curiosidade e fez com que os alunos se interessassem mais na sua manipulação e conseqüente resultado que poderiam obter no decorrer de cada processo de separação de misturas.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Paralelo Editora Ltda., 2003.

BRASIL-LDB. **LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Ministério da Educação e Cultura.** Brasília: dez. 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>

BRASIL-PCN. **PCN-Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Linguagens, códigos e suas tecnologias-Ministério da Educação e Cultura.** Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

CASTILHO, Rosane. A experimentação em sala de aula. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/116-4.pdf> , UEL, 2007

CORSAN, **Companhia Rio Grandense de Saneamento.** <http://www3.corsan.com.br>. Acesso em: 09/01/2017.

Da SILVA H., SILVA M., GOMES M. **Água: de onde vem? Para onde vai?** XVI Encontro Nacional de ensino de Química, 2012.

EDUCATION.COM, I. Education.com. Disponível em: < <http://www.education.com/reference/article/item-analysis/>>. Acesso em: 23 maio 2015.

FURIÓ, M. C.; DOMINGUEZ-SALES C. **Problemas historycos y dificultades de los estudiantes em la conceptualización de sustância y compuesto químico,** Ensenanza de Las Ciencias. V. 24, n.2, 2007.

GALIAZZI, Maria do Carmo ; ROCHA, Jusseli Maria de Barros ; SCHMITZ, Luiz Carlos ; SOUZA, Moacir Langoni ; GIESTA, Sérgio ; GONÇALVES, Fábio Peres. Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências.** *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

HAKE, R.R. **Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses.** *American Journal of Physics*, vol 66, n.64, 1998.

LIRA, M.B.; WULF, M., AREDES, L.B.S.; RECENA, M.C.P. **Protótipo de Estação de Tratamento de Água com Materiais de baixo custo: Um recurso para o Ensino de Ciências Contextualizado.** *Revista Ciência & Ideias*: v. 3, n. 2, 2012.

LOPOES, R.; BARIN, C. S.; SANDRI, V.; RODRIGUES, C.J.D.F. **Estação de Tratamento de água: Uma proposta de tema para o estudo das separações de misturas.** EDEQ, 2010.

MEYER, C. and JONES, T. B. **Promoting active learning: Strategies for the college classroom.** San Francisco: Jossey-Bass. (1993)

MCKINNEY, Kathleen. **Active Learning.** Center for Teaching, Learning & Technology, 2010.

MOREIRA, M. A. *Metodologias de Pesquisa em Ensino.* 1. ed. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2011.

NEVES, E. R. C. & BORUCHOVITCH, E. (2007). *Escala de Avaliação da Motivação para Aprender de Alunos do Ensino Fundamental (EMA).*

PANE, MARA CRISTINA. **Substâncias e mistura de substâncias: estudo da evolução conceitual dos alunos.** São Paulo, 2015.

PPP. **Projeto Político Pedagógico. Instituto Estadual Padre Francisco Garcia. 35ª Coordenadoria Regional de Educação.** 2014.

ROSA, P.R.D.S.; MOREIRA, M.A. *Uma introdução a pesquisa quantitativa em ensino.* Campo Grande: Ed. UFMS, 2013.

ROSA E., NEVES C., BORUCHOVOTCH E., **Escala de Avaliação da Motivação para Aprender de Alunos do Ensino Fundamental (EMA).** 2007.

SÈRE, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria, NUNES, Antônio Dias. **O papel da experimentação no Ensino de Física.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, nº 1: 2003.

SILVA, João R. R. T. da, AMARAL, Edenia M. R. do. **Concepções sobre Substância: Relações entre Contextos de Origem e Possíveis Atribuições dos Sentidos.** *Química Nova na Escola.* São Paulo, SP, vol. 38, nº 1, p. 70-78, Fevereiro, 2016.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre. Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1988.



ZAIONTZ, C., **Real Statistics Using Excel**. Disponível em: <http://www.real-statistics.com>.

Acesso em: 09/01/2017.

## APÊNDICE A - Teste de Conhecimentos para conceitos de substância pura, mistura e métodos de separação

1. Numa das etapas do tratamento de água para as comunidades, a água a ser purificada atravessa camadas de areia. Essa etapa é chamada de:
  - a) Decantação;
  - b) Filtração;
  - c) Destilação
  - d) Flotação;
  - e) Flocculação

---
2. Uma amostra de um líquido é incolor, sem odor característico, e sem a presença visível de qualquer partícula. Sobre esta amostra é possível afirmar que:
  - a) É uma substância pura;
  - b) Certamente trata-se de uma mistura homogênea;
  - c) Certamente trata-se de uma mistura heterogênea;
  - d) É uma substância pura ou uma mistura heterogênea.
  - e) É uma substância pura ou uma mistura homogênea;

---
3. A água presente em rios, lagos e represas em geral apresentam um certo grau de turvação visível. É correto afirmar que a presença de turvação em uma amostra de água deve-se a:
  - a) Presença de sais solúveis na água;
  - b) Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água;
  - c) Presença de partículas de sólidas em suspensão na água;
  - d) Presença de poluentes solúveis na água;
  - e) Presença de fumaça na água;

---
4. Em relação às substâncias puras e misturas, é correto afirmar que:
  - a) Métodos físicos de separação tais como filtração, destilação e decantação não são úteis quando aplicados em substâncias puras;
  - b) As substâncias puras não podem ser decompostas produzindo outras substâncias através de reações químicas;
  - c) Os constituintes de uma mistura homogênea podem ser separados apenas por destilação;
  - d) Os constituintes de uma mistura homogênea podem ser separados apenas por decantação, seguida de uma centrifugação;
  - e) As substâncias puras são sempre homogêneas;

---
5. O método usado nas salinas para a obtenção do cloreto de sódio a partir da água do mar é o da:
  - a) Evaporação da água;
  - b) Decantação do sal;
  - c) Destilação fracionada da mistura;
  - d) Filtração da água salgada;
  - e) Flotação do sal presente na água;

6. Granito, refresco de xarope de groselha, água mineral fluoretada e sangue visto ao microscópio são, respectivamente, exemplos de misturas:

- a) Homogênea, homogênea, heterogênea e heterogênea
  - b) Heterogênea, heterogênea, homogênea e homogênea
  - c) Homogênea, heterogênea, heterogênea e homogênea
  - d) Heterogênea, homogênea, homogênea e heterogênea
  - e) Heterogênea, homogênea, homogênea e homogênea
- 

7. Considere a seguinte lista de substâncias:

- I. Gasolina;
- II. Ar;
- III. Hidróxido de cálcio;
- IV. Nitrogênio.

São substâncias puras apenas:

- a) I, II e IV
  - b) II, III e IV
  - c) III e IV
  - d) I, II, III e IV
  - e) II e III
- 

8. Em uma mistura de açúcar, areia e sal de cozinha é adicionado água em excesso. Quantas fases existirão no sistema final resultante?

- a) 5 fases;
  - b) 4 fases;
  - c) 3 fases;
  - d) 2 fases;
  - e) 1 fase;
- 

9. Em uma estação de tratamento de água, a ordem correta dos processos utilizados após a entrada da água a ser tratada é:

- a) Decantação, filtração, floculação e cloração;
  - b) Decantação, floculação, nova decantação, filtração e cloração;
  - c) Filtração, floculação, decantação e cloração;
  - d) Cloração, decantação, floculação e filtração;
  - e) Filtração, decantação, floculação, nova decantação e cloração;
-

10. O rótulo de uma garrafa de água mineral está reproduzido a seguir:

<b>COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL</b> Sulfato de cálcio..... 0,0038 mg/L Bicarbonato de cálcio ..... 0,0167 mg/L
---

Com base nessas informações, podemos classificar a água mineral como:

- a) Substância pura;
- b) Substância simples;
- c) Mistura homogênea;
- d) Mistura heterogênea;
- e) Suspensão coloidal;

- 
11. Em uma das etapas do tratamento que a empresa fornecedora de água potável para uma cidade realiza na água retirada de uma represa inclui a adição de compostos químicos solúveis tais como o cloro e o flúor. A água, após o tratamento, classifica-se como:

- a) Uma mistura homogênea;
- b) Uma mistura heterogênea;
- c) Uma mistura azeotrópica;
- d) Uma mistura eutética;
- e) Uma substância pura;

- 
12. A água captada de represas e lagos deve ser tratada para que se torne potável e possa ser consumida, o que é feito em estações de tratamento de água (ETA). A água a ser tratada na ETA possui certas partículas sólidas microscópicas em suspensão que não se depositam no fundo do tanque que as contém. Tais partículas causam uma aparência desagradável na água e podem transportar na sua superfície microrganismos nocivos à saúde. Para remoção destas partículas é utilizado o seguinte procedimento na ETA:

- a) É adicionado na água um reagente químico que promove a dissolução das partículas, como o sulfato de alumínio, seguido de uma agitação rápida para que as partículas não voltem a se formar;
- b) É adicionado na água um reagente químico que promove a coagulação das partículas, como o sulfato de alumínio, seguido de uma agitação suave para que as partículas se agreguem em aglomerados maiores que possam ir para o fundo do tanque;
- c) É adicionado cloro na água para que as partículas possam ser dissolvidas e a água fique límpida;
- d) A água a ser tratada é filtrada em filtros de areia com diversas camadas de areia com grãos de tamanho sucessivamente menores;
- e) É adicionado flúor na água para matar possíveis microrganismos e em seguida a água é filtrada para retirar as partículas residuais.

- 
13. Todas as “águas” com denominações a seguir podem exemplificar soluções (misturas homogêneas) de sólidos em um líquido, **exceto**:

- a) Água potável;
- b) Água do mar;
- a) Água açucarada;
- b) Água mineral;
- c) Água destilada isenta de solutos;

14. Atualmente, na superfície terrestre, muitos corpos líquidos como rios e lagos, apresentam um grau elevado de poluição. Sobre esse assunto, é correto afirmar que:
- a) Uma vez que os poluentes são lançados em rios e lagos, não é mais possível reutilizar esta água como água potável;
  - b) As consequências de um poluente independem de suas concentrações, mas depende do tipo de corpo líquido que o recebe;
  - c) Os poluentes biodegradáveis são produtos químicos que se mantêm por longo tempo nos rios, riachos e lagos e também nos seres vivos; um desses poluentes é o mercúrio;
  - d) O lançamento de uma grande quantidade de esgoto doméstico *in natura* em um curto período de tempo em um rio causa a proliferação de microrganismos que consomem o oxigênio dissolvido na água e que pode causar mortandade de peixes;
  - e) O esgoto doméstico *in natura* lançado nos rios causará contaminação da água por um tempo indeterminado;
- 

15. Um dos processos utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETA) consiste na adição de cloro na água. Este processo tem como função:

- a) Dissolver partículas sólidas misturadas na água;
  - b) Eliminar a maior parte dos microrganismos presentes na água;
  - c) Reduzir a concentração de poluentes na água;
  - d) Promover a floculação de partículas em suspensão;
  - e) Auxiliar na decantação de partículas sólidas;
- 

16. Considere as seguintes afirmações:

- I. Na natureza, é raro encontrar uma substância pura, sendo que geralmente os materiais se encontram na forma de misturas;
- II. A água da chuva é um dos poucos exemplos de substância pura que são encontradas na natureza;
- III. A água do mar, que é uma mistura contendo principalmente água e sais solúveis, pode ser purificada por destilação simples tornando-se uma substância pura.

São verdadeiras as seguintes afirmações:

- a) I;
  - b) II;
  - c) III;
  - d) I e III;
  - e) I, II e III.
-

17. Os efluentes industriais (dejetos líquidos contaminados que sobram do processo produtivo) podem causar grandes danos no meio ambiente se lançados diretamente em um rio. A legislação ambiental exige que os efluentes industriais poluentes devam ser tratados na própria indústria antes de serem lançados em um rio. É correto afirmar que o objetivo deste tratamento é:
- Eliminar completamente todos os contaminantes do efluente aplicando métodos de separação;
  - Eliminar completamente todos os contaminantes do efluente mantendo o mesmo armazenado em tanques pelo tempo necessário para que os poluentes desapareçam;
  - Reduzir a concentração de contaminantes no efluente aplicando métodos de separação que removam a maior parte dos contaminantes;
  - Reduzir a concentração de poluentes a níveis aceitáveis pela legislação, diluindo o efluente com água purificada;
  - Tornar os poluentes presentes no efluente inofensivos aplicando métodos de separação;
- 
18. Uma amostra de água foi coletada de um poço utilizando um recipiente de vidro transparente. A amostra apresentou uma aparência turva, mas sem que se pudesse ver a olho nu qualquer partícula sólida individual. Com base nesta observação, é correto afirmar que:
- A amostra é uma substância pura simples;
  - A amostra é uma substância pura composta;
  - A amostra é uma mistura homogênea;
  - A amostra é uma mistura heterogênea;
  - Não é possível concluir que a amostra seja uma mistura ou uma substância pura;
- 
19. Uma amostra de água retirada de um rio apresentou uma aparência barrenta. Após a passagem da amostra por um filtro formado por camadas de areia, o líquido filtrado ficou com aparência límpida. Sobre a filtração é correto afirmar que se trata de um método de separação em que:
- Partículas sólidas misturadas em um líquido são retidas pelo material poroso que compõe o filtro;
  - Partículas sólidas misturadas em um líquido se aglomeram formando partículas maiores que podem ser retidas no material poroso que compõe o filtro;
  - Partículas sólidas misturadas em um líquido são depositadas no fundo do recipiente;
  - Solutos dissolvidos na água são retidos no material poroso que compõe o filtro;
  - Solutos dissolvidos na água precipitam tornando-se partículas sólidas que são retidas no material poroso que compõe o filtro;
- 
20. Uma das etapas do tratamento de água nas Estações de Tratamento de Água (ETA) consiste em depositar a água a ser tratada em um tanque de grandes proporções para que ocorra o processo de separação conhecido como decantação. Sobre o processo de decantação é correto afirmar que:
- As partículas sólidas misturadas com a água são dissolvidas lentamente e a água tratada é recolhida no fundo do tanque;
  - As partículas sólidas dissolvidas na água são coaguladas e vão para o fundo do tanque, e a água tratada é recolhida na parte de cima do tanque;
  - As partículas sólidas misturadas na água que são mais densas que ela tendem a ir para o fundo do tanque, e a água tratada é recolhida na parte de baixo do tanque;
  - As partículas sólidas misturadas na água são retidas nas paredes do tanque de decantação, e a água tratada é recolhida na parte de baixo do tanque.
  - As partículas sólidas misturadas na água que são mais densas que ela tendem a ir para o fundo do tanque, e a água tratada é recolhida na parte de cima do tanque;

## APÊNDICE B - Guia de Atividades 1

### - PROBLEMATIZAÇÃO

Sabendo-se que na cidade de São Borja, a água utilizada é captada do Rio Uruguai, nos questionamos:

- a) Você beberia esta água vindo diretamente do rio?
- b) O que você acha que é feito para tornar a água vinda do rio potável?
- c) O que a Química tem a ver com isso?
- d) O que faz uma Estação de Tratamento de Água (ETA)?

### MODELO EXPERIMENTAL EM MICROESCALA

#### GUIA DA ATIVIDADE 1 - Conhecendo o Protótipo de Estação de Tratamento de Água e seu Funcionamento

##### Apresentação:

O equipamento que será conhecido nesta atividade é chamado de **protótipo experimental de uma ETA (modelo experimental em microescala de uma ETA)**. Este equipamento procura reproduzir em pequena escala, e de modo simplificado, os processos de separação de misturas que ocorrem em estações de tratamento de água usadas na produção de água potável para fornecimento para uma cidade.

##### Objetivo:

Observar e descrever o funcionamento de um protótipo de uma ETA (modelo experimental em microescala de uma ETA)

##### Etapa 1: Observação do protótipo (sem estar em funcionamento)

1) Desenhe no espaço abaixo um esquema do protótipo da estação de tratamento de água que você está observando, e faça as anotações que achar importante.

**Etapa 2: Funcionamento do protótipo**

1) Observe e registre as conexões e conteúdo dos tanques do protótipo da estação de tratamento de água.

	<b>Conectado ao tanque ...</b>	<b>O conteúdo do tanque é ...</b>
<b>Tanque 1</b>		
<b>Tanque 2</b>		
<b>Tanque 3</b>		
<b>Tanque 4</b>		
<b>Tanque 5</b>		
<b>Tanque 6</b>		

2) Caracterizando a constituição física da amostra:

<b>Característica</b>	<b>Amostra 1: Água potável</b>	<b>Amostra 2: .....</b>
<b>Cor</b>		
<b>Aspecto visual</b>		
<b>Turbidez</b>		
<b>Presença de sólidos e m suspensão</b>		
<b>Odor</b>		



3) Efetuando o tratamento de água e observando o comportamento da amostra em cada tanque:

	<b>O que posso observar em cada amostra durante o tratamento de água ...</b>
<b>Tanque 1</b>	a) quanto a aparência da água ... b) quanto ao aparecimento de algum sólido ou substância nova ... c) quanto a separação de fases ... d) xxxxx
<b>Tanque 2</b>	
<b>Tanque 3</b>	
<b>Tanque 4</b>	
<b>Tanque 5</b>	
<b>Tanque 6</b>	

**APÊNDICE C – Guia de Atividades 2****DE UM MODELO EXPERIMENTAL EM MICROESCALA AOS CONCEITOS DE  
SUBSTÂNCIA PURA, MISTURA E MÉTODOS DE SEPARAÇÃO****GUIA DA ATIVIDADE 2 – Construção dos Conceitos de Substância Pura e Mistura****Apresentação:**

O equipamento que será conhecido nesta atividade é chamado de protótipo de estação de tratamento de água. Este equipamento procura reproduzir em pequena escala, e de modo simplificado, os processos de separação de misturas que ocorrem em estações de tratamento de água usadas na produção de água potável para fornecimento para uma cidade.

**Objetivo:**

Identificar os processos de separação de mistura que ocorrem na ETA – São Borja, relacionando-os com os processos que ocorrem no modelo experimental de uma ETA.

**Minhas noções iniciais sobre mistura e substância pura são ...**

1) O que é uma mistura para você? Dê um exemplo de mistura.

---

---

---

---

Exemplo: \_\_\_\_\_

---

2) O que é uma substância pura para você?

---

---

**APÊNDICE D – Guia de Atividades 3****CONHECENDO OS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS****GUIA DA ATIVIDADE 3 –****Apresentação:**

O equipamento que será operado nesta atividade é chamado de protótipo de estação de tratamento de água. Este equipamento procura reproduzir em pequena escala, e de modo simplificado, os processos de separação de misturas que ocorrem em estações de tratamento de água usadas na produção de água potável para fornecimento para uma cidade.

**Objetivo:**

Introduzir as técnicas de separação que são aplicadas em tratamentos em larga escala nas ETAs

**Utilize uma amostra de água não tratada para alimentar o modelo da ETA e inicie o processo de tratamento**

**Tanques 1 e 2:**

1) O que você observa?

---

---

---

---

2) Que tipo de processo de separação está envolvido nesta etapa do tratamento?

---

---

---

---

---

**Tanques 3 e 4:**

3) O que você observa?

---

---

---

4) Que tipo de processo de separação está envolvido nesta etapa do tratamento?

---

---

---

---

---

**Tanque 5:**

5) O que você observa?

---

---

---

6) Que tipo de processo de separação está envolvido nesta etapa do tratamento?

---

---

---

---

**Tanque 6:**

7) O que você observa quanto ao aspecto da água recolhida após o tratamento? Compare o odor e aspecto visual da água não tratada usada na entrada do modelo experimental de ETA e a água tratada.

---

---

---

---

**APÊNDICE E – Guia de Atividades 4****QUESTÕES AMBIENTAIS RELACIONADAS À ÁGUA****GUIA DA ATIVIDADE 4****Apresentação:**

O rio Uruguai é de suma importância para a cidade de São Borja, a escola está situada em bairro próximo ao rio, dessa forma, procuramos identificar as percepções socioambientais dos alunos a fim de contribuir para as ações de educação ambiental e a contextualização dos conteúdos formais.

**Objetivo:**

Identificar os principais problemas associados ao uso da água e a poluição ambiental das águas do rio Uruguai.

**Com base no texto de apoio e observando as imagens apresentadas pela professora sobre o rio Uruguai, responda:**

1. Quais são suas observações quanto à poluição e degradação do rio Uruguai? Quem são seus principais causadores?

.....  
.....  
.....

2. Quais são as principais utilizações da água do rio Uruguai?

.....  
.....

3. Quais são as principais atividades econômicas e/ou de lazer desenvolvidas no rio Uruguai?

.....  
.....

4. Você tem conhecimento sobre atividades de recuperação do rio Uruguai e do seu entorno (mata ciliar)? Quais?

.....  
.....

5. Como você gostaria que fosse esse ambiente natural? Há possibilidade de melhorar? Cite algumas alternativas.

.....  
.....

## APÊNDICE F – Guia de Atividades 5

### GUIA DA ATIVIDADE 5 - Visita Técnica à Estação de Tratamento de Água do Município de São Borja

#### Apresentação:

A Companhia Rio-grandense de Saneamento foi criada em 21 de dezembro de 1965 e oficialmente instalada em 28 de março de 1966, sendo esta a data oficial de sua fundação.

Atualmente, a CORSAN abastece mais de 7 milhões de gaúchos. Isto representa  $2/3$  da população do Estado, distribuídos em mais de 321 localidades.

#### Objetivo:

Identificar os processos de separação de mistura que ocorrem na ETA – São Borja, relacionando-os com os processos que ocorrem no modelo experimental de uma ETA.

#### Orientações:

Use o esquema do **modelo experimental em microescala de uma ETA** para responder as questões do guia.

#### Tanque 1

1) O que você observa?

---



---

2) De acordo com o que você observa, e tendo como apoio o esquema do modelo experimental de uma ETA, identifique qual é a etapa do tratamento de água neste tanque:

---



---

3) O conteúdo do tanque pode ser classificado como: ( ) substância pura ( ) mistura

Justificativa:

---



---



**Tanque 2**

4) O que você observa?

---

---

5) O que mudou em relação ao tanque anterior?

---

---

6) O que causou esta mudança?

---

---

7) O conteúdo do tanque pode ser classificado como: ( ) substância pura ( ) mistura

Justificativa: \_\_\_\_\_

---

**Tanque 3**

8) O que mudou em relação ao tanque anterior, observando uma amostra de água deste tanque?

---

---

9) De acordo com o que você observa, e tendo como apoio o esquema do modelo experimental de uma ETA, identifique qual é a etapa do tratamento de água neste tanque:

---

---

10) O conteúdo do tanque pode ser classificado como: ( ) substância pura ( ) mistura

Justificativa: \_\_\_\_\_

---

**Síntese sobre os processos de separação na ETA – São Borja**

11) Cite os processos de separação de mistura observados na ETA – São Borja:

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

12) Com o apoio do esquema do modelo experimental de uma ETA, escreva o significado de cada um dos seguintes processos:

a) Decantação:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) Floculação:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) Filtração:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Conhecendo um pouco mais – Visita ao Laboratório da ETA – São Borja**

13) Além dos processos de separação identificados, o que mais foi adicionado à água para ela tornar-se própria para o consumo?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APÊNDICE G – Questionário de opinião dos participantes da pesquisa**

**Prezado Aluno, gostaria que você colaborasse respondendo às questões abaixo de acordo com a sua opinião.**

**Sua colaboração é muito importante.**

**Obrigada!**

Data:	Idade:	Turma:
Sexo: <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino		

**Questionário**

- 1) O que mais lhe chamou atenção nas atividades realizadas? Justifique.

.....  
 .....  
 .....

- 2) Você encontrou dificuldade(s) para responder aos Guias de Atividades? Qual (is)?

.....  
 .....  
 .....

- 3) Você acredita que as atividades desenvolvidas ajudaram na construção dos conceitos de substâncias e misturas? Como e em que momento?

.....  
 .....  
 .....

- 4) Você conseguiu identificar os processos de separação de misturas presentes na ETA da CORSAN durante a visita técnica? Como?

.....  
 .....  
 .....

- 5) De que forma você avalia as atividades que foram desenvolvidas em sua turma? O que poderia melhorar?

.....  
 .....

**APÊNDICE H - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA****Prezado Estudante,**

Eu, Silvana Retamoso Züge, sou mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa (PPGEC/UNIPAMPA) estou enviando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para solicitar sua autorização no que se refere a sua participação na pesquisa que realizo chamada “*Sequência Didática sobre os conceitos de Mistura e Métodos de Separação utilizando um Modelo Experimental de Estação de Tratamento de Água*”.

A parte aplicada da pesquisa se desenvolverá no mês de maio de 2016 na UNIPAMPA, na cidade de Bagé, RS, e é vinculada ao PPGEC/UNIPAMPA. O objetivo geral deste estudo é avaliar a eficácia de uma sequência didática para a aprendizagem de alunos do 9º do Ensino Fundamental sobre o tema substâncias puras, misturas e métodos de separação com o apoio de um protótipo experimental de uma estação de tratamento de água, cuja finalidade é contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de química (ciências). Este trabalho é realizado sob orientação do Prof. Paulo Henrique Guadagnini, docente da UNIPAMPA.

Todo o processo será registrado, do início ao final da pesquisa, por meio de registros escritos nos guias de atividades dos estudantes, testes e questionários, e por registros orais e fotográficos de episódios de ensino. Esses registros são parte instrumental deste estudo e tem finalidade apenas de cunho acadêmico e educativo, e não outro fim, enfatizando que a sua participação implica na utilização das informações fornecidas nesses registros unicamente com esta finalidade.

Nesta pesquisa, não são previstos riscos físicos ou psicológicos. Vale lembrar que você pode desistir de participar desta pesquisa a qualquer momento, sendo que a sua desistência não irá acarretar qualquer prejuízo a você. Ressalto que a sua participação na pesquisa é voluntária; portanto, caso você não queira tomar parte no estudo, você não deve assinar este Termo de Consentimento. Ressalta-se, também, que esta pesquisa não é remunerada, e, portanto, não caberá nenhum tipo de remuneração a você em razão desta pesquisa.

Os resultados desta pesquisa serão divulgados, posteriormente, em eventos científicos, em livros ou revistas técnicas ou científicas. Além disso, um relatório de pesquisa sobre o estudo será realizado por mim, na qualidade de pesquisadora. Como é usual em pesquisas deste tipo, o nome da Instituição e dos participantes serão mantidos em total sigilo, ou seja, não serão mencionados nomes em relatórios ou artigos, ou qualquer outro tipo de trabalho acadêmico, técnico ou científico que possam vir a ser publicados. Cabe-lhe, também, o direito de fazer perguntas sobre a pesquisa e de conhecer os resultados dela.

**Local e Data:** São Borja, 06 de maio de 2016.**Nome do Pesquisador Responsável:** Silvana Retamoso Züge**Assinatura do Pesquisador Responsável:**  

---

## APÊNDICE I – Texto de apoio sobre Misturas

### As Misturas

**Mistura é a reunião de duas ou mais substâncias sem que haja reação química entre elas, e mantendo cada qual suas identidades químicas**

Na mistura de água e açúcar (sacarose), não é possível distinguir visualmente um componente do outro: o açúcar solubilizou na água. **Dizemos que essa é uma mistura homogênea.**

Já na mistura de água e talco, é perfeitamente possível distinguir visualmente as duas substâncias. **Dizemos, então, que essa é uma mistura heterogênea.**

A definição de misturas homogêneas e heterogêneas está ligada ao modo como se percebe a mistura. Assim, uma mistura que a olho nu nos parece homogênea, quando vista ao microscópio pode revelar-se heterogênea. **Dizemos então que ela é homogênea do ponto de vista macroscópico e heterogênea do ponto de vista microscópico.**



Figura 1. Exemplos de misturas



Figura 2. Exemplos de misturas heterogêneas e suas fases.



As misturas heterogêneas nas quais os componentes só podem ser observados por microscópio, e que estão na forma de partículas muito pequenas, podem ser chamadas de **colóides**. Entre outros são colóides: os alimentos como a gelatina e a maionese; alguns produtos farmacêuticos como pomadas e cremes; e o sangue.

As misturas heterogêneas apresentam fases distintas. Por exemplo, uma mistura de água e pedaços de ferro é uma mistura heterogênea em que se percebem nitidamente duas fases, ou seja, dois componentes distintos: a água e o ferro. Dizemos então que essa é uma mistura bifásica. Do mesmo modo falamos em misturas trifásicas, tetrafásicas, etc.

É possível diferenciar uma mistura de uma substância pura observando suas propriedades específicas, como ponto de fusão e o ponto de ebulição. Para substâncias puras, os pontos de fusão e ebulição são bem definidos, enquanto que para misturas, a fusão e ebulição ocorrem em uma faixa de temperatura. A água pura, por exemplo, entra em ebulição (ferve) a 100°C (ao nível do mar). Essa temperatura (ponto de ebulição) permanece constante durante toda a ebulição. Já quando se aquece uma mistura de água com sal, não há um ponto de ebulição bem definido, e a temperatura vai mudando ao longo do processo. O mesmo vale para o ponto de fusão.

Texto baseado em:

[http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava\\_quimica/materia11.php](http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava_quimica/materia11.php)

## APÊNDICE J – Texto de apoio após o vídeo sobre Métodos de separação de misturas

### Métodos de separação de misturas

Um dos maiores problemas que o ser humano teme enfrentar é a falta de água potável para todos. Apesar do nosso planeta ser composto de 70% de água, a grande maioria se encontra na forma salgada (96,11%), apenas 2,75% é água doce, que está presa em geleiras, lagos, rios e no subsolo. A poluição e degradação das fontes de água doce pelo ser humano têm dificultado cada vez mais a obtenção de água potável. Meios para sua obtenção tornam-se cada vez mais caros e trabalhosos.

A água que é tratada nessas estações vem de rios, lagos, represas ou do subsolo, que chegam lá por meio de adutoras, que são canalizações de tubos com grandes diâmetros e com dezenas de quilômetros de comprimento.

A seguir, são apresentadas as principais técnicas de separação de misturas aplicadas nas ETAs, que são a **filtração**, a **floculação**, e a **decantação**.

#### \* **Filtração:**

- **O que é:** Usa-se um filtro (material poroso) no qual o sólido fica retido, enquanto que o líquido passa.

- **Aplicação na ETA:** Para que peixes, plantas e detritos não passem junto à água que será tratada, são colocadas grades que funcionam como grandes filtros. Sem o lixo pesado, iniciam-se os processos físico-químicos de separação de misturas com a utilização de produtos químicos.

#### \* **Floculação:**

- **O que é:** Método usado para separação de misturas coloidais, cujas partículas ficam em suspensão na parte líquida e possuem tamanho médio entre 1 e 1000 nm. Elas não sofrem sedimentação pela ação da gravidade, ou seja, não vão para o fundo do recipiente com o tempo. São adicionados produtos químicos que atuam como coagulantes, promovendo a aglutinação das partículas em suspensão, transformando-as em flóculos que são mais facilmente separados.

- **Aplicação na ETA:** Adiciona-se sulfato de alumínio e óxido de cálcio (cal virgem) na água, que atuam como coagulantes. Ela é fortemente agitada para que esses coagulantes químicos se misturem bem. Os flóculos são formados de lama, argila e micro-organismos. Depois disso, a água é encaminhada para os tanques de decantação.

#### \* **Decantação:**

- **O que é:** Líquidos imiscíveis ou misturas de sólidos em líquidos são deixados em repouso e, com o tempo, a gravidade faz com que a parte mais densa fique no fundo ou na parte inferior. Depois de sedimentado, separa-se lentamente a parte líquida do sólido, geralmente inclinando o recipiente e transferindo para outro. Em laborató-

rio, quando temos uma mistura do tipo líquido-líquido, usa-se um funil de decantação, onde se abre a torneira e o líquido mais denso escoar.

- **Aplicação na ETA:** Nos tanques de decantação, a água que contém os flóculos fica em repouso durante cerca de quatro horas. Então, os flóculos de impureza que são mais densos que a água sedimentam-se, ficando no fundo desses tanques e formando um material gelatinoso. O lodo formado no fundo do tanque é periodicamente removido e a parte líquida transborda para tanques menores e menos fundos, que são os filtros rápidos.

**\* Filtração:**

- **Aplicação na ETA:** Essa técnica é empregada novamente, mas agora se utilizam filtros feitos de camadas de areia (75 cm), de cascalho (30 cm) e tijolos especiais com orifícios drenantes. A água passa por esses filtros e as partículas que dão cor, opacidade, cheiro e sabor à água ficam retidas.

**\* Aeração ou arejamento:**

Introduz-se oxigênio na água para pulverizar ou projetar fios de água através do ar. Essa aeração da água ajuda na remoção do gosto ruim e do cheiro desagradável que ainda possam estar presentes na água.

**\*Esterilização ou cloração:**

Adiciona-se cloro na água a fim de matar as bactérias e micro-organismos patogênicos. Em algumas estações, a água ainda recebe fluoretos que ajudam na prevenção de cáries da população.

A água é então enviada para as estações de bombeamento, sendo lançada por grandes troncos condutores, que possuem pressão suficiente para levá-la para as casas, lojas e demais

**Texto adaptado de Jennifer Fogaça, disponível em: <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/aula-contextualizada-sobre-separacao-misturas.htm>**



## APÊNDICE K – Texto de apoio sobre os Processos de Separação de Misturas

### PRINCIPAIS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS

#### Mistura Homogênea

Nesse **tipo de mistura** pode ser visualizada apenas uma fase de **aparência** homogênea, podendo ser uma mistura de **gases, líquidos** ou **sólidos**. Também podem ser chamadas de **solução**, podendo ser separadas apenas por processos químicos. A mistura entre água e álcool, por exemplo, é um caso de mistura entre líquidos. Já o ar, onde encontramos diferentes tipos de gases misturados nele, é um exemplo de mistura entre gases. A água do mar também é um exemplo de mistura homogênea, pois seus sais estão dissolvidos na água. Outros exemplos são: gasolina pura, aço (liga metálica de ferro e carbono) e soro fisiológico (cloreto de sódio e água).

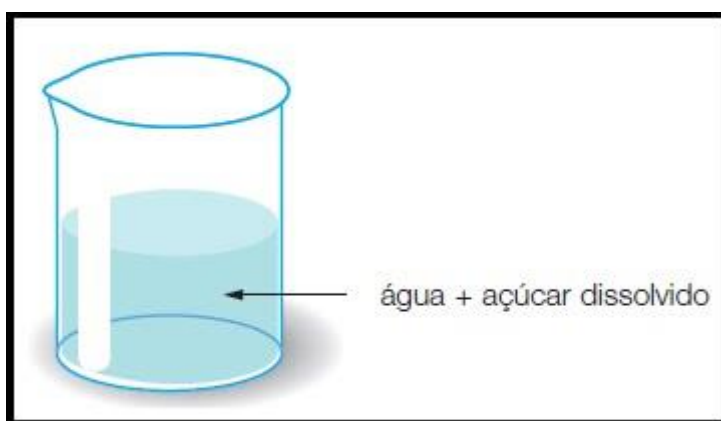


Imagem: Reprodução

#### Processos de separação

Como na mistura homogênea é difícil afirmar com exatidão quantos são seus componentes, são usadas algumas **informações** como **solubilidade** e ponto de fusão para separá-los.



Imagem: Reprodução

**Destilação simples:** Usada para separar sólidos dissolvidos em líquidos. Feita em laboratório, é uma separação completa onde não se perde nenhum dos componentes envolvidos. Ex: água e cloreto de sódio.

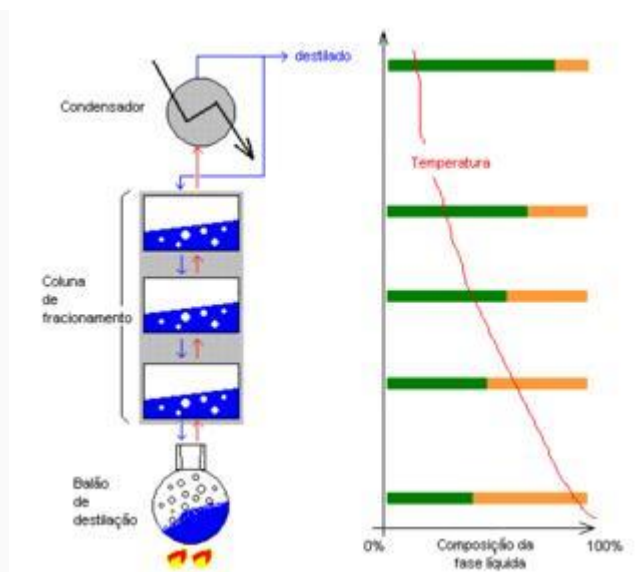


Imagem: Reprodução

**Destilação fracionada:** Separa líquidos miscíveis que tenham pontos de fusão um pouco diferentes. Ex: água e álcool, petróleo e cana-de-açúcar.

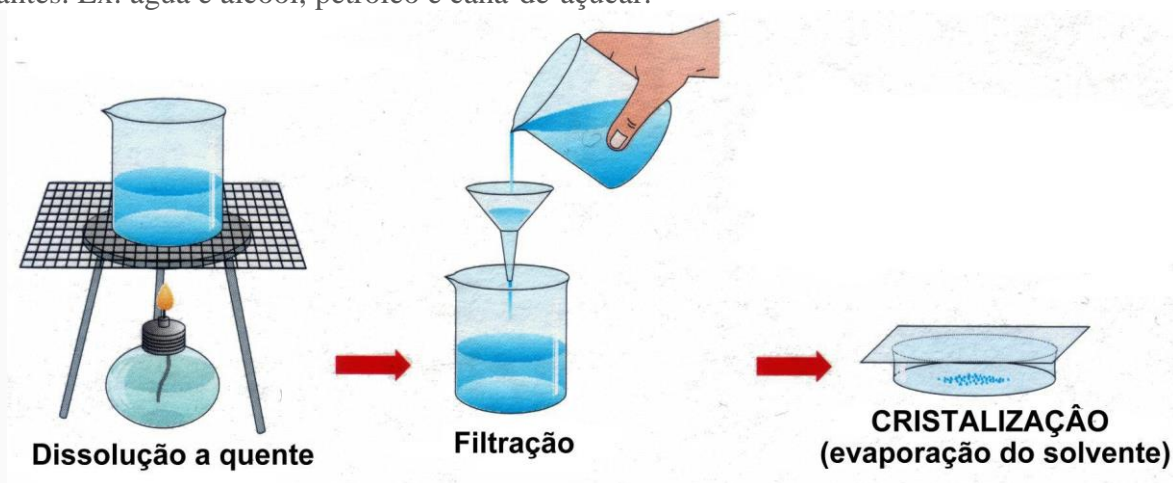


Imagem: Reprodução

**Crystalização e evaporação:** separação entre sólidos e líquidos onde há mais de um sólido dissolvido. Processo semelhante aos anteriores e também é feito em laboratório. Ex: água do mar (mistura de água, cloreto de sódio e outros sais).



Imagem: Reprodução

**Fusão fracionada:** Processo onde se separa um sólido de outro. Consiste em aquecer sólidos com pontos de fusão diferentes, assim o que tem menor ponto de fusão derreterá e será possível separá-lo do outro material ainda sólido.

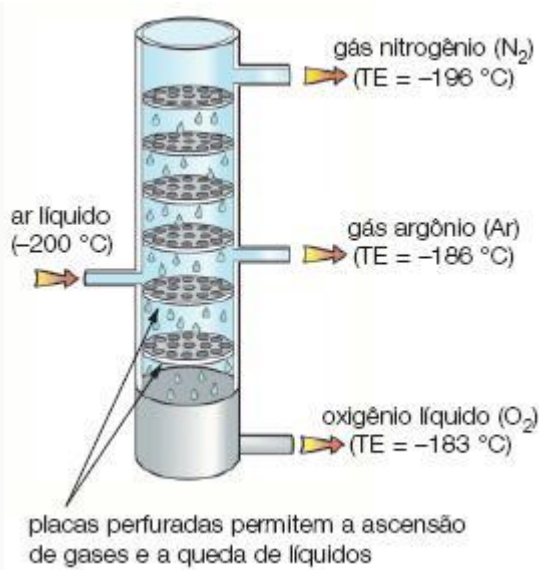


Imagem: Reprodução

**Liquefação fracionada:** separa gases com pontos de fusão diferentes. Nesse processo um dos gases se liquefaz primeiro, podendo assim ser separado do outro gás.

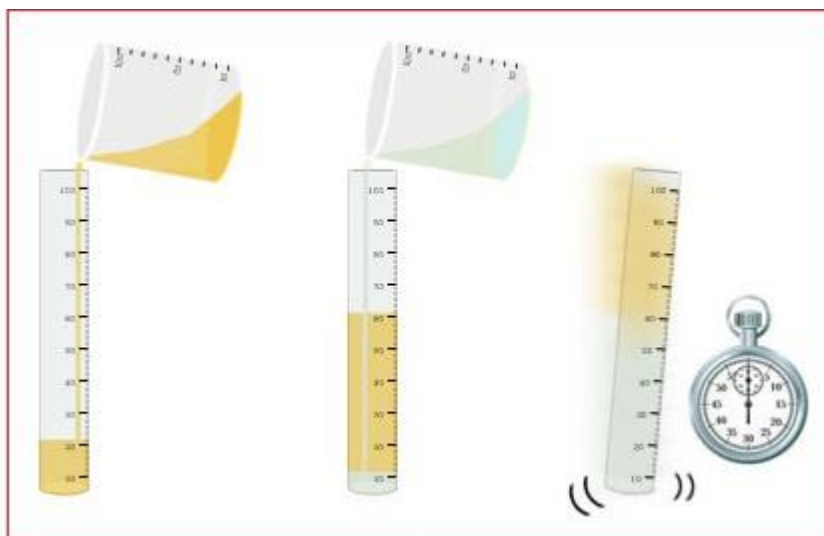


Imagem: Reprodução

**Extração por solventes:** Consiste em adicionar água para separar os componentes da mistura. É usado para separar gasolina e álcool, por exemplo, onde a água fará com que a gasolina se separe do álcool, e este poderá ser separado da água com uma destilação fracionada.

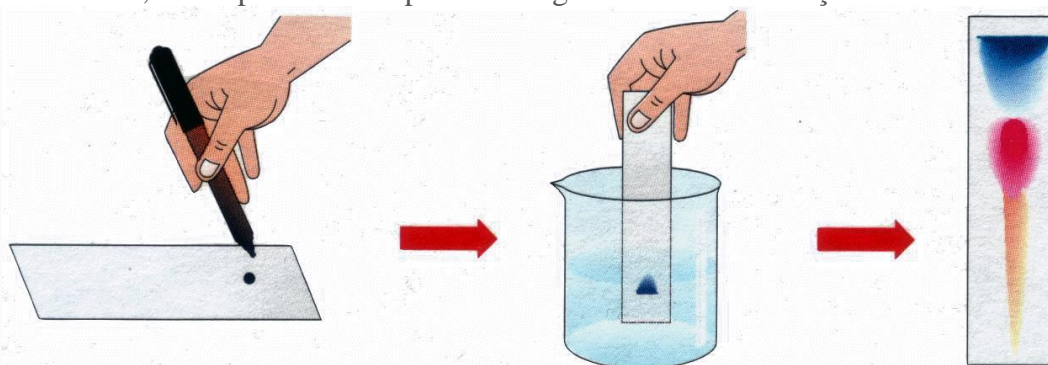


Imagem: Reprodução

### Mistura Heterogênea

Misturas que apresentam, geralmente, mais de um tipo de fase. Nesse caso, os componentes da mistura podem ser separados por processos físicos. São exemplos de mistura heterogênea: água e areia; sal ou açúcar não dissolvido na água; granito. Mas há também os casos em que há apenas uma fase e mesmo assim são classificados como uma mistura heterogênea. É o que acontece com a mistura entre água e gasolina, que mesmo tendo uma única fase, ambas não se misturam.

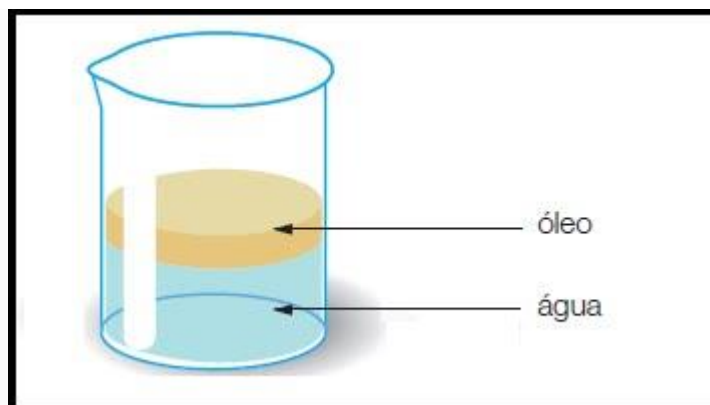


Imagem: Reprodução

### Processos de separação

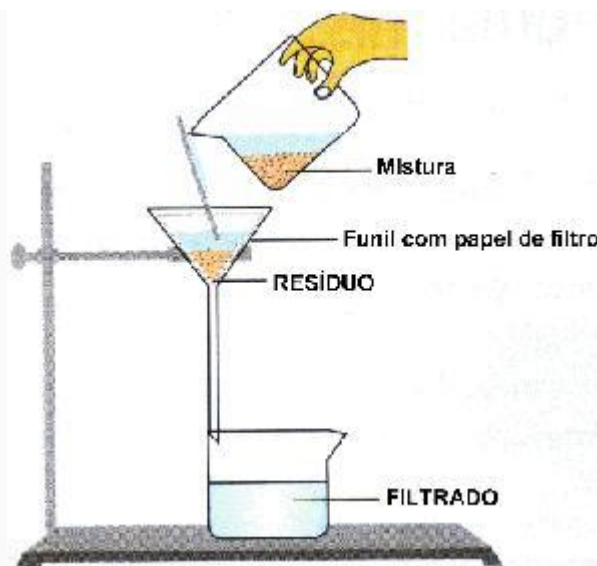


Imagem: Reprodução

**Filtração:** processo onde uma parede porosa retém o sólido e o separa do líquido. Ex: café coado.



Imagem: Reprodução

**Ventilação:** separa sólidos de densidades diferentes que estão imersos através de uma corrente de ar, onde o mais leve é levado pela corrente de ar. Ex: separação do grão do arroz de casca.



Imagem: Reprodução

**Decantação:** tipo de separação onde o sólido assenta no fundo do recipiente. Ex: água e areia.



Imagem: Reprodução

**Tamisação:** feita com uma peneira muito fina chamada tamise, separa sólidos maiores dos menores. Ex: cascalhos e pequenas pedras preciosas.

<http://www.estudopratico.com.br/separacao-dos-tipos-de-misturas-homogeneas-e-heterogeneas/>

## APÊNDICE L – Texto de apoio sobre a realidade dos recursos hídricos

### Água – realidade dos recursos hídricos

A água no universo: vista do espaço o planeta Terra é azul, a Terra é o planeta da água, não só em superfície, mas em grandes reservatórios subterrâneos. A água doce é escassa, pois 97,5% das águas existentes na Terra são salgadas e a água doce com 2,5% do total é somente em parte utilizável por estar congelada, assim, apenas 1% da água doce da Terra permite acesso fácil.

A história da água confunde-se com a própria formação do nosso planeta, e seu aparecimento ainda não está convenientemente explicado pelos cientistas.

A água, abundante em algumas regiões e tão escassas em outras, apesar de imprescindível para a sobrevivência, vem perdendo sua qualidade. Observam-se represas e mananciais que agonizam ante a destruição ambiental, o despejo do esgoto sem tratamento, o lançamento de resíduos químicos diversos, a ocupação urbana em áreas que deveriam ser preservadas.

Toda ação humana que, direta ou indiretamente, cause desequilíbrio e prejudique a vida, alterando uma ou mais das propriedades naturais do ambiente, constitui **poluição**. Nos casos em que a poluição é causada pela incorporação de substâncias nocivas tóxicas ou patogênicas, ou microrganismos potencialmente capazes de causar a morte ou dano aos seres vivos, fala-se em contaminação.

Para compreender melhor os problemas da contaminação no meio ambiente, é importante conhecer o **ciclo da água** na natureza: a água dos continentes (presente nos corpos hídricos e seres vivos) e a dos oceanos evaporam sob a ação dos ventos e calor do sol. O vapor de água sobe na atmosfera e, ao encontrar camadas frias, condensa-se e forma nuvens. Essa água precipita-se sobre a superfície da crosta terrestre, na forma de chuva, neve ou granizo. Parte da água que cai no solo torna a evaporar; outra parte escorre pela superfície, alcançando os rios e os mares; outra parte infiltra-se no solo, formando os lençóis de água subterrâneos, que também acabam abastecendo rios, lagos e mares, completando o ciclo. Nesse ciclo, a água não está pura, pois dissolve grande parte das substâncias existentes.

A água é um dos recursos naturais imprescindível para todos os seres vivos do planeta. As águas continentais constituem ecossistemas complexos e vulneráveis, recebendo as substâncias provenientes da atmosfera e da terra, e abrigando inúmeras comunidades de seres vivos.

O equilíbrio desses ecossistemas depende, entre outros fatores, do ciclo da água. Assim, todas as substâncias lançadas na superfície da Terra podem de alguma forma, chegar aos mares.

As causas principais da poluição dessas águas são, em primeiro lugar, o alto grau de urbanização decorrente do crescimento populacional e, em segundo lugar, o aumento da industrialização.

Nas atividades diárias, domésticas, comerciais e industriais, a água é utilizada de inúmeras maneiras e depois eliminada, constituindo o que denominamos esgoto.



**APÊNDICE M – Atividades de lápis e papel****Atividades sobre Processos de Separação de Misturas**

1. Se você tivesse uma mistura de lentilha e feijão, de que maneira poderia separar os componentes da mistura?

.....  
.....

2. Suponha uma mistura de grampos e areia. O que você faria para separar um do outro?

.....  
.....

3. Em que consiste uma decantação?

.....  
.....

4. O que é destilação simples?

.....  
.....

**Assinale com um X a alternativa correta:**

1. Em laboratórios de análises clínicas, para separar os componentes do sangue, utiliza-se:

( ) evaporação ( ) centrifugação ( ) filtração ( ) destilação simples

2. Os componentes do petróleo são separados entre si por:

( ) destilação simples ( ) filtração ( ) decantação ( ) destilação fracionada

3. A separação de dois componentes de misturas heterogêneas que tenham densidades diferentes pode ser feita por:
- catação     decantação     peneiração     ventilação
4. O ciclo da água na natureza, relativo à formação de nuvens, seguida de precipitação da água na forma de chuva, pode ser comparado, em termos das mudanças de estado físico que ocorrem e do processo de purificação envolvido, à seguinte operação de laboratório:
- sublimação     filtração     decantação     destilação
5. A melhor maneira de separar os componentes de água e gasolina é:
- destilação fracionada     evaporação     decantação     filtração
6. O aspirador de pó, através da sucção do ar, separa os componentes de uma mistura:
- homogênea sólido-sólido  
 heterogênea sólido-gás  
 homogênea sólido-líquido  
 homogênea sólido-gás
7. Para se obter água pura a partir do mar o processo mais indicado seria:
- peneiração     filtração     destilação     centrifugação
8. O alambique, que é usado na fabricação de cachaça, serve para fazer:
- destilação     flotação     decantação     sublimação
9. A melhor maneira de separar os três componentes de uma mistura de areia com solução aquosa de sal é:
- filtrar e destilar     destilar e filtrar     decantar e filtrar  
 filtrar e decantar
10. Processo que utiliza um forte jato de ar para separar o componente menos denso da mistura:
- levigação     flotação     ventilação     imantação

11. Pode-se separar o açúcar de uma solução aquosa diluída de sacarose por:

- I. Evaporação do solvente
- II. Filtrar a solução
- III. Decantação do soluto

Dessas afirmações, apenas:

(    ) I é correta    (    ) II é correta    (    ) III é correta    (    ) nenhuma é correta

**ANEXO A** - Teste de motivação para aprender de ensino fundamental (BORUCHOVYTCH, 2007)

Itens da Escala	Marque com X somente uma alternativa abaixo		
	Sempre	Às vezes	Nunca
4) Eu estudo porque estudar é importante para mim.			
5) Eu estudo por medo dos meus pais brigarem comigo.			
6) Eu tenho vontade de conhecer e aprender assuntos novos.			
7) Eu faço os deveres de casa por obrigação.			
8) Eu gosto de estudar assuntos desafiantes.			
6.Eu gosto de estudar assuntos difíceis.			
a) Eu estudo porque meus pais prometem me dar presentes, se as minhas notas forem boas.			
b) Eu me esforço bastante nos trabalhos de casa, mesmo sabendo que não vão valer como nota.			
c) Eu estudo porque minha professora acha importante.			
d) Eu estudo mesmo sem os meus pais pedirem.			
e) Eu estudo porque fico preocupado(a) que as pessoas não me achem inteligente.			
f) Eu me esforço bastante nos trabalhos, em sala de aula, mesmo sabendo que não vai valer como nota.			
g) Eu estudo por medo dos meus pais me colocarem de castigo.			
h) Eu estudo porque estudar me dá prazer e alegria.			
i) Eu só estudo para não me sair mal na escola.			
j) Eu fico tentando resolver uma tarefa, mesmo quando ela é difícil para mim.			
k) Eu estudo para os meus pais deixarem eu sair com os meus amigos ou fazer as coisas que eu gosto.			
l) Eu prefiro aprender, na escola, assuntos que aumentem minhas habilidades ou meus conhecimentos.			
m) Eu só estudo para agradar meus professores.			
n) Eu faço minhas lições de casa, mesmo que meus pais não me peçam.			
21.Eu estudo porque gosto de ganhar novos conhecimentos.			
22.Eu estudo apenas aquilo que a professora avisa que vai cair na prova.			
23.Eu gosto de estudar.			
24.Eu só faço meus deveres de casa porque meus pais acham importante.			
a) Eu procuro saber mais sobre os assuntos que gosto, mesmo sem minha professora pedir.			
b) Eu só estudo porque quero tirar notas altas.			
c) Eu gosto de ir para a escola porque aprendo assuntos interessantes lá.			
d) Eu só estudo porque meus pais mandam.			
e) Eu estudo porque quero aprender cada vez mais.			
f) Eu estudo por obrigação.			
g) Eu fico interessado(a) quando a professora começa uma lição nova.			