

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

ALINE CARVALHO DE FREITAS

**ÁGUA: TEMÁTICA INTEGRADORA DOS
CONTEÚDOS CURRICULARES AOS TEMAS
TRANSVERSAIS A PARTIR DE METODOLOGIAS
INVESTIGATIVAS**

Porto Alegre- RS, Brasil

2018

ALINE CARVALHO DE FREITAS

**ÁGUA: TEMÁTICA INTEGRADORA DOS
CONTEÚDOS CURRICULARES AOS TEMAS
TRANSVERSAIS A PARTIR DE METODOLOGIAS
INVESTIGATIVAS**

Tese apresentada ao Curso de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS - RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Educação em Ciências**

Orientador Prof. Dr. João Batista Teixeira Rocha

Porto Alegre,-RS, Brasil

2018

ALINE CARVALHO DE FREITAS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO SUL



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA MARIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PAMPA

ATA DA DEFESA DE DOUTORADO DE

Aline Carvalho de Freitas

Nº 30

Aos cinco dias de outubro de dois mil e dezoito, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizou-se a defesa da Tese de Doutorado da aluna *Aline Carvalho de Freitas*, intitulada “Água: temática integradora dos conteúdos curriculares aos temas transversais a partir de metodologias investigativas” orientada pelo *Prof. Dr. João Batista Teixeira da Rocha*, apresentada de acordo com o Artigo nº 40 do Regimento do Programa. Às quatorze (14h), o Professor Doutor EDSON LUIZ LINDNER coordenador substituto do Programa de Pós-Graduação, abriu os trabalhos. Em seguida apresentou ao público presente os membros da Banca Examinadora, passando, logo após, a palavra à *Aline Carvalho de Freitas*, para que apresentasse seu trabalho de Tese de Doutorado. Após, iniciou-se a Defesa da Tese. O Professor Doutor João Batista Teixeira da Rocha, Presidente da Banca Examinadora, passou a palavra ao primeiro membro da Banca, Profa. Dra. Maria do Rocio Fontoura Teixeira – UFRGS. A seguir, fez uso da palavra o segundo membro da Banca, Profa. Dra. Angela Carine Moura Figueira – UFRGS. Em seguida fez uso da palavra o terceiro membro da banca Profa. Dra. Elisângela Colpo – UNIFRA. Os examinadores mantiveram diálogo com a candidata. O Professor Doutor João Batista Teixeira da Rocha comunicou aos presentes que a banca iria proceder ao ato de atribuição de pareceres, reunindo-se em sessão secreta. Para tanto, os trabalhos foram interrompidos por dez (10) minutos. Após esse intervalo, a Banca emitiu os seguintes pareceres: Professora Doutora Maria do Rocio Fontoura Teixeira parecer final: “Aprovada”, Professora Doutora Angela Carine Moura Figueira parecer final: “Aprovada”. Professora Doutora Elisângela Colpo parecer final: “Aprovada”. A candidata faz jus ao grau de DOUTORA em Educação e Ensino em Ciências. Finalmente, Professor Doutor EDSON LUIZ LINDNER encerrou os trabalhos, dos quais lavrei a presente ata, que vai assinada pelos membros examinadores e pelo coordenador substituto do Programa de Pós-Graduação.

João Batista Teixeira da Rocha
JOÃO BATISTA TEIXEIRA DA ROCHA
PRESIDENTE DA BANCA
PPG EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA
DA VIDA E SAÚDE-ASSOCIAÇÃO
UFRGS/UFSM/FURG – SEDE: UFRGS

Maria do Rocio Fontoura Teixeira
MARIA DO ROCIO FONTOURA TEIXEIRA
PPG EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA
DA VIDA E SAÚDE-ASSOCIAÇÃO
UFRGS/UFSM/FURG – SEDE: FURG

Angela Carine Moura Figueira
ANGELA CARINE MOURA FIGUEIRA
CAMPUS LITORAL NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
DO SUL

Elisângela Colpo
ELISÂNGELA COLPO
UNIVERSIDADE FRANCISCANA EM SANTA
MARIA

Edson Luiz Lindner
EDSON LUIZ LINDNER
COORDENADOR SUBSTITUTO DO PPG EM
EDUCAÇÃO CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE
- ASSOCIAÇÃO: UFRGS/UFSM/FURG - SEDE:
UFRGS

CIP - Catalogação na Publicação

Carvalho de Freitas, Aline

ÁGUA: TEMÁTICA INTEGRADORA DOS
CONTEÚDOS CURRICULARES AOS TEMAS
TRANSVERSAIS A PARTIR DE

METODOLOGIAS INVESTIGATIVAS / Aline Carvalho
de Freitas. -- 2018. 152 f.

Orientador: João Batista Teixeira da Rocha.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-
Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde,
Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. água. 2. atividades práticas. 3. ensino/aprendizagem. 4.
licenciatura. 5. aprendizagem baseada em problemas. I. Batista
Teixeira da Rocha, João, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

À Deus, em primeiro lugar, depois aos meus amados pais, Matias Miranda de Freitas e Maria Alice Carvalho de Freitas, por todo o incentivo, amor e cuidado que me dedicam e a todos que torcem e vibram com minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Quero inicialmente agradecer a Deus, Todo Poderoso e Criador dos céus e da terra. Ele fez com que meus sonhos e anseios se tornassem reais a partir do momento que me proporcionou entendimento e condições para chegar até aqui. Dificuldades, saudades, alegrias, obstáculos, frustrações, dúvidas, barreiras geográficas e emocionais se fizeram presentes, mas as oportunidades que surgiram e as pessoas que cruzaram o meu caminho foram pela graça de Deus.

Agradeço aos meus pais e a todos os familiares, ao meu amado Rafael Guedes e ao meu orientador Dr. João Batista Teixeira da Rocha, que é uma pessoa de pulso firme e de um coração enorme, que não hesitou em me ajudar sempre que precisei durante a execução deste trabalho.

À Universidade Federal do Rio grande do Sul, pela realização do doutorado em instituição pública e de qualidade.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, pela licença concedida durante toda a realização do doutorado e a Fundação de Apoio a Pesquisa do Amazonas pela bolsa concedida.

Quero agradecer também aos colegas dos Programas de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Bioquímica Toxicológica que trabalham no laboratório do professor João Batista e com os quais compartilhei uma rotina de trabalho, em especial Emily Pansera, Ana Lima, Blessen Afolabi, Chinedu Olawande Olagoke e Juliana Rossato. E aos amigos para toda a vida, Vanessa Sena, Isabel, Marisa Ost e Corina Fernandes.

Enfim, a todos que contribuíram para o sucesso desse trabalho.

" Para entender o que o outro diz, não basta entender suas palavras, mas também seu pensamento e suas motivações."

(Lev Semyonovich Vygotsky)

RESUMO

Água: temática integradora dos conteúdos curriculares aos temas transversais a partir de metodologias investigativas

A realidade das escolas brasileiras faz com que nós, professores, muitas vezes nos sintamos desestimulados. O espaço físico de salas de aula e laboratório não são adequados, são poucos os recursos didáticos para realizar experimentos, além da falta de equipamentos e reagentes nos laboratórios, ainda ter de ministrar aulas com turmas que apresentam um grande número de alunos e a desvalorização salarial que tem feito cada vez menos os jovens estudantes optarem por fazer docência. Tendo em vista que a fragmentação e a falta de relação entre o conteúdo ensinado em sala de aula e a realidade dos educandos proporcionam aprendizagens superficiais e restritas, que pouco contribui para a formação de um cidadão crítico e apto a tomar decisões diante de situações do seu dia a dia. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo, desenvolver propostas de atividades com a temática água, por se tratar de um bem de uso comum, essencial a sobrevivência dos seres vivos como um todo e atuar no processo de (re) construção do conhecimento através de intervenções que venham a contribuir com a aprendizagem. A pesquisa foi realizada em escolas da rede pública do Estado do Amazonas, com estudantes do ensino médio. As escolas selecionadas foram instituições federais que apresentam cursos de ensino médio e técnico. De cunho quali-quantitativo e investigativo, esta pesquisa aborda a temática água de forma dinâmica e atrelada a assuntos do currículo e do cotidiano dos alunos. As atividades desenvolvidas estavam focadas no processo de construção ativa do conhecimento, onde os alunos realizaram as atividades efetivamente, com a orientação dos tutores eles criaram seus protocolos de experimento, testaram os mesmos e tiraram suas conclusões com base no que observaram no decorrer de todo o processo. Antes de cada atividade realizada, inicialmente os alunos receberam questionários sobre determinado assunto em questão, essa sondagem serviu para ajudar o professor a analisar o que os alunos já sabiam do assunto (conhecimentos prévios). As atividades experimentais vieram em seguida e ao término das mesmas, foram aplicados pós-testes com as mesmas perguntas do questionário inicial. Sugerimos que a pesquisa desenvolvida pode vir a contribuir com professores de Ciências e com alunos dos cursos de Licenciaturas, futuros professores, pois ao desenvolver atividades distintas o professor poderá avaliar melhor o desempenho dos alunos e a sua prática docente.

Palavras-chaves: água, problematização, atividades práticas e ensino/aprendizagem

ABSTRACT

WATER: INTEGRATIVE THEME OF THE CURRICULAR CONTENTS OF THE TRANSVERSAL ISSUES FROM THE METHODOLOGY OF PROBLEMATIZATION

The reality of Brazilian schools makes us, teachers, often feel discouraged. The physical space of classrooms and laboratory are not adequate, there are few teaching resources to conduct experiments, besides the lack of equipment and reagents in the laboratories, still have to teach classes that present a large number of students and the devaluation of wages which has made fewer young students to choose teaching as a profession. Considering the fragmentation and the lack of relation between the contents taught in the classroom and the reality of the learners provide superficial and restricted learning, that contributes in a little way to the formation of a citizen critical and apt to make decisions in the face of his situations day by day. In this way, the objective of this work is, to develop proposals of activities with the theme, water since it is a common property, essential for the survival of living beings as a whole and to act in the process of construction and (re) construction of the knowledge through interventions that contribute to learning. The research was carried out in the public schools of the State of Amazonas, with students of primary and secondary education. The selected schools were federal institutions that offer high school and technical courses. In a qualitative and investigative manner, this research approaches the theme of water dynamically and linked to subjects of the curriculum and the daily life of students. The activities developed were focused on the process of active construction of knowledge, where the students performed the activities effectively, with the guidance of the tutors they created their experiment protocols, tested them and drew their conclusions based on what they observed throughout the whole process. Before each activity, the students initially received questionnaires on a given subject, this survey served to help the teacher to analyze what the students already knew about the subject (previous knowledge). The experimental activities was done next and at the end of the experiments, post-tests were applied with the same questions of the initial questionnaire. We suggest that the research developed may contribute to science teachers and students of the undergraduate courses, future teachers, because in developing different activities the teacher can evaluate better the performance of students and their teaching practice.

Keywords: Water, problematization, practical activities and teaching/learning

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
O Porquê da Pesquisa?	12
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo Geral	19
1.1.2 Objetivos Específicos	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 A TEORIA DE VYGOTSKY E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....	20
2.2 H ₂ O NO BRASIL E NO MUNDO.....	23
2.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	27
2.4 OS PCNS NO ENSINO MÉDIO E A TRANSVERSALIDADE.....	36
2.5 METODOLOGIAS INVESTIGATIVAS	41
3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS	45
3.1 CAMINHO METODOLÓGICO DO TRABALHO	45
3.2 PRIMEIRO ARTIGO - ENTENDENDO A DUREZA E QUALIDADE DA ÁGUA ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	49
3.2.1 Referencial teórico	50
3.2.2 Procedimentos metodológicos	51
3.2.3 Resultados e discussão	52
3.2.4 Considerações finais	59
3.2.5 Referências bibliográficas	59
3.3. SEGUNDO ARTIGO - A IMPORTÂNCIA DA TEMÁTICA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	61
3.3.1 Introdução	62
3.3.2 Fundamentação teórica	62
3.3.3 Metodologia	64
3.3.4 Resultados e discussão	65
3.3.5 Considerações finais	69
3.3.6 Referências	70
3.4 TERCEIRO MANUSCRITO - EXPERIMENTOS ALTERNATIVOS PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE FILTROS DE GARRAFAS DE PET	72
3.4.1. Introdução	73
3.4.2 Referencial Teórico	74
3.4.3 Metodologia	77
3.4.4 Resultados e Discussão	80
3.4.5 Conclusão	87
3.4.6 Referências	88
PORTARIA Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.....	89
3.5 QUARTO MANUSCRITO - DETERMINANDO O OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS E AVALIAÇÃO DE POSSÍVEIS INTERFERENTES NO SISTEMA.....	90
3.5.1 Introdução	91
3.5.2 Metodologia	94
3.5.3 Resultados e Discussão	96
3.5.4 Conclusão	99
3.5.5 Referências	104

3.6 QUINTO MANUSCRITO - DA ÁGUA ESCURA À ÁGUA CLARA: A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA VINCULADA À METODOLOGIA PBL NO TRATAMENTO DE ÁGUA REALIZADO POR LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	105
3.6.1 Introdução	106
3.6.2 Referencial teórico	106
3.6.2.1 A temática Água	109
3.6.3 Procedimentos metodológicos	109
3.6.4 Resultados e discussão	110
3.6.5 Considerações finais	113
3.6.6 Referências	114
4. CONCLUSÕES	115
5. UM OLHAR ESPECIAL DA PESQUISADORA SOBRE A TESE	119
6. PERSPECTIVAS FUTURAS	121
7. REFERÊNCIAS GERAIS	122
ANEXOS	126
APÊNDICES	129

1. INTRODUÇÃO

O Porquê da Pesquisa?

Desde criança, sempre tive o hábito de falar muito, queria conhecer pessoas e me comunicar com o mundo a todo instante. No período inicial de alfabetização, gostava de falar em público, apesar de falar rápido, havia um esforço para me fazer entendível pelos ouvintes. Talvez essa característica interpessoal tenha sido decisiva na escolha de optar por ser educadora. Ainda na minha infância tive grande apreço por meus professores, admirava a maneira como eles me tratavam, a forma como falavam e achava que eles eram muito inteligentes para estarem ali a me educar.

Posso lembrar com clareza que nas séries iniciais havia apenas um professor que seria o responsável por ministrar aulas de Português, Matemática e de Ciências, esse fato fazia com que a minha admiração por ele somente aumentasse, pois a sala possuía um número significativo de alunos para ele ter de orientar e ensinar ao mesmo tempo, quanto ao método empregado, este era rigoroso e cada aluno deveria cumprir com as ordens dadas pelo professor para que não sofresse nenhuma punição, como por exemplo, ter que ficar de castigo atrás da porta da sala ou não sair para o lanche no intervalo da aula. Durante muito tempo, esse ensino tradicional se fez e ainda se faz presente nas escolas do Brasil. Ao ensinar matemática, o educador exigia que os alunos memorizassem toda a tabuada das operações matemáticas e todos os dias eram questionados sobre ela.

Na adolescência ao cursar o ensino fundamental, tive a oportunidade de estudar disciplinas relacionadas à sociedade e economia, como Educação Moral e Cívica e OSPB (Organização Social Política Brasileira), mais uma vez estava a memorizar (decorar) normas, leis e estatutos sobre direitos e deveres a cumprir. Posso confessar que algumas vezes me perguntava o porquê de decorar aquelas matérias todas, sendo que após uma semana da avaliação, pouco me lembraria daquilo. Quando ingressei no ensino médio levei outro susto, inicialmente fiquei muito confusa, pois no primeiro ano me deparei com treze disciplinas diferentes que deveria dar conta de estudar e obter aproveitamento para assim ser promovida para uma série posterior. Com a extensa grade curricular, fui me dedicando com maior afinco a algumas disciplinas da área das ciências exatas, como por exemplo, a Química, que me chamou bastante atenção. Entender as transformações da matéria causava um grande fascínio em mim, o professor de Química ensinava os conteúdos com dedicação e entusiasmo que fizeram com que eu tivesse curiosidade em aprender cada vez mais e mais.

Ensinar é um processo contínuo e gradual que requer esforço do aprendiz e de quem se dispõe a ensinar, devemos levar em consideração o conhecimento prévio, a bagagem cultural e ter a clareza de que cada pessoa apresenta formas diferentes de compreender e assimilar o conhecimento aprendido.

Decidir sobre a profissão é algo difícil e extremamente complicado quando se está iniciando a faculdade. Pensamos nas mais variadas áreas de atuação e principalmente a respeito das condições de trabalho da área escolhida, sejam elas condições de convívio social, crescimento profissional e obtenção de poder aquisitivo. O mercado de trabalho está cada vez mais competitivo e a lei da oferta e da procura faz parte do dia a dia.

Ainda na faculdade, durante a formação acadêmica surgiram dúvidas sobre o processo de ensino aprendizagem e a sua verdadeira efetivação, pois julgava tratar-se de um processo desafiador diante da gama de informações nos meios de comunicação e das tecnologias disponíveis que avançavam ano após ano. Dadas essas dificuldades, resolvi cursar Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Química, no período intervalar em substituição ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (curso regular). Enxergava a Química como uma área mais abrangente, além de possibilitar que trabalhasse como professora substituta na Secretaria Estadual de Educação do Pará, durante todo o ano letivo e no período relativo às férias cursava as disciplinas do curso de Licenciatura em Química. Foi um período de transformação e amadurecimento constante, cada semestre cursado vinha a corroborar com o anterior, os componentes curriculares aumentavam de complexidade e muitas vezes me faziam pensar em desistir da faculdade. Quando pensava em desistir, vinha logo em mente que já havia concluído a maior parte dos créditos e também a lembrança dos alunos do ensino médio, com os quais eu me identificava muito ministrando as aulas de Química e, assim, eu não desisti do curso.

No ano de 2004, ocorreu a realização de dois grandes sonhos: conclusão da minha graduação e a aprovação no concurso público da prefeitura de Manaus, no estado do Amazonas. Fui convocada no ano seguinte e, no segundo semestre do mesmo ano, ingressei no Mestrado em Química Orgânica, na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Naquele período pude concluir o quanto foi crucial não ter desistido da faculdade. Em 2008, após realizar a minha defesa de dissertação concorri à seleção para professor substituto no Instituto Federal do Amazonas (IFAM), fui selecionada e durante dois anos ministrei aulas nos cursos de Licenciatura em Química, Licenciatura em Biologia, nos cursos de Tecnologia em Alimentos e Processos Químicos, além de ministrar aulas também nos cursos técnicos de ensino médio integrados de Química e Edificações.

Iniciar a carreira de magistério no Ensino Superior foi uma experiência bastante salutar porque a partir dela decidi concorrer a concursos para professor efetivo da Rede Federal de Ensino, não obstante ao término do contrato com o IFAM em agosto de 2010, no mês de setembro do mesmo ano fui convocada no concurso do Instituto Federal do Pará, onde assumi a uma vaga. Em abril de 2011, fui convocada para assumir um concurso anterior que havia sido aprovada (IFAM), dessa forma solicitei vacância do cargo no Pará e assumi novamente a função de professora de Química no IFAM. Os planejamentos de aulas com equipes técnicas, cursos, oficinas, congressos e projetos de extensão que tive a oportunidade de participar e desenvolver foram colaborando com minha aprendizagem e amadurecimento profissional.

Em 2008, durante a SNCT (Semana Nacional de Ciência & Tecnologia) tive uma experiência ímpar que foi ministrar uma palestra sobre Química de Produtos Naturais e uma oficina de “Produção de Picles de Hortaliças Regionais” com alunos do curso Técnico em Agropecuária do IFAM de São Gabriel da Cachoeira. Município fronteiriço do país, localizado na região da tríplice fronteira, faz divisa com a Colômbia e a Venezuela, seu território é abrangido em grande parte pelo Parque Nacional do Pico da Neblina, apresenta uma população diversificada, onde vivem mais de 17 etnias indígenas diferentes, tem ainda a presença de militares do Exército Brasileiro e seus familiares, além de caboclos ribeirinhos e pescadores da região.

A Rede Federal de Ensino tem um grande desafio, que é elevar ensino profissional e tecnológico em todas as partes do país, primando pelo tripé: pesquisa, ensino e extensão, pois esses três eixos são indissociáveis, aumentando assim as oportunidades de trabalho e desenvolvimento profissional para os servidores e alunos imbuídos nessas atividades. Através dos Institutos Federais (IFs) ocorreram mudanças significativas na realidade das mais longínquas comunidades de várias regiões do país. Essa atuação direta dos IFs com a comunidade é engratecedora aos pares envolvidos no processo, não há como não se envolver nesse processo e deixar de contribuir para a verdadeira efetivação do mesmo. Ao tomar posse no IFAM, tive o desafio de colaborar com um projeto de pesquisa e extensão de um aluno no curso técnico.

Desenvolver uma proposta de trabalho que envolvesse a água e os piscicultores do município de Coari no Amazonas, chamou a minha atenção, porque apesar de o município possuir um significativo número de piscicultores, na sua maioria não apresentavam preocupação com a qualidade da água utilizada no processo de cultivo de espécimes nativas, como os peixes “tambaqui” e “pirarucu”. A produção não era suficiente e em algumas

propriedades os animais cultivados apresentavam-se estressados devido a pouca disponibilidade de oxigênio nos tanques e nos lagos de barragem. Juntamente com o aluno de iniciação científica que participava da pesquisa, foram realizadas análises dos parâmetros físicos e químicos da água por meio de testes colorimétricos. Os resultados dessas análises vieram a contribuir com melhorias para a comunidade de piscicultores, no que toca ao uso correto e adequado da água para a piscicultura. Além disso, o trabalho foi enviado na forma de artigo científico para o Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação CONNEPI (2013), em Salvador, Bahia, a fim de ser divulgado. Vindo do congresso, um amigo me informou que o Edital da Pós Graduação em Educação em Ciências da UFRGS estava aberto. Ao acessar o edital, vi o nome e contato de possíveis orientadores. Entrei em contato com o professor João Batista que respondeu em curto espaço de tempo ao e-mail que enviei. Queria saber se eu teria disponibilidade para estudar no sul do país, quais as intenções de proposta de trabalho que eu tinha e dessa forma tive seu aceite após participar da seleção.

A decisão de intervir no processo tradicional - o aluno vai à escola - resolve uma série de dificuldades peculiares à região Norte. Entre elas, o custo do transporte dos alunos pelos rios e a retirada dos estudantes das suas comunidades por longos períodos. Em grande parte das cidades da região Amazônica o transporte é feito somente através dos rios, eles são verdadeiras estradas dos ribeirinhos e também fonte de recursos econômicos da própria sobrevivência. Os rios funcionam como verdadeiras vias de transporte e locomoção de pessoas e cargas, as hidrovias funcionam como se fossem estradas que diminuem as distâncias, levam a esperança, mas também podem ser vias de riscos a saúde humana, tendo em vista que muitas vezes a água é utilizada em natureza e sem prévio tratamento.

Desenvolver uma proposta de ensino através da metodologia investigativas, como a metodologia de problematização, a de aprendizagem significativa e a de resolução de problemas não é uma tarefa fácil. De acordo Pimenta e Lima (2004), um dos primeiros impactos sofridos pelo professor é o susto diante das reais condições das escolas e as contradições entre o escrito e o vivido, o dito pelos discursos oficiais e o que realmente acontece. Sendo assim, nos desafiamos ao tentar desenvolver uma proposta de ensino mais próximo da realidade dos alunos, mais humana e que não fuja as leis de diretrizes e base educacionais por ora vigentes.

Visando a divulgação dos resultados obtidos durante a pesquisa realizada no Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, os resultados que fazem parte desta Tese são apresentados sob a forma de manuscritos.

Neste sentido a Tese ficou assim organizada:

No item Introdução, apresentamos uma contextualização em relação ao tema da pesquisa, os objetivos e a justificativa do porque da escolha do tema.

No item Revisão Bibliográfica, discutimos as teorias que nos fundamentaram durante o processo de pesquisa.

No item Metodologia, apresentamos os procedimentos metodológicos e as etapas da nossa investigação para a realização da pesquisa.

No item Resultados, trazemos os resultados da pesquisa em forma de Manuscritos, sendo que:

- O Artigo I, intitulado “Entendendo a dureza e qualidade da água através da aprendizagem baseada em problemas”, apresenta os resultados de uma pesquisa realizada com estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria (RS). Foram desenvolvidas atividades práticas relacionadas à água utilizando a metodologia PBL (Problem Based Learning), que trata-se aprendizagem baseada em problemas. O manuscrito foi aceito e apresentado no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC, 2017.

- O Artigo II, intitulado “A importância da temática água no Ensino Médio: uma proposta envolvendo a aprendizagem significativa”, nessa intervenção foram aplicados questionários, entrevistas, leituras e discussões de textos sobre a importância da água, além de testes físico-químicos de qualidade da água, com a finalidade de verificar se a proposta desenvolvida poderia se caracterizar como uma aprendizagem significativa de modo a contribuir com a formação dos alunos, enquanto cidadãos conscientes das suas ações no meio ambiente. O artigo foi aceito e apresentado no Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa - 8º EIAS, 2017.

- O Manuscrito III, intitulado “Mensuração do oxigênio na água: uso de materiais alternativos e avaliação de interferentes presentes no sistema”, apresenta uma atividade experimental dividida em várias etapas que ao final culminaram com a determinação de oxigênio dissolvido na água. Os materiais utilizados na atividade foram confeccionados pelos alunos, a execução dos testes e parâmetros estabelecidos também, os professores monitoraram os experimentos auxiliando nas dúvidas e criaram mais dúvidas, afim de que houvesse modificação no

desempenho dos alunos. O manuscrito foi submetido e está sendo avaliado na revista Química Nova na Escola.

- O Manuscrito IV, foi intitulado até o momento, “Experimentos alternativos sobre a dureza e teste de qualidade da água a partir da utilização de filtros de garrafas de PET”, buscamos romper com as ideias iniciais dos alunos (conhecimentos prévios) e a reconstrução dos conhecimentos fundamentados nos conhecimentos científicos sobre o tema em estudo, os alunos realizaram a filtração da água a partir de filtros de garrafas de PET construídos por eles, analisaram a qualidade da água filtrada e fizeram testes de dureza utilizando reagentes químicos, água e sabão líquido (tensoativos), foram protagonistas do próprio saber, ao final discutiram entre si os resultados encontrados nos experimentos. O manuscrito foi submetido e está sendo avaliado na Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (Educitec) do Instituto Feral do Amazonas.

- O Manuscrito V, foi intitulado “Da água escura à água clara: a aprendizagem significativa vinculada à metodologia pbl no tratamento de água realizado por licenciandos em Ciências Biológicas”, foi submetido e está sendo avaliado pela revista TEAR do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. A atividade foi desenvolvida com a finalidade de relacionar a metodologia de aprendizagem significativa (APS) com a metodologia de resolução de problemas (PBL), por se tratarem de metodologias ativas que podem trazer contribuições ao processo de aprendizagem. Foram realizadas diferentes simulações para efetivar o tratamento adequado da água através de técnicas investigativas, caracterizadas por utilizar materiais alternativos e não apresentar protocolo pronto, o mesmo foi desenvolvido no decorrer do processo. Acreditamos que dessa forma, possibilitamos a motivação dos alunos e desenvolvimento das suas habilidades cognitivas, algumas delas são foco, planejamento, reconhecimento e tempo necessário para responder a um estímulo.

A intervenção realizada no trabalho de pesquisa foi baseada na tabela 1 abaixo. A partir dele, foram desenvolvidas as atividades, discussões e experimentos para posteriormente serem escritos os prováveis manuscritos com os resultados das atividades realizadas.

Tabela1. Descrição das intervenções realizadas na proposta de trabalho desenvolvida.

PERGUNTAS PARA O DEBATE	EXPERIMENTO	PROCEDIMENTOS	ASSUNTOS RELACIONADOS
Uma água limpa está apropriada para o consumo?	Posso beber dessa água!	Analisar os aspectos físicos de diferentes amostras de água	Propriedades da água, densidade, preparo de soluções,
Os carvões foram eficientes no tratamento da água?	Filtros caseiros de garrafa de PET e de tubos de falcon	Tratamento de água com carvão mineral, vegetal e carvão ativado	Separação de misturas, processos de filtração,
Cite etapas para o tratamento da água	A real necessidade de tratamento da água	Tornar a água pura usando $Al_2(SO_4)_3$ e NaClO	Solubilidade dos sais,
A acidez elevada é um fator importante?	Testando a dureza e o pH da água	Compreender a importância desses parâmetros, usando kit de potabilidade	Ácidos e bases, diluição,
A água compromete os seres vivos que nela habitam se o O_2 estiver no limite?	Medindo o O_2 dissolvido da água	Encontrar o teor aproximado de oxigênio dissolvido e comparar aos valores	Óxido-redução, DQO, molaridade, estequiometria,

Fonte: Autora

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver propostas de atividades com a temática água com o intuito de atuar no processo de (re) construção do conhecimento por meio de intervenções que venham a contribuir com a aprendizagem.

1.1.2 Objetivos Específicos

Aplicar diferentes metodologias de ensino utilizando uma proposta integradora dos conteúdos com a temática água, permitindo que o aluno seja o protagonista das ações/atividades.

Desenvolver e realizar atividades de cunho experimental que não apresentem protocolos prontos. A fim de obtermos diferentes possibilidades de soluções.

Avaliar se as propostas metodológicas facilitaram o processo de ensino e aprendizagem e contribuíram com melhorias no desempenho cognitivo dos alunos

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A TEORIA DE VYGOTSKY E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

A prática da transmissão das informações científicas de forma engessada, não flexível e inquestionável, considerando-se os estudantes como receptores passivos, tem sido amplamente criticada, sobretudo se levarmos em consideração o grande número de pesquisas em educação em Ciências. Grande parte destes estudos críticos inspirou-se em pressupostos construtivistas, fundamentados na ideia da construção do conhecimento pela efetiva participação dos estudantes neste processo. As concepções dos alunos (conceitos prévios) têm pouca ou nenhuma importância para os professores de Ciências, desenvolvendo um ensino mais voltado para a transmissão de informações destituídas de significado.

Vygotsky (1984), dá um lugar de destaque para as relações de desenvolvimento e aprendizagem dentro de suas obras. Para ele a criança inicia seu aprendizado muito antes de chegar à escola, mas o aprendizado escolar vai introduzir elementos novos no seu desenvolvimento. A aprendizagem é um processo contínuo e a educação é caracterizada por saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro, daí a importância das relações sociais. Dois tipos de desenvolvimento foram identificados: o *desenvolvimento real* que se refere àquelas conquistas que já são consolidadas na criança, aquelas capacidades ou funções que realiza sozinha sem auxílio de outro indivíduo.

É essencial na teoria de Vygotsky a compreensão de que a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento, é um processo contínuo e está intrinsecamente ligada às relações sociais, pois ao nascer a criança é mergulhada no universo simbólico e na linguagem, e ao se relacionar essa linguagem se torna sua também, organizando os processos mentais e impulsionando novas buscas. “A aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento que somente podem ocorrer quando o indivíduo interage com outras pessoas” (OLIVEIRA, 1992). De acordo com Leite, 2009, a criança por meio do aprendizado internaliza a vida intelectual dos que a cercam, e assim se constitui como algo universal e indispensável ao desenvolvimento das características psicológicas “especificamente humanas e culturalmente organizadas”.

Para lidar com a aprendizagem das crianças, na concepção sócio histórica, é preciso se atentar não apenas para o que ela realiza sozinha, mas para o que faz com ajuda, pistas e orientação de alguém mais habilidoso na tarefa a ser realizada. Para isso, Vygotsky (1984) diferencia Desenvolvimento Potencial, Desenvolvimento Real e Desenvolvimento Proximal.

A distância existente entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial é o que Vygotsky (2010) conceituou de zona de desenvolvimento proximal. Para ele, as funções que se encontram nesta zona são os conhecimentos em processo de amadurecimento, de maturação. Assim, pode-se dizer que o desenvolvimento real é a parte que se refere ao desenvolvimento retrospectivo, enquanto a zona de desenvolvimento proximal aponta para o desenvolvimento mental prospectivo.

É justamente nesta zona de Desenvolvimento Proximal que a aprendizagem vai ocorrer. A função de um educador escolar, por exemplo, seria, então, a de favorecer esta aprendizagem, servindo de mediador entre a criança e o mundo. Como foi destacado anteriormente, é no âmago das interações no interior do coletivo, das relações com o outro, que a criança terá condições de construir suas próprias estruturas psicológicas (Creche Fiocruz, 2004). É assim que os alunos, possuindo habilidades parciais, as desenvolvem com a ajuda de parceiros mais habilitados (mediadores) até que tais habilidades passem de parciais a totais.

As imprescindíveis contribuições de Vygotsky (1991), para o entendimento dos processos mentais e da aprendizagem são essenciais para as práticas educacionais. A importância da cultura, da linguagem e das relações sociais na teoria de Vygotsky fornece, conforme Rodrigues et al., (2005), a base para uma educação em que o homem seja visto na sua totalidade: na multiplicidade de suas relações com os outros; na especificidade cultural, na dimensão histórica, ou seja, entendido em processo de construção e reconstrução permanente. Ele foi um teórico sociointeracionista, segundo a qual o desenvolvimento humano se dá em relação nas trocas entre parceiros sociais, através de processos de interação e mediação.

Vygotsky (1996) buscava caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como as características humanas se formam ao longo da história do indivíduo. Ao entender o homem como um ser essencialmente social, Vygotsky (1991) considera fundamental a interferência de pais, professores e colegas para o desenvolvimento da criança. O professor, especificamente, deve ser o estimulador da zona de desenvolvimento proximal, incentivando avanços que estão na iminência de ocorrer, mas ainda não aconteceram, isso implica em uma pedagogia não diretiva nem autoritária e muito menos hierárquica entre professores e alunos.

Vygotsky et al. (1988) acredita que as características individuais e até mesmo suas atitudes individuais estão impregnadas de trocas com o coletivo, ou seja, mesmo o que tomamos por mais individual de um ser humano foi construído a partir de sua relação com o indivíduo. Neste modelo, o sujeito – no caso, a criança – é reconhecida como ser pensante, capaz de

vincular sua ação à representação de mundo que constitui sua cultura, sendo a escola um espaço e um tempo onde este processo é vivenciado, onde o processo de ensino-aprendizagem envolve diretamente a interação entre sujeitos.

Suas maiores contribuições estão nas reflexões sobre o desenvolvimento infantil e sua relação com a aprendizagem em meio social, e também o desenvolvimento do pensamento e da linguagem. O autor também coloca como um fator crucial para um bom trabalho do professor que este entenda, de forma clara, a formação dos conceitos pelas crianças. Assim, divide conceito em duas categorias: a primeira, os conceitos espontâneos, que são aqueles construídos aleatoriamente ao longo da vida, e os conceitos científicos, os que necessitam de um processo especial para a sua assimilação. Buscando tornar mais clara a diferença dos dois tipos de conceitos, Vygotsky os diferencia pela sua forma de assimilação. Para ele:

“Os conceitos se formam e se desenvolvem sob condições internas e externas totalmente diferentes, dependendo do fato de se originarem do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal da criança. Mesmo os motivos que induzem a criança a formar os dois tipos de conceito não são os mesmos. A mente se defronta com problemas diferentes quando assimila os conceitos na escola e quando é entregue aos seus próprios recursos” (VYGOTSKY, 1998, p. 108).

Desse modo, os conceitos formados a partir da experimentação própria dos indivíduos foram denominados de conceitos espontâneos e aqueles surgidos após um trabalho formal de aprendizagem são os conceitos científicos.

Fazendo uma crítica ao ensino tradicional, Vygotsky (1998) diz que o ensino que tenha como foco uma transmissão direta de conceitos é ineficiente. Para ele, o professor que baseie seu trabalho nessa passagem direta não conseguirá obter bons resultados, o máximo que irá conseguir são alunos que repetem o que foi aprendido sem que haja uma internalização do conceito utilizado, o que acaba por ser um aprendizado totalmente vazio e sem significado para a vida do sujeito.

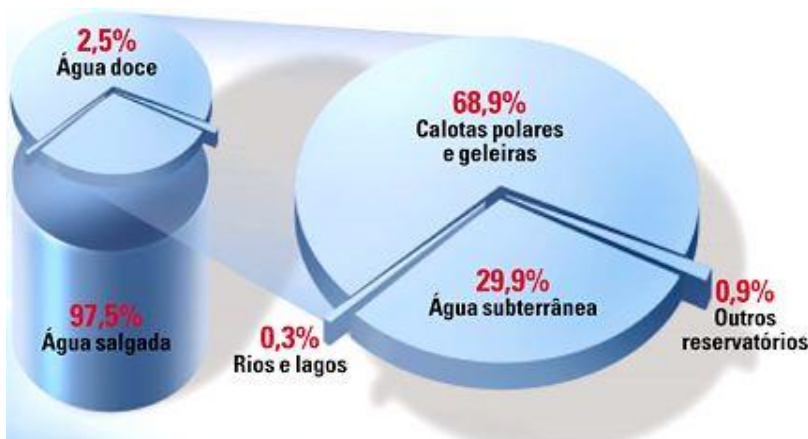
Pensando em uma proposta que viesse a contribuir no processo educacional dos alunos, buscamos conectar os conhecimentos científicos às experiências vividas por eles através de uma proposta envolvendo a água num contexto econômico e social de modo a favorecer a aprendizagem, que é um processo de construção e reconstrução permanente.

2.2 H₂O NO BRASIL E NO MUNDO

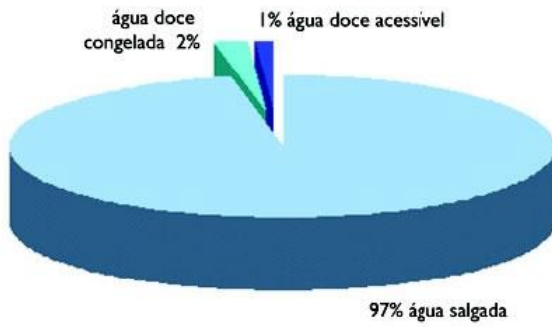
A água é considerada o solvente universal da biosfera em sua capacidade para dissolver substâncias, fato que possibilita uma grande ocorrência de reações no meio natural que culmina na formação de mais compostos, permitindo assim, a evolução da vida orgânica no planeta; que por sua vez, resulta em diversos tipos de fenômenos naturais (PHILIPPI Jr et al., 2005).

A natureza é sábia e justa, senão, vejamos: quando a água escapa para a atmosfera em forma de evaporação, a transpiração é compensada com a precipitação. Essa diferença entre volume de água que cai e volume de água que evapora é de cerca de 45 mil quilômetros cúbicos por ano - o que, em tese, o ser humano poderia gastar. Só que, desse total, apenas 20% é aproveitável. A água utilizável está nos rios, nos lagos, nas águas da chuva e na água subterrânea. No entanto, elas todas juntas correspondem a apenas 1% do volume de água doce. Nos gráficos 1A e 1B, temos a distribuição de água no planeta Terra. E nas figuras 1, 2 e 3, apresentamos dados estatísticos da distribuição de água num todo, a quantidade dela que está disponível para consumo humano e a estimativa de água utilizada pela agricultura no mundo, respectivamente.

Gráficos 1A



Gráficos 1B



Fonte: < <http://www.educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/a-distribuicao-agua-no-planeta.htm>> em 05 dezembro. de 2017

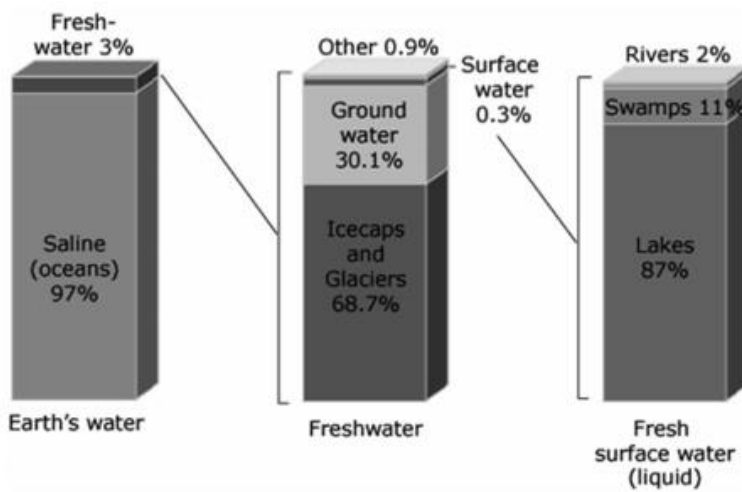


Fig. 1.1 Distribution of the Earth's water (Lui et al. 2011)

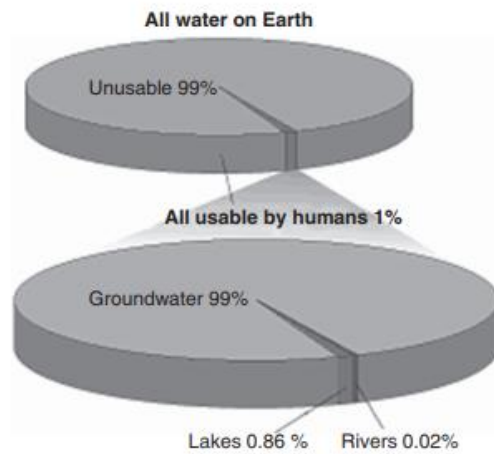


Fig. 1.2 Water available on Earth for human consumption (Lui et al. 2011)

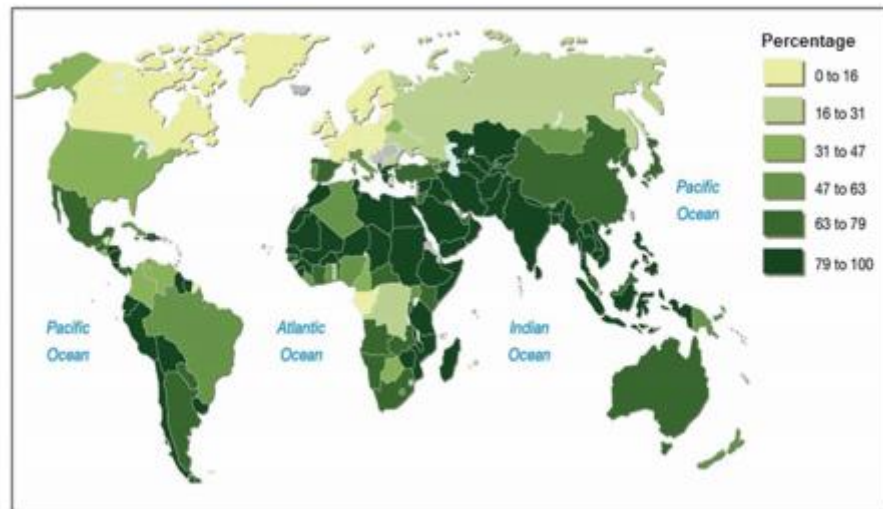


Fig. 1.3 Agricultural water usage across the world (FAO 2008)

Os fatores como a poluição, o desperdício e as áreas áridas, influenciam de modo que, cerca de um quinto da população mundial não dispõe de água para o consumo dentro dos padrões de potabilidade. Um terço da humanidade também não possui nem um tipo de saneamento básico ou tratamento de água adequado. Outro dado alarmante é que em todo mundo estima-se que cinco milhões de pessoas morram por ano, acometidas por doenças relacionadas ao uso de água não potável associada à falta de saneamento básico. Cerca de três milhões deste número são de crianças que morrem de doenças diarreicas contraída através da água não potável (WATSON et al., 1998).

As alterações no clima trarão efeitos severos ao uso da água, agravando o desequilíbrio entre disponibilidade e utilização em várias regiões do planeta, o que é mais uma razão para qualquer instituição, seja ela empresa ou do governo, tenha um plano estratégico de água que considere não só a disponibilidade e a qualidade, como também a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, tais como as enchentes e as inundações (NILSON SOUZA, 2010). A quantidade de água suja significa que mais pessoas morrem hoje por causa da água poluída e contaminada do que por todas as formas de violência, inclusive as guerras, disse o Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas (PNUMA, 2010).

O surgimento de organizações internacionais como a ONU (Organização das Nações Unidas), PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), OCDE (Organização para Cooperação Econômica e o Desenvolvimento, ILA (International Law Association), UNECE (Comissão Econômica para a Europa), ILC (International Law Comition) ocasionaram mudanças significativas nas relações internacionais sobre a água e

suas utilizações. Mas foram as Regras de Helsinki que revolucionaram a gestão das águas internacionais de unitária para o todo, conforme afirma Amorin:

Foi a partir das Regras de Helsinki que se passou a verificar o movimento de inclusão das necessidades do indivíduo, da regulação do clima e do entorno, como preocupações a serem tomadas em conta na administração e utilização equitativa das águas de uma bacia hidrográfica internacional (AMORIN, 2015, p. 101).

A constituição do Brasil em seu artigo 225, inciso V determina que, cabe ao poder público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino. A diminuição considerável das reservas de água limpa em todo o planeta, incluindo o Brasil, tem sido foco de preocupação dos especialistas e autoridades, considerando que a problemática é gerada principalmente em decorrência do mau uso, aliado a crescente demanda.

A ação desregrada e inconsciente do homem está provando que a água é um bem esgotável e poderá acabar em breve. Tundisi (2003) acrescenta que existem atualmente cerca de 30 países que convivem com os problemas decorrentes da escassez de água, dentre os quais Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Ilhas Bahamas e a Faixa de Gaza, que compreende o território palestino, apresentam situação crítica (entre 10 a 66 m³/ano/habitante).

Os recursos hídricos superficiais gerados no Brasil representam 50% do total dos recursos da América do Sul e 11% dos recursos mundiais, totalizando, como já salientado, 168.870 m³ /s. A distribuição desses recursos no País e durante o ano não é uniforme, destacando-se os extremos do excesso de água na Amazônia e as limitações de disponibilidade no Nordeste. A Amazônia brasileira representa 71,1% do total gerado da vazão no Brasil e, portanto 36,6 % do total gerado na América do Sul e 8% em nível mundial.

Grande parte do crescente desenvolvimento econômico do Brasil deve-se ao fato de que o país possui vasta quantidade de água doce. Especificamente 11,6% da água doce disponível nos mananciais da superfície do planeta estão localizadas no território brasileiro. Esta quantidade está distribuída de forma desigual em seu território, sendo que na região sudeste, onde está a maior concentração populacional (42,65%) tem apenas 6% dos recursos hídricos do país, a região norte, onde está situada a bacia amazônica, possui 68,50% dos recursos hídricos, mas em termos populacionais, conta com apenas 6,98%; a região nordeste com 28,91% da população brasileira detêm apenas 3,3% dos recursos hídricos, a região centro-oeste detém 15,70% dos recursos hídricos, mas em população possui apenas, 6,41%. (ANA, 2002).

No Brasil, os potenciais de água doce são extremamente favoráveis para os diversos usos; no entanto, as características de recurso natural renovável, em várias regiões do país, têm sido drasticamente afetadas. Os processos de urbanização, de industrialização e de produção agrícola não têm levado em conta a capacidade de suporte dos ecossistemas (REBOUÇAS, 1997). Para este autor:

[...] Este quadro está sensivelmente associado ao lançamento -deliberado ou não - de mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais não tratados, o que tem gerado a poluição dos corpos de água doce de superfície em níveis nunca antes imaginados (REBOUÇAS, 1997, p. 6).

O aumento da cobertura da população com esses serviços nas últimas décadas, principalmente nas áreas urbanas, aliado ao agravamento da qualidade das águas nos mananciais de abastecimento e nos sistemas de distribuição, bem como as pressões da sociedade, fizeram com que, no final da década de 1980, as preocupações com a qualidade da água se ampliassem. Legislações passaram a ser elaboradas e deu-se início à revisão das existentes, a exemplo da Resolução no 357/2005 do Conama, que busca classificar e proteger as águas dos mananciais, e da Portaria no 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece normas e padrões para a qualidade da água de consumo humano (MORAES et al., 1999).

Os parâmetros físico, químicos e biológicos são utilizados para se avaliar a qualidade da água de rios, córregos, mananciais, nas indústrias, hospitais e nas estações de tratamento. Esse monitoramento deve ser constante e seguir aos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. A determinação dos parâmetros de qualidade pode ser realizada através de equipamentos específicos como peagâmetro, condutivímetro, oxímetro e utilização de reagentes químicos.

Avaliar a qualidade da água é possível também de uma forma mais didática utilizando-se kits padrões de potabilidade, se empregados corretamente, esses kits apresentam respostas eficientes, podendo vir a contribuir com professores de biologia, geografia e química se trabalharem simultaneamente, levantando problemas sobre usos, conservação e disponibilidade da água, através de uma prática interdisciplinar.

2.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Quando a pesquisa está vinculada a prática docente, ela apresenta uma perspectiva de princípio educativo e formativo favorecendo à promoção do ensino pela pesquisa. Na

pesquisa, o professor tem a possibilidade de motivar o estudante, despertando o interesse pela busca da construção do conhecimento, através da investigação. Possibilita, assim, não apenas a busca por caminhos para novos conhecimentos, mesmo que estes sejam novos para o estudante que o reconstrói, mas também encontra respostas para problemas apresentados. Demo (2000), afirma que através da pesquisa o aluno compreende as questões investigativas e também a resolução de problemas na comunidade em que a escola está inserida, proporcionando assim melhores condições de vida para todos.

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (1998) é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Fracalanza (1986), defende um modelo alternativo, denominado modelo cognitivo, no qual os educadores levantam problemas do cotidiano (questões reais) para que os alunos busquem as soluções. Mesmo que a resposta não seja satisfatória para o professor, não se deve descartar o fato de que o aluno tenha raciocinado para chegar à conclusão. É preciso tentar conhecer como a criança estava pensando (o que a leva a chegar a conclusões diferentes das nossas), como ela está representando as ideias para si.

O laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas próprias hipóteses sobre fenômenos particulares, para que planejem suas ações, e as executem, de forma a produzir resultados dignos de confiança. É importante que os professores enfatizem as diferenças entre os experimentos realizados no laboratório escolar, com fins pedagógicos, e a investigação realizada por cientistas. É necessária uma análise mais cuidadosa da relação entre observação, experimento e teoria (CHALMERS, 1993).

A maioria das escolas públicas da região Norte possui espaços físicos destinados a atividades experimentais, mas invariavelmente, estes acabam funcionando como salas de aula comuns, quando não como depósitos de livros e materiais de expediente. Por outro lado, uma série de experiências e atividades práticas que podem perfeitamente ser realizadas dentro das salas de aula, são deixadas de lado pelos professores que acreditam necessitar de salas especiais para esse fim (AXT, MOREIRA, 1991). Tendo notado esse quadro, uma sugestão de melhoria pode ser o professor se apropriar de atividades práticas desenvolvidas com metodologias investigativas e materiais alternativos, de fácil acesso.

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual (BRASIL, 1999).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE), entidade responsável pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), define o letramento científico como o desenvolvimento de algumas habilidades que permitam ao estudante ser capaz de construir e tirar conclusões a partir de metodologias que embasam a ciência para a compreensão de informações e do contexto do cotidiano (CASTANHEIRA, 2007).

A motivação pode ser considerada uma força motriz por trás do interesse, do engajamento e da aprendizagem em todas as áreas do conhecimento. Para nutrir o envolvimento dos estudantes com ciências, os sistemas escolares precisam garantir que eles tenham não só o conhecimento básico para se envolver com questões científicas complexas, mas também o interesse e a motivação que os levem a querer fazê-lo (OCDE, 2016b). Dispomos abaixo alguns índices extraídos do PISA 2015. O PISA é uma avaliação trienal feita pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) entre dezenas de países de todo o mundo. Foram selecionados quatro índices associados à motivação dos estudantes: satisfação com ciências (JOYSCIE) interesse em aprender ciências (INTBRSCI), motivação instrumental para aprender ciências (INSTSCIE) e motivação para o sucesso (MOTIVAT). Esses índices nos fizeram pensar em desenvolver a nossa pesquisa. A avaliação dos dados dos gráficos foram extraídas tal qual a interpretação descrita no PISA 2015.

Um componente relacionado à motivação intrínseca avaliado no PISA foi o interesse dos estudantes no aprendizado de ciências (figura 1). Quatro questões foram apresentadas aos alunos para avaliação de seu nível de concordância em uma escala de cinco pontos: “Eu me

interesse muito”, “Eu me interessou”, “Eu pouco me interessou”, “Eu não me interessou” e “Eu não sei o que é isso”. O que distingue esse construto do anterior é que aqui o interesse sempre se dirige para determinado objeto, seja em uma disciplina na escola, como a biologia, seja em um tópico mais específico, como infecções bacterianas. A figura ilustra o grau de interesse dos estudantes dos países e unidades da Federação aqui considerados.

O PISA distingue duas formas de motivação para aprender ciências: os estudantes podem aprender ciências porque gostam (motivação intrínseca) e/ou porque percebem que a aprendizagem em ciências pode ser útil para seus planos futuros (motivação instrumental) (OCDE, 2016). A motivação intrínseca no PISA 2015 foi medida como o grau de satisfação dos estudantes com ciências e de seu interesse em aprender ciências. Sobre a satisfação, cinco questões foram apresentadas aos alunos, e eles avaliaram seu nível de concordância em uma escala de Likert de quatro pontos: “Concordo plenamente”, “Concordo”, “Discordo” e “Discordo plenamente”. A Figura 2 mostra o percentual de concordância dos estudantes dos 13 países e unidades da Federação aqui considerados. A linha horizontal indica que, em média, 50% deles concordaram com tais afirmações.

Figura 1. Percentual de estudantes que responderam sobre a sua satisfação em estudar Ciências.

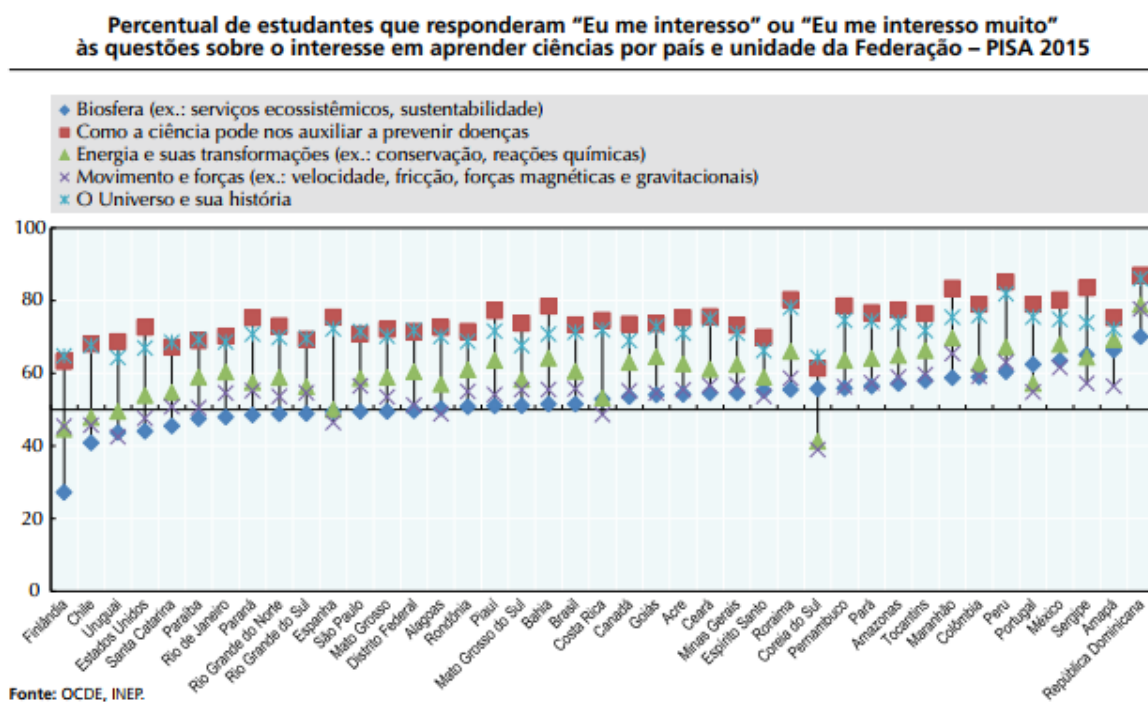
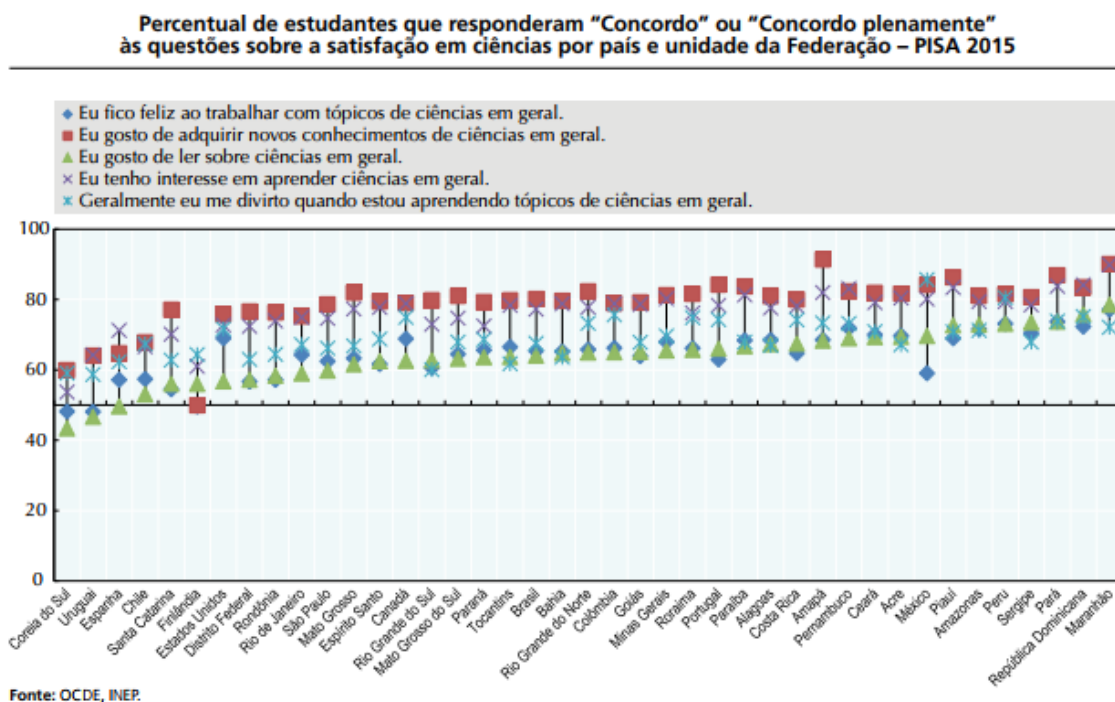


Figura 2. Percentual de estudantes que responderam sobre interesse em aprender Ciências.



Em geral, o grau de concordância entre as questões que avaliam a motivação instrumental foi alto (figura 3). Os estudantes brasileiros com respostas válidas a esses quesitos apresentaram, em média, maior percentual de concordância em “Vale a pena estudar ciências, porque o que aprendo melhorará minhas perspectivas profissionais” (85,3%) e menor em “Muitas coisas que eu aprendo nas minhas aulas de ciências me ajudarão a conseguir um emprego” (75,7%). A correlação do índice de motivação instrumental com o desempenho médio em ciências indica que a alta motivação instrumental não se traduz automaticamente na capacidade de aplicar com sucesso o conhecimento científico em testes de ciências como o do PISA.

O percentual de estudantes do Brasil que concordaram com a afirmação “Eu me vejo como uma pessoa ambiciosa” (40,1%) foi baixo em comparação com os dos outros países (figura 4), resultado que possivelmente esteja associado ao fato de a palavra “ambição” ter conotação negativa no vocabulário dos brasileiros. A segunda categoria com menor número de concordância entre eles foi “Eu quero ser um dos melhores alunos da sala”, com 63,9% das respostas válidas. Enquanto a correlação entre o índice criado com base nessas categorias e o desempenho médio em ciências foi fraca para os países aqui estudados (Figura 6.9), observa-se uma associação positiva e significativa (intervalo de confiança de 0,10 a 0,71) para as unidades da Federação. Essa relação indica que, em geral, estudantes dos estados brasileiros com desempenho mais alto em ciências no PISA 2015 tendem a demonstrar maior motivação ao sucesso pessoal e escolar do que os com desempenho mais baixo.

Figura 3. Percentual de estudantes que responderam às questões sobre motivação instrumental.

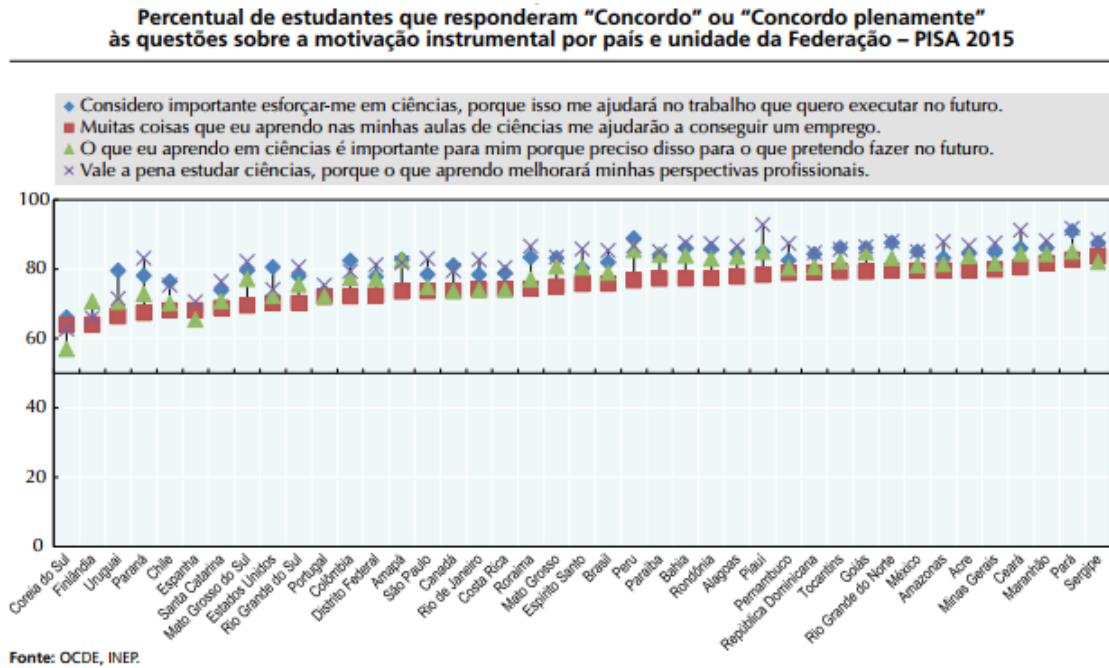
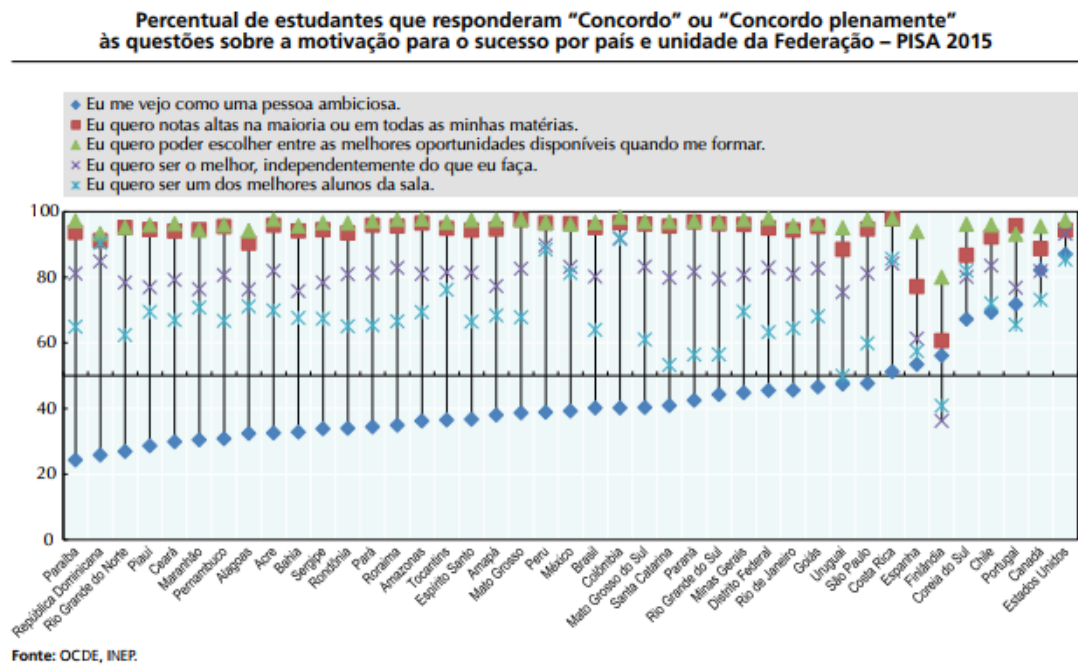


Figura 4. Percentual de estudantes que responderam sobre as questões sobre a sua motivação para o sucesso.



A figura 5 apresenta como os estudantes percebem as questões ambientais. Foi construído um índice de percepção ambiental com base nas respostas dos estudantes aos questionários do PISA 2015. Esse índice está associado a sete questões, e os alunos indicaram seu nível de familiaridade com alguns tópicos conforme as seguintes opções: “Estou familiarizado com o assunto e seria capaz de explicar perfeitamente”, “Sei alguma coisa sobre isso e poderia explicar em termos gerais”, “Já ouvi algo sobre isso, mas não seria capaz de explicar o que realmente significa” e “Nunca ouvi nada a respeito disso”. A Figura 6.18 apresenta o percentual de estudantes dos países e unidades da Federação aqui analisados que marcaram as duas primeiras opções.

No PISA, criou-se uma medida da crença dos estudantes sobre a contribuição de suas ações ou de outros para a manutenção e melhoria do ambiente. O índice de otimismo ambiental está associado a sete questões, e os alunos indicaram se, em sua opinião, os problemas apontados melhorariam ou piorariam nos próximos 20 anos, conforme as seguintes opções de resposta: “Melhorar”, “Permanecer inalterados” ou “Piorar”. A Figura 6 apresenta o percentual de estudantes dos países e unidades da Federação em análise que responderam positivamente a esses quesitos. O nível de otimismo em relação aos tópicos apresentados é baixo.

Os estudantes da República Dominicana foram os que, em geral, apresentaram maior percentual de respostas positivas, 38,3% em média.

Figura 5. Percentual de estudantes que responderam que estavam familiarizados sobre o assunto e seria capaz de explicar perfeitamente a respeito.

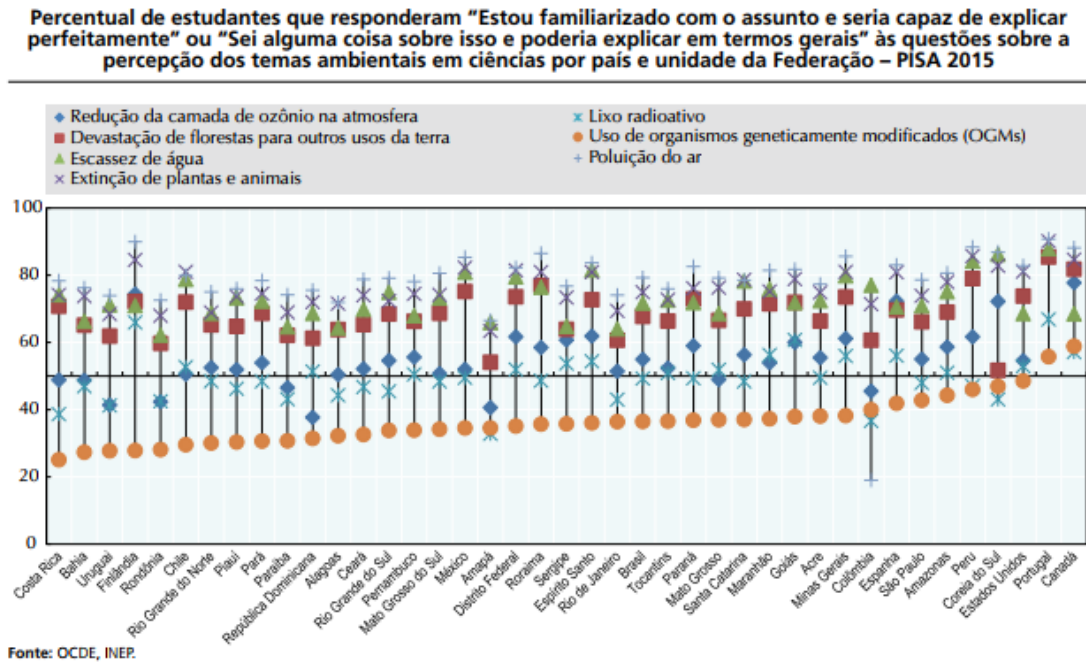
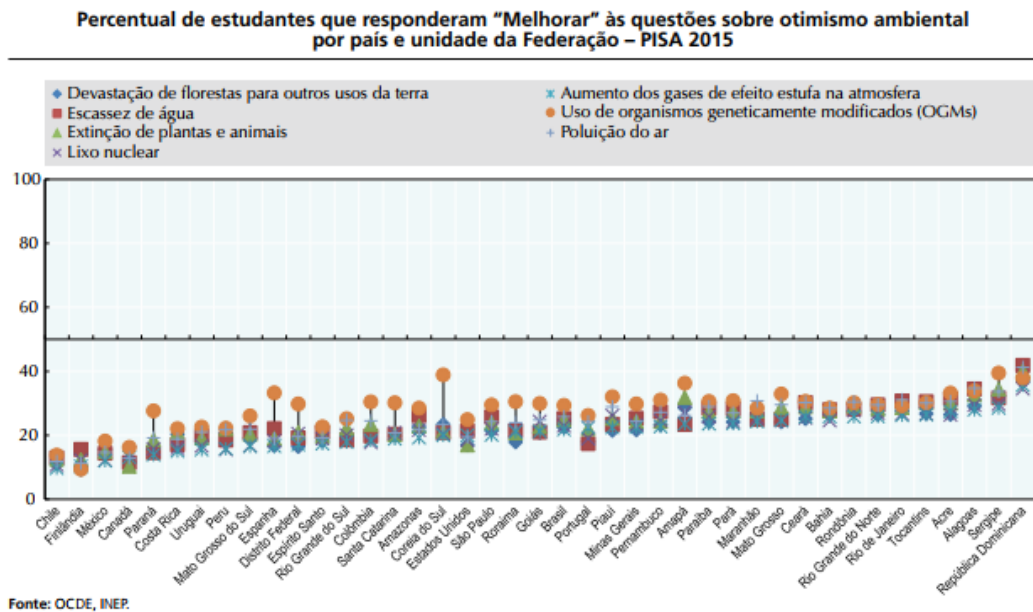
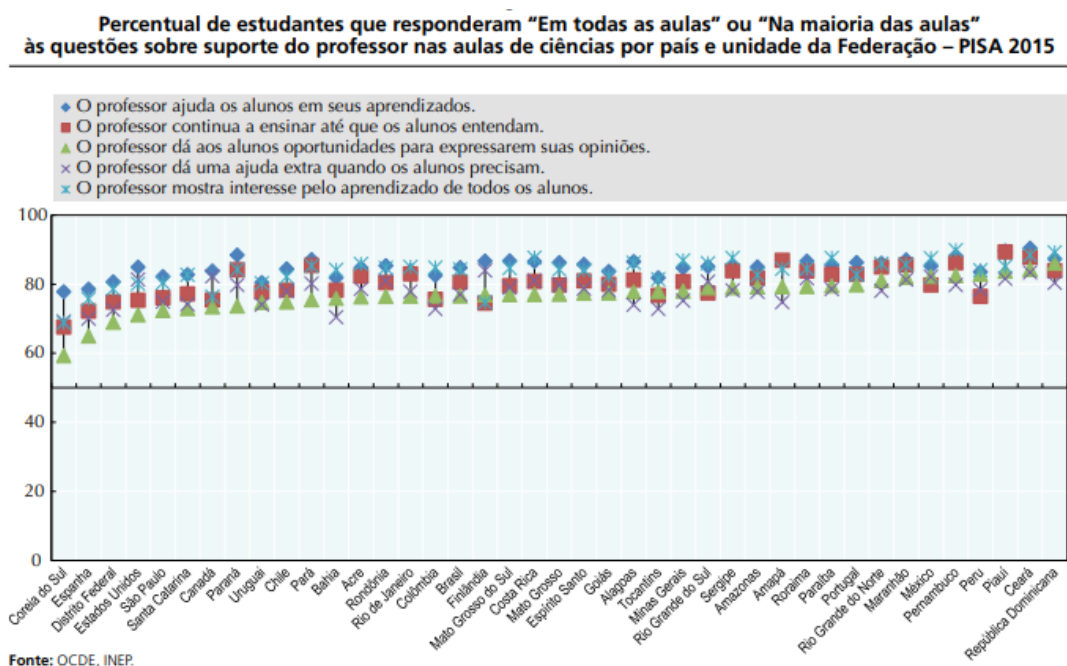


Figura 6. Percentual de estudantes que responderam “Melhorar” às questões sobre otimismo ambiental.



O índice de suporte do professor nas aulas de ciências está associado a cinco questões do questionário dos estudantes no PISA 2015. Os jovens indicaram a frequência com que determinadas ações aconteciam em suas aulas de ciências, conforme as seguintes opções de resposta: “Em todas as aulas”, “Na maioria das aulas”, “Em algumas aulas” ou “Nunca ou quase nunca”. A Figura 7 apresenta o percentual de estudantes dos países e unidades da Federação aqui avaliados que marcaram as duas primeiras opções.

Figura 7. Percentual de estudantes que responderam às questões sobre suporte do professor nas aulas de Ciências.



Como podemos verificar os alunos não estão nada otimistas e perceberam nitidamente que as ações antrópicas interferem diretamente no meio ambiente. Ao observar dados do PISA 2015 podemos verificar como está o nível de aprendizagem e o interesse dos alunos da educação básica que estão adentrando no Ensino Médio.

2.4 OS PCNS NO ENSINO MÉDIO E A TRANSVERSALIDADE

Os PCNEM propõe aos professores formar alunos que sejam capazes de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.

A Lei 9394/96, as Diretrizes Curriculares para os cursos de Química e os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) recomendam que, no ensino de Química (Médio

e Superior), devem ser tratadas, dentre outras, as questões ambientais e de saúde pública. Assim, a abordagem dos conceitos químicos envolvidos no tratamento da água pode oferecer ao professor a oportunidade de contemplar a legislação, além de permitir a exploração de temas do cotidiano e a realização de atividades experimentais. A LDB, ao considerar o Ensino Médio como última e complementar etapa da Educação Básica, e a Resolução CNE/98, ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que organizam as áreas de conhecimento e orientam a educação à promoção de valores como a sensibilidade e a solidariedade, atributos da cidadania, apontam de que forma o aprendizado de Ciências e de Matemática, já iniciado no Ensino Fundamental, deve encontrar complementação e aprofundamento no Ensino Médio. Nessa nova etapa, em que já se pode contar com uma maior maturidade do aluno, os objetivos educacionais podem passar a ter maior ambição formativa, tanto em termos da natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidas, como em termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos.

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico.

Um Ensino Médio concebido para a universalização da Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas. O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural. É na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á.

Enquanto um profissional da educação, o professor tem um papel fundamental para que ocorra uma mudança na realidade da educação brasileira, seja nas séries iniciais ou finais

do nível básico. Ao ministrar aulas, se dedicar, no seu fazer docente, um bom professor contribuirá com a formação de milhares de cidadãos brasileiros. Com a mudança das metodologias tradicionais por meio da inclusão de aulas experimentais, ocasionando um aumento no nível cognitivo dos estudantes.

De acordo com Fonseca, a mudança nas metodologias tradicionais com a inclusão das aulas experimentais estimula o desenvolvimento conceitual, promovendo aos estudantes a oportunidade de elaboração e exploração de suas ideias. A literatura estima que os estudantes possam desenvolver melhor a compreensão e aprendizagem dos conteúdos quando deixam de empregar um conhecimento empírico e passam a utilizar do conhecimento científico, assim, obtendo maior efetividade em seus argumentos (FONSECA, 2011, p.80).

O professor deve planejar o que vai ser ensinado numa perspectiva além da disciplina que ministra, ou seja, deve trabalhar de modo interdisciplinar, organizado e sistêmico contribuindo para que os alunos percebam as relações existentes entre os fenômenos da natureza e seu papel enquanto interferentes e transformadores desse meio. Mesmo dentro de cada disciplina, uma perspectiva mais abrangente pode transbordar os limites disciplinares.

A poluição ambiental é um exemplo, ela por sua vez, sendo urbana ou rural, do solo, das águas ou do ar, não é algo só “biológico”, só “físico” ou só “químico”, pois o ambiente, poluído ou não, não cabe nas fronteiras de qualquer disciplina, exigindo, aliás, não somente as Ciências da Natureza, mas também as Ciências Humanas, se se pretender que a problemática efetivamente sócio-ambiental possa ser mais adequadamente equacionada, num exemplo da interdisciplinaridade imposta pela temática real (BRASIL, 1999b, p. 209).

A Química é quem contribui para a qualidade do ar que respiramos e da água que bebemos insubstituível em sua função no monitoramento e na recuperação ambiental. O entendimento dessas transformações exige visão integrada da Química, da Física e da Biologia, recorrendo ao instrumental matemático apropriado, mostrando a necessidade das interações entre esses saberes. As competências das disciplinas do eixo das Ciências da natureza estão dispostas na tabela abaixo:

COMPETÊNCIAS DAS DISCIPLINAS	FÍSICA	BIOLOGIA	QUÍMICA
REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO	Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. • Expressar-se corretamente	Relacionar fenômenos, fatos, processos e idéias em Biologia, elaborando conceitos, identificando	Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas. • reconhecer suas

	utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem. • Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas. • Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.	regularidades e diferenças, construindo generalizações • Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos. • Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico. • Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizado (existencial ou escolar).	modificações ao longo do tempo. • Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas. • Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).
INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO	Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.	Selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados.	Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.

FONTE: PCNEM

A aprendizagem situada (contextualizada) é associada, nos PCNEM, à preocupação em retirar o aluno da condição de espectador passivo, em produzir uma aprendizagem significativa e em desenvolver o conhecimento espontâneo em direção ao conhecimento abstrato. Com constantes referências a Vigotsky e a Piaget, a contextualização nesses momentos aproxima-se mais da valorização dos saberes prévios dos alunos. Nesse caso, contextualizar é, sobretudo, não entender o aluno como tábula rasa (BRASIL, 1999, v. 1 a 4). Tais concepções de ensino contextualizado, relacionadas com a valorização dos saberes prévios dos alunos e dos saberes cotidianos, bem como relacionadas com o caráter produtivo do conhecimento escolar, contribuem para a legitimidade dos PCNEM junto à comunidade educacional. É preciso considerar, todavia, o quanto tais concepções estão hibridizadas aos princípios do eficientismo social. Os saberes prévios e cotidianos são incluídos em uma noção de contexto mais limitada em relação ao âmbito da cultura mais ampla. Contexto restringe-se ao espaço de resolução de problemas por intermédio da mobilização de competências.

Para avaliar os saberes prévios dos alunos podemos utilizar diferentes metodologias, e dentre elas, as atividades de cunho investigativo. As atividades que envolvem situações problemas nas Ciências são importantes no processo de ensino/aprendizagem. Em relação à problematização, como fase inicial do processo de investigação, (Bachelard, 1981) revela-a

quando se refere que “sem a interrogação não haveria conhecimento científico, nada é evidente, nada nos é dado, tudo é construído” Para Popper (1975,1983, 1986), toda a discussão científica deve partir de um problema (P1), ao qual se oferecesse uma espécie de solução provisória, uma teoria-tentativa (TT), passando-se depois a criticar a solução, com vistas à eliminação do erro (EE).

Nas várias áreas do currículo escolar existem, implícita ou explicitamente, ensinamentos a respeito dos temas transversais, isto é, todas educam em relação a questões sociais por meio de suas concepções e dos valores que veiculam. Há uma diversidade de temas citados como saúde, meio ambiente, drogas, violência, o sentido da vida, os preconceitos, dentre outros que trazem sentidos e significados para a vida educativa dos estudantes. Entretanto isto não é uma rotina. Para tentar mudar a metodologia tradicional de ensino, tecnicista retratada muitas vezes como educação bancária é necessário que haja uma quebra no planejamento curricular por parte dos professores. Segundo Lopes e Macedo (2006, p. 272) é necessário flexibilizar o currículo no ensino médio, em vista dos eixos e temas transversais: segundo as autoras citadas “(...) é preciso pensar e construir políticas educacionais que tenham suas bases na escola e na aprendizagem dos alunos”.

Ao organizar os conteúdos, o trabalho com a proposta da transversalidade se define em torno de quatro pontos:

- os temas não constituem novas áreas, pressupondo um tratamento integrado nas diferentes áreas;
- a proposta de transversalidade traz a necessidade de a escola refletir e atuar conscientemente na educação de valores e atitudes em todas as áreas, garantindo que a perspectiva político-social se expresse no direcionamento do trabalho pedagógico; influencia a definição de objetivos educacionais e orienta eticamente as questões epistemológicas mais gerais das áreas, seus conteúdos e, mesmo, as orientações didáticas;
- a perspectiva transversal aponta uma transformação da prática pedagógica, pois rompe a limitação da atuação dos professores às atividades formais e amplia a sua responsabilidade com a sua formação dos alunos. Os Temas Transversais permeiam necessariamente toda a prática educativa que abarca relações entre os alunos, entre professores e alunos e entre diferentes membros da comunidade escolar;

- a inclusão dos temas implica a necessidade de um trabalho sistemático e contínuo no decorrer de toda a escolaridade, o que possibilitará um tratamento cada vez mais aprofundado das questões eleitas. Por exemplo, se é desejável que os alunos desenvolvam uma postura de respeito às diferenças, é fundamental que isso seja tratado desde o início da escolaridade e continue sendo tratado cada vez com maiores possibilidades de reflexão, compreensão e autonomia. Muitas vezes essas questões são vistas como sendo da “natureza” dos alunos (eles são ou não são respeitosos), ou atribuídas ao fato de terem tido ou não essa educação em casa.

Segundo Covas (2016), o tema meio ambiente é essencial para o educador, o Meio Ambiente não se restringe ao ambiente físico e biológico, mas inclui também as relações sociais, econômicas e culturais. O objetivo é propor reflexões que levem o aluno ao enriquecimento cultural, à qualidade de vida e à preocupação com o equilíbrio ambiental.

O pensar e o agir preocupados com o ambiente começa na sala de aula, através da escola, pois debatendo com os professores o aluno adquire uma consciência maior e significativa, pois o cidadão necessita ser autônomo e crítico na sociedade, além disso, participativo. É fundamental que esse tema seja no ensino médio um componente curricular de extrema necessidade e que ele seja mais sistematizado, em vista da necessidade urgente de conservação dos recursos hídricos e a redução das fontes de poluições do ambiente por parte do homem.

O documento dos PCNS abrange a importância dos recursos hídricos para os seres vivos, envolvendo assuntos como: formas de aproveitamento da água; o desperdício; a reutilização; a qualidade, o tratamento e a distribuição da água e os processos vitais mais importantes dos quais a água faz parte. A água é enfatizada como uma das substâncias mais importantes da natureza do ponto de vista ambiental e a relação da ação antrópica com a escassez da água em qualidade e quantidade (BRASIL, 1998a).

2.5 METODOLOGIAS INVESTIGATIVAS

Existe uma intencionalidade entre o processo educacional e o papel do professor. Com base nesse referencial, há sempre uma intenção, uma finalidade nas atividades realizadas no contexto educacional. Vygotsky (1984) enfatiza ainda que o aprendizado é uma construção individual, mas também um processo social que necessita do diálogo, sendo o professor o mediador entre aluno e conhecimento.

O ensino por investigação ou “*inquiry*”, surgiu a partir das ideias e estudos do filósofo e pedagogo Americano John Dewey, ainda no século XIX (1902-1990). O termo “*Inquiry*”, tem como significado: ensino por descoberta; aprendizagem por projetos e questionamentos; resolução de problemas. As características deste tipo de ensino vão ao encontro das necessidades divulgadas por uma aprendizagem qualitativa, dando ao aluno uma visão de ciências mais próxima de sua realidade (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). O Ensino de Ciências deve ser repensado para que:

[...] este possa favorecer a ocorrência de perguntas, questionamentos que proporcionem situações problemáticas interessantes e possibilitem a construção de conhecimentos adequados, ou seja, devem-se buscar conteúdos dentro do mundo da criança – mundo físico em que ela vive e brinca – os quais possam ser trabalhados [...] (CARVALHO et al., 1998, p 14).

Nas aulas práticas demonstrativas, o conhecimento teórico é demonstrado ao aluno, por meio de um experimento manipulado pelo professor, colocando-o numa posição de simples espectador (GALIAZZI; ROCHA; SCHMITZ, 2001). Entretanto, quando realizadas em uma perspectiva investigativa, as atividades experimentais possibilitam o desenvolvimento de diferentes ações cognitivas, como a elaboração de hipóteses acerca da situação problema, observação e manipulação de materiais, dando maior significado à aprendizagem (FREITAS; ZANON, 2007). Segundo Azevedo (2004, p. 21) é importante que a atividade de investigação faça sentido para o aluno “de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado”.

Clement et al. (2015) apontam que o “ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem” (p. 117). Isto posto, cabe ao aluno propor soluções, em conjunto com os demais alunos, para resolver as diferentes situações-problemas que são inseridas na atividade.

Para Pozo e Pérez Echeverria (1994), a resolução de problemas estimula nos alunos o conhecimento de procedimentos para dar respostas a situações distintas e mutáveis, isto é, desenvolve a verdadeira compreensão dos fatos. Bachelard (1996) defende que todo conhecimento é produto da resposta sobre uma determinada questão. E, neste caso, a resolução de problemas que conduza a uma investigação deve ser fundamentada na ação do aluno (MOREIRA, 1983). Desta forma, num ensino que preze pela investigação, os discentes

são postos em situações em que realizam pequenas pesquisas, em que se combinam, simultaneamente, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 1998).

De acordo com Vygotsky (1982), os professores, ao criarem situações favoráveis à autonomia, garantem um espaço para o confronto de visões, de opiniões, discussões abertas, debates, livre reflexão e de reorganização dos saberes.

Conforme aponta Jorde (2009, apud CARVALHO et al., 2013), o ensino por investigação possui características essenciais, que são responsáveis por envolver os alunos durante uma atividade. São elas: (1) atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos; (2) experimentação e atividades práticas, incluindo a busca por informações; (3) atividades autorreguladas, ou seja, que priorizem a autonomia dos alunos; e, finalmente, (4) a comunicação e a argumentação.

Para provocar os alunos e instigá-los sobre a importância que a Ciência tem para a vida do indivíduo, é necessário usar novos recursos didáticos na arte de ensinar e aprender, pôr em prática e refletir os métodos pedagógicos que envolvam a turma e levem os alunos ao prazer do saber e do conhecer cada vez maior (BARATTER, 2007).

Buscando mudar o ensino tradicional (método mecânico) focado em sua totalidade na transmissão do conhecimento, ainda está fortemente presente nos cursos de formação universitários nas áreas que pertencem à docência e em outras áreas, propomos as metodologias ativas de aprendizagem como foco central de construção do conhecimento. Dando ênfase ao aluno. Colocando-o assim centro do processo de aprendizado, passando a ser convocado a implicar-se nos conteúdos abordados pela disciplina, de modo a reconhecer sua pertinência e a tecer significados próprios que darão maior densidade aos temas trabalhados em sala.

Quanto mais aprendamos próximos da vida, melhor. Teóricos como Dewey (1950), Rogers (1973), Novack (1999), Freire (2009), entre outros, enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele.

A aprendizagem é mais significativa quando motivamos os alunos intimamente, quando eles acham sentido nas atividades que propomos, quando consultamos suas motivações profundas, quando se engajam em projetos em que trazem contribuições, quando há diálogo sobre as atividades e a forma de realizá-las. A aprendizagem baseada em problemas (PBL, em inglês ou ABProb, como é conhecida hoje) é uma metodologia de aprendizagem investigativa, surgiu na década de 1960 na Universidade McMaster, Canadá, e em Maastricht, na Holanda, em Escolas de Medicina, inicialmente. A PBL tem sido utilizada

em várias outras áreas do conhecimento - Administração, Arquitetura, Engenharias, Computação - também com a denominação de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP ou PBL). Tem como base de inspiração os princípios da escola ativa, do método científico, de um ensino integrado e integrador dos conteúdos, dos ciclos de estudo e das diferentes áreas envolvidas, em que os alunos aprendem a aprender e se preparam para resolver problemas relativos às suas futuras profissões. A PBL propõe uma matriz não disciplinar ou transdisciplinar, organizada por temas, competências e problemas diferentes, em níveis de complexidade crescentes, que os estudantes aluno deverão compreender e equacionar com atividades em grupo e individuais. Cada um dos temas de estudo é transformado em um problema a ser discutido em um grupo tutorial que funciona como apoio para os estudos.

Na metodologia PBL, os professores expõem uma situação problema para estudo aos alunos. Em seguida, reunidos em grupos de trabalho, identificam o problema investigam, debatem, interpretam e produzem possíveis soluções e demonstrações, sugerindo novos caminhos para resolução. O PBL tem como características básicas, os princípios da escola ativa, do método científico, de um ensino integrado ao currículo e integrador dos conteúdos programáticos, dos ciclos de estudo e das diferentes áreas envolvidas, onde os alunos aprendem a aprender e se preparam para resolver problemas relativos ao seu cotidiano e mais tarde à sua futura profissão. Caracteriza uma estratégia de formação, através da qual os alunos são confrontados com problemas contextualizados e estruturados para os quais se empenha em encontrar soluções significativas, a Aprendizagem Baseada em Problemas permite desenvolver o pensamento crítico dos alunos e construir, em conjunto, soluções mais criativas e novos caminhos já que surgem do trabalho conjunto, tornando-se por vezes bem produtivo.

[...] em qualquer situação de aprendizagem, os alunos dispõem de determinadas capacidades, instrumentos, estratégias e habilidades gerais para completar o processo. Por um lado, o aluno conta com determinadas capacidades cognitivas gerais, ou em termos mais correntes, com certos níveis de inteligência, raciocínio e memória que lhe permitirão um determinado grau de compreensão e realização da tarefa (COLL et al., 2006 p.59).

O aluno quando se sente pouco estimulado e pouco motivado, pode não se interessar pela aprendizagem daquele conhecimento exposto pelo professor, tornando este processo de aprendizagem mecânico, que apesar de requerer menos esforço, tem um grau de retenção baixo a longo e médio prazo (AUSUBEL, 2003, p.58). Por isso, é importante a adoção de novos modelos educacionais estimulantes, participativos, que remetam aos alunos,

encontrarem soluções para problemas vivenciais, relacionando teoria e prática, tendo em vista que os alunos não conseguem relacionar o que aprendem na escola com o que vivenciam no dia a dia através do ensino tradicional.

De acordo com a proposta de Laburú e colaboradores (2003) o pluralismo no uso de recursos e metodologias é a melhor escolha porque respeita diversidade de habilidades, gostos e tendências que existem em uma turma.

Desenvolver as competências e habilidades dos alunos é extremamente essencial no processo de ensino e aprendizagem, pois dessa forma eles estarão imbuídos sobre os problemas presentes na realidade, através da resolução dos problemas existentes no seu cotidiano, com atitude consciente contribuirão com as decisões futuras, delineando suas ações. A presente proposta apresenta como problema de pesquisa se a realização de atividades novas com os alunos pode contribuir com a motivação e a aprendizagem.

3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

3.1 CAMINHO METODOLÓGICO DO TRABALHO

A pesquisa foi aplicada em escolas que pertencem às Instituições da Rede Federal de ensino público, elas estão localizadas em bairros periféricos da cidade e apresentam alunos de diferentes faixas etárias e de diferente poder econômico. Nos institutos federais prima-se pela indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão, que é um desafio presente nas instituições de ensino de todo o país.

As atividades foram desenvolvidas com alunos dos primeiro e segundo anos do ensino médio, de ambos os gêneros, com faixa etária de 14 a 19 anos, totalizando 100 alunos. Também foi realizada uma intervenção com 25 alunos do 2º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), pois eles serão futuros professores de Ciências e apresentam pontos de vista distintos sobre as questões sociais, ambientais e econômicas que envolvem a temática água.

Para planejar as atividades foram realizadas reuniões e discussões, foram três reuniões em um período de duas semanas com os professores que ministravam as disciplinas de Biologia e de Química. Todos os professores que participaram na execução da proposta atuam há mais de dez anos em sala de aula e são mestres e doutores, porém nem todos foram graduados em uma Licenciatura específica durante a sua formação.

Os instrumentos de coletas de dados se deram a partir do acompanhamento das produções dos alunos através do desenvolvimento da proposta de intervenção envolvendo a importância da água e fundamentada na metodologia de resolução de problemas. Na metodologia PBL, os professores expõem uma situação problema para estudo aos alunos. Em seguida, reunidos em grupos de trabalho, identificam o problema investigam, debatem, interpretam e produzem possíveis soluções e demonstrações, sugerindo novos caminhos para resolução.

Para responder aos questionamentos os alunos receberam diferentes amostras de água e observaram as características físicas e propriedades da mesma, além de realizarem testes alternativos utilizando materiais de baixo custo e testes químicos utilizando kits de potabilidade da água. Nos testes alternativos, os recipientes de coleta e armazenamento dos materiais foram obtidos a partir de garrafas de PET em substituição aos béqueres e funis do laboratório. O sal de cozinha, cloreto de sódio (NaCl) e comprimidos de carvão ativado foram obtidos em um estabelecimento comercial para a realização dos testes de dureza e de filtração das alíquotas de água.

Para avaliar os trabalhos, foi realizada uma atividade final, aplicando o mesmo questionário utilizado anteriormente, a fim de comparar os resultados obtidos antes e depois da intervenção, verificando se houve alguma alteração nas respostas dos alunos. Após concluídas as aplicações dos questionários, foram realizadas as transcrições de todas as perguntas e respostas dos pré e pós testes, assim como as transcrições das entrevistas realizadas com os alunos. Esse processo foi demorado e requeria toda cautela ao ser realizado, pois as transcrições devem ser fidedignas ao que fora exposto nas falas e escritas dos alunos.

Para que os alunos desenvolvessem habilidades cognitivas foram elaboradas questões-problema, buscaram possíveis formas de soluções para os problemas suscitados, realizaram coletas de dados, analisaram os dados obtidos, responderam aos questionamentos possibilitando aos professores criar categorias para cada pergunta elaborada. As categorias foram agrupadas de acordo com a similaridade das respostas.

Segundo Azevedo (2006), uma proposta que envolva problemas e a investigação propriamente dita, para que assim possa ser considerada, deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas se limitar a favorecer a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Nesse sentido, a autora salienta que a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se tão importante quanto a aprendizagem de conceitos ou do conteúdo. Ela enfatiza que as práticas de investigação devem contemplar alguns momentos que, segundo ela, devem ser: proposta do problema, preferencialmente em forma de pergunta que estimule a

curiosidade científica do estudante; levantamento de hipóteses, que devem ser emitidas pelos alunos por meio de discussões; coleta de dados; análise dos dados obtidos, em que podem ser utilizados gráficos e textos, para que os alunos possam realizar a explicação desses dados; conclusão, quando os alunos formulam respostas ao problema inicial, a partir dos dados obtidos e analisados.

As perguntas aplicadas foram do tipo abertas e para tabular as respostas por categoria utilizamos o Graphpad prism que é um programa de criação de gráficos estatísticos, usada por diversos cientistas no mundo. No gráfico 7, temos dados obtidos através do programa. Esta ferramenta contém diversas funções para a síntese e análises de gráficos sejam em barras ou usando um plano cartesiano.

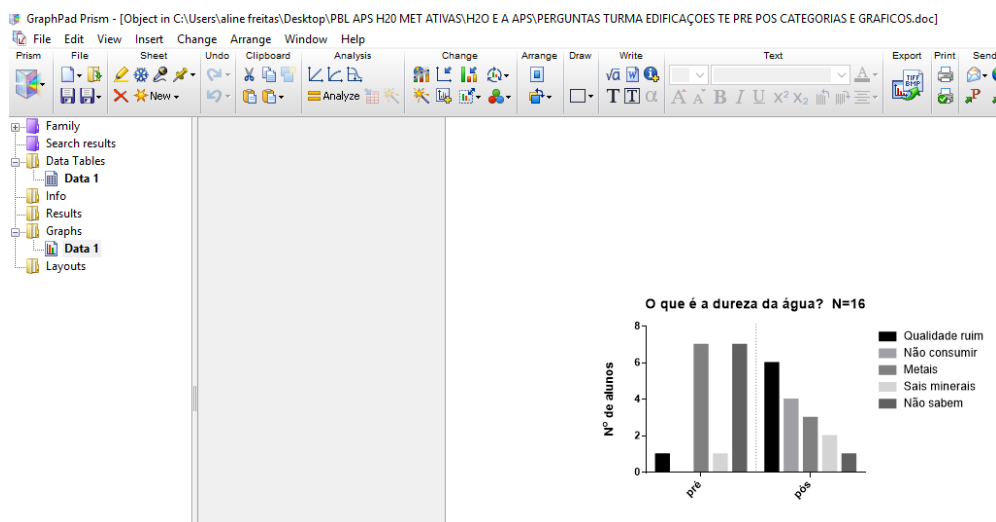


Figura 7. Representação dos gráficos obtidos a partir dos pré e pós testes aplicados aos alunos.

As atividades descritas nos manuscritos são de nossa autoria, elas foram desenvolvidas ao longo do projeto para atender aos objetivos do trabalho e estão disponibilizadas nos apêndices. Foram elaborados questionários, jogos e experimentos que pudessem incentivar a curiosidade, contribuir com a motivação favorecendo assim a aprendizagem dos alunos.

As aulas práticas foram distribuídas em uma parte das aulas teóricas disponibilizadas pelos professores para realizar a intervenção que foi realizada no período de março a junho de 2015 e de agosto a novembro de 2015, no segundo semestre de 2016 e

primeiro semestre de 2017. Houve um intervalo de seis meses desde o início da intervenção inicial para a conclusão das atividades com os alunos do ensino médio, no entanto, com os alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas foram decorridos dois meses desde o início até as conclusões das atividades propostas para os mesmos.

A metodologia utilizada durante a elaboração desse projeto de Tese e os seus resultados estão apresentados nos próximos capítulos de maneira detalhada na forma de manuscritos.

3.2 PRIMEIRO ARTIGO - ENTENDENDO A DUREZA E QUALIDADE DA ÁGUA ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Aceito e publicado no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC na Universidade Federal de Santa Catarina em julho de 2017. Faz parte do Educapes- link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/207182>

Understanding water hardness and quality by Problem-based learning

Aline Carvalho de Freitas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
aline_freitas@ifam.edu.br

Juliana Marzari Rossato

Universidade Federal de Santa Maria
julianamrossato@gmail.com

João Batista Teixeira da Rocha

Universidade Federal de Santa Maria
jbtrocha@yahoo.com.br

Resumo

Discutir a qualidade da água é imprescindível, pois ela é necessária na maioria das atividades do cotidiano e vital aos organismos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver práticas relacionadas à qualidade e usos da água, utilizando a aprendizagem baseada em problemas, visando contribuir na formação contextualizada de estudantes do curso de Ciências Biológicas (Licenciatura). Os conhecimentos foram avaliados através de questionários, antes da realização de experimentos sobre dureza da água e após decorrido um período de dois meses. Analisou-se ainda o nível de concordância em relação a assertivas abrangendo a situação global dos usos da água. As avaliações revelam que os estudantes melhoraram a definição de conceitos depois das atividades investigativas. Durante o desenvolvimento dos experimentos demonstraram curiosidade, interesse, autonomia e capacidade de trabalhar em equipe. Considerando as respostas e atitudes dos estudantes, conclui-se que estão atentos às questões ambientais atuais e são capazes de solucionar problemas por investigação.

Palavras chave: dureza, pH, aprendizagem baseada em problemas e água

Abstract

Discuss about water quality is necessary because it is a fundamental source for the most daily activities and vital for living organisms. The main objective of this study was to develop activities related to water quality and its uses by problem-based learning to contribute for a contextualized formation of major in biology (teaching certification). The knowledge was evaluated by questionnaires before experimental activities about hardness of water, and after a period of two months. It was also evaluated if the students were in agreement with statements covering a global water use situation. Assessments reveal that students had an improvement in the definition of concepts after investigative activities. They showed curiosity, interest, autonomy and skills to work as a team. Considering the answers and attitudes from students, we conclude that they are aware to current environmental issues and are able to solve problems by investigation.

Key words: water hardness, pH, problem-based learning and water

3.2.1 Referencial teórico

A água é um elemento essencial e indispensável à manutenção da vida, não apenas por suas características peculiares, mas pelo fato de nenhum processo metabólico ocorrer sem a sua ação direta ou indireta (REBOUÇAS, 2002). O suprimento de água doce de boa qualidade é necessário para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos dos nutrientes no planeta (TUNDISI, 2003; FRANCO, 2007). Entretanto, a contínua liberação de substâncias de ocorrência natural e manufaturada no ar, na água e no solo, compromete a qualidade destes recursos ambientais. (ROCHA, et al., 2005).

Um dos fatores que interfere na qualidade da água é a dureza, decorrente do cálcio associado ao bicarbonato (HCO_3^-), o qual se transforma em carbonato de cálcio (pouco solúvel), por aquecimento ou elevação do pH (PÁDUA, 2006). Os principais íons metálicos que conferem dureza à água são o cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), associados ao íon sulfato (SO_4^{2-}) (MOREIRA, 2001). O Ministério da Saúde (MS), através da Portaria 2914/2011-Anexo X, estabelece que o limite de dureza em água para abastecimento, no Brasil, é de no máximo 500 mg CaCO_3/L .

O pH é outro fator de extrema utilidade na avaliação da qualidade da água, pois a dureza interfere na variação do pH. A escala de pH é logarítmica e apresenta uma razão inversa da

concentração de íons de hidrogênio $[H^+]$. O aumento de $[H^+]$ reduz o pH, tornando o meio mais ácido (LEHNINGER et al., 2002). O MS recomenda, através da Portaria N° 518, de 25 de Março de 2004, um pH na faixa de 6,0 a 9,5 da água para consumo humano. Alterações abruptas do pH podem estar associadas à presença de resíduos industriais (ESTEVES, 1998), comprometendo o ecossistema atingido.

Discutir com os alunos, em todos os níveis escolares, sobre o papel da água na natureza e a sua qualidade é fundamental para a formação de cidadãos críticos e responsáveis. A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma metodologia que tem como princípio usar problemas do cotidiano como ponto de partida para a aprendizagem (KILROY, 2004). Pode ser aplicada à educação ambiental, trabalhando conceitos e significados, que podem se originar do aprendizado em sala de aula ou das experiências pessoais dos alunos. A utilização da temática água na ABRP pode criar condições para que o aluno possa analisar a natureza em um contexto entrelaçado de práticas sociais, parte componente de uma realidade mais complexa e multifacetada, segundo Vygotski (1991). Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar a qualidade da água através da análise das características físico-químicas, utilizando a ABRP, visando contribuir na formação contextualizada de estudantes de graduação, do curso de Ciências Biológicas, como futuros professores.

3.2.2 Procedimentos metodológicos

Utilizou-se como metodologia de trabalho a ABRP, cujo foco principal foi o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas, integrando os conteúdos de Química e Biologia. Participaram do trabalho 25 (vinte e cinco) estudantes do segundo semestre do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria.

Para gerar uma situação-problema, inicialmente, realizou-se a aplicação de um questionário semi-estruturado, constituído por quatro questões investigativas, para analisar os conhecimentos prévios dos estudantes (pré-teste) sobre características que interferem na qualidade da água (Figura 1). Para responder uma dessas questões, os alunos tiveram que observar três amostras de água, armazenadas em frascos plásticos, transparentes e com tampa. Levando em consideração apenas as características físicas das amostras, deviam escolher qual delas consideravam mais adequada para o consumo.

Posteriormente, duas atividades práticas (intervenção metodológica) foram realizadas, ao término do pré-teste, para buscar solucionar a questão problema: como determinar os parâmetros que estão diretamente relacionados com a qualidade da água potável (pH e

dureza). Os alunos foram separados em grupos e cada um recebeu duas soluções, identificadas apenas como amostra de sal X e amostra de sal Y (4 mL de cada solução). As soluções iniciais (soluções mãe) das amostras foram previamente preparadas: a amostra X continha 40 mL de cloreto de sódio (NaCl) e a solução Y continha 40 mL de carbonato de cálcio (CaCO₃), ambas com concentração de 1 molar. Além das soluções, forneceu-se tubos de ensaio, fitas medidoras de pH, detergente líquido e água destilada. Os alunos foram orientados a realizar diluições seriadas das soluções iniciais, com água destilada, na proporção de 1:3, e utilizar os materiais disponíveis para avaliá-las. Os resultados de todas as atividades experimentais foram discutidos em grupo e com o professor. A avaliação foi constante, a partir da participação e do interesse, elaboração de relatório contendo um resumo das atividades, incluindo as principais conclusões e uma avaliação crítica, na qual puderam escrever livremente o que gostaram e o que não gostaram.

Depois de decorrido dois meses da intervenção metodológica, os alunos responderam individualmente o pós-teste, composto pelas mesmas quatro perguntas do pré-teste. Os resultados dos pré e pós-testes foram avaliados conforme a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2006), na qual as respostas são categorizadas de acordo com a frequência de ocorrência, com o objetivo de demonstrar as ideias representativas. Aplicou-se ainda um questionário composto por 10 assertivas com uma escala de resposta variando de 1 a 5, abrangendo os usos da água no Brasil e no mundo (Figura 2). Um maior número de respostas entre 4 e 5 indicam maior conhecimento a cerca da temática trabalhada. Determinou-se o *score médio*, através do cálculo de avaliação da média das respostas, representado pela equação $x.w/n$, onde x corresponde ao peso da opção de resposta; w é contagem de respostas por opção de resposta; e n representa o número total de estudantes.

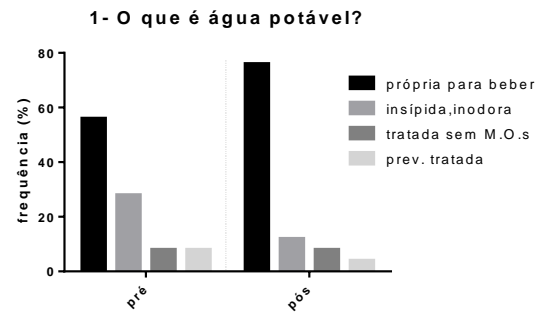
3.2.3 Resultados e discussão

As respostas do pré e pós-testes são apresentadas na Figura 1 e possibilitaram verificar se houve a consolidação do conhecimento dos conceitos fundamentais, sobre qualidade da água, após decorrido dois meses da realização da intervenção metodológica. Podemos observar que o percentual de estudantes que afirmou corretamente que a água potável é aquela designada apta para beber, na questão 1, aumentou de 56% para 76%, demonstrando uma melhora na definição deste conceito. Isto pode ser reforçado pela diminuição no item insípida e inodora, da mesma questão, de 28% para 12%, visto que estas propriedades estão incluídas na opção “própria para beber”. Por outro lado, a questão 2 demonstra confusão nas respostas dadas. O percentual de estudantes que afirmou que ferver a

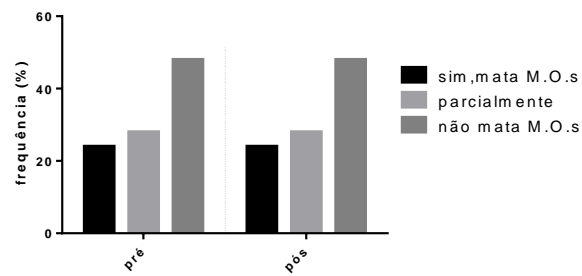
água não mata os microrganismos (48%), ou mata parcialmente (28%) manteve-se no pré e pós-testes. Na questão 3, verificou-se que os estudantes tiveram dúvidas ao tentar comparar as amostras de água apenas através da observação das características físicas, mesmo sendo permitido que os alunos abrissem os frascos de água. Das três principais propriedades da água (incolor, inodora e insípida), os alunos não puderam perceber apenas o gosto. No entanto, os estudantes julgaram que uma amostra de água apresentando inicialmente aparência límpida seria a mais apropriada para o consumo, sem levarem em conta a presença de possíveis patógenos que podem estar presentes e que não são visualmente identificados, a não ser pela realização de testes químicos e microbiológicos. Na questão 4, verifica-se no pós-teste um aumento considerável na resposta correta, sobre a composição de uma água dura, demonstrando melhora na consolidação desse conceito.

Na intervenção metodológica, os alunos primeiramente separaram, ordenaram e numeraram 5 tubos de ensaio para realização de diluições seriadas, conforme orientado. Os alunos realizaram variadas determinações do pH das amostras dos sais X e Y e das suas diluições, utilizando fitas medidoras, anotaram e compararam os dados obtidos no grupo e entre os outros grupos. Os valores observados pelos grupos estão na Tabela 1. Os alunos verificaram que a diluição do sal X causou uma diminuição moderada do pH, tornando-se levemente mais ácida, nos grupos A e C, e imperceptível no grupo B. Da mesma forma, a solução Y apresentou pouca variação no pH, tornando-se moderadamente mais alcalina, situação observada em todos os grupos.

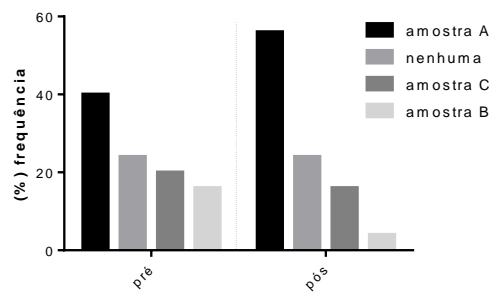
Posteriormente, os estudantes adicionaram aproximadamente 1 mL de detergente líquido nos tubos com as diluições dos sais X e Y. Para as soluções contendo o sal X, quando adicionado o detergente, não foi possível evidenciar a presença de precipitados e o líquido se manteve incolor. Quando agitados, os tubos apresentaram a formação de grande quantidade de espuma. Para as soluções contendo o sal Y, quando adicionado o detergente, foi possível evidenciar a presença de precipitados e o líquido apresentou turbidez. Quando os tubos de ensaio foram agitados, houve pouca formação de espuma, mesmo adicionando mais detergente nas soluções.



2-Ferver a água é um procedimento que a torna limpa e apropriada para beber?



3-São dadas três amostras de água: a, b e c. Quais delas você consumiria?



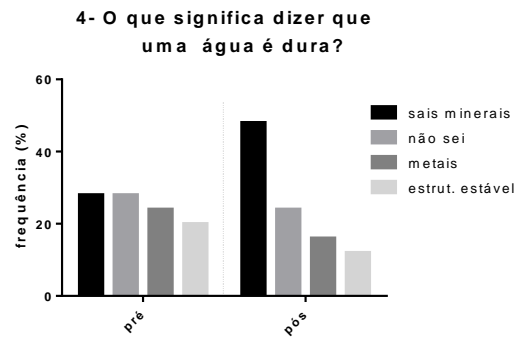


Figura 1: Questionário semi-estruturado aplicado antes (pré) e depois (pós) atividades práticas sobre a qualidade da água. M.O.s=microrganismos; Amostra A= água da torneira; Amostra B= água da torneira+suco; C= água da torneira+terra.

Sal X	Solução Mãe (Tubo 1)	Solução 2 (Tubo 2)	Solução 3 (Tubo 3)	Solução 4 (Tubo 4)	Solução 5 (Tubo 5)
Grupo A	6,0	6,0	5,5	5,5	5,5
Grupo B	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0
Grupo C	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5
Sal Y	Solução Mãe (Tubo 1)	Solução 2 (Tubo 2)	Solução 3 (Tubo 3)	Solução 4 (Tubo 4)	Solução 5 (Tubo 5)
Grupo A	5,5	6,0	6,5	6,5	6,7
Grupo B	5,0	5,5	5,5	6,0	6,5
Grupo C	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0

Tabela 1: Medidas das variações do pH observadas pelos alunos para as soluções X (NaCl) e Y (CaCO₃) e diluições.

Considerando as observações do primeiro e do segundo experimento, os estudantes conseguiram concluir que na solução X havia um sal solúvel em água, permanecendo incolor em todas as concentrações. Para a solução Y, perceberam que havia um precipitado de sais e, portanto, não era totalmente solúvel em água. Além disso, o líquido apresentava uma coloração esbranquiçada, que diminuía conforme a diluição. Todas as diluições da solução X formaram bastante espuma, enquanto que apenas o tubo com a solução Y mais diluída formou pouca espuma. Como forma de contextualizar, pediu-se que comparassem as reações, formação de espuma e o poder de limpeza, entre estas soluções e o sabão, com a água que utilizam nas suas residências. Os estudantes testaram as soluções lavando as mãos e comprovaram a ineficiência da solução Y para esta finalidade. As percepções dos estudantes quando utilizaram a solução Y foram: ao toque dos dedos ficou escorregadia, não limpou direito e de que água era densa. A solução X, por outro lado, em qualquer concentração, foi

possível realizar a higienização das mãos. Ao final dos experimentos foi dito que uma das soluções continha íons de cálcio (Ca^{2+}) e que a outra continha íons de sódio (Na^+). A partir destas informações os alunos conseguiram associar que o Na^+ está presente no sal de cozinha e também é solúvel em água. Portanto, concluíram que a solução X continha sódio. Da mesma forma, associaram a presença de cálcio na solução Y e que as características apresentadas por ela conferem propriedade de dureza. Outra característica evidenciada foi a pouca variação do pH. Esta observação está de acordo com o que afirma Moreira (2001) sobre a dureza, que é uma propriedade que possibilita a capacidade de resistir as alterações de pH. A manutenção do pH é uma característica essencial para a homeostase dos organismos, especialmente em ambientes aquáticos, onde os seres vivos requerem uma taxa de acidez adequada na água. Segundo Baird (2004), a acidez exagerada pode ser indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo humano, devido à elevada dureza.

Após as atividades práticas e discussões entre os grupos e os tutores, os estudantes fizeram um relatório expondo as principais conclusões sobre as atividades. Exemplos de respostas são apresentados na Tabela 2. Um dos estudantes salientou que a dureza pode ser um problema socioeconômico e ambiental. A água “dura” não representa problemas quanto à potabilidade, porém apresenta sabor desagradável (salobra). Nas indústrias representa um problema que precisa ser tratado, pois, em temperaturas elevadas, esses minerais tendem a formar incrustações, sendo perigoso para as caldeiras e equipamentos. Da mesma forma, nas residências, pode reduzir o tempo e vida útil de máquinas de lavar. Além disso, tendem a reagir com sabões e detergentes, reduzindo suas funções (FIGUEIREDO, 2002). Discutiu-se que o problema de dureza na água pode ser resolvido com abrandamento por precipitação química, pela adição de cal (CaO) e carbonato de sódio (Na_2CO_3).

Argumentações dos alunos

A1: *“Um dos elementos utilizados para diferenciar os sais foi o detergente, que, em contato com um sal específico criava mais espuma. A que formou espuma com o sabão é uma solução de água mole com presença de sal incolor. A solução que formou mínima quantidade de espuma é uma solução de água dura e tem provavelmente a presença de sal CaCO_3 .”*

A2: *“A dureza da água é um problema socioeconômico e ambiental .”*

A3: *“Após o término dos experimentos foi possível concluir que a qualidade da água não pode ser medida apenas por questões de aparência, a água devidamente potável deve ser insípida, incolor e inodora, e*

apresentar adequado valor de pH e minerais na mesma.”

Tabela 2: Argumentação dos estudantes em relação à dureza afetar a qualidade da água.

Os estudantes também puderam avaliar criticamente as atividades realizadas expondo de forma livre a sua opinião. A Tabela 3 apresenta citações das falas de alguns alunos a respeito da opinião sobre as atividades realizadas.

Argumentações

A1: *“Foi uma boa metodologia porque saiu da rotina de uma aula programada. A professora deu liberdade para que solucionássemos o problema da maneira em que os alunos achassem mais apropriado. Achamos que mais professores deveriam usar esse método já que estamos acostumados a receber tudo pronto e não nos esforçamos para pensar”.*

A2: *“Muito interessante e esclarecedor, também gostei de como a aula foi dada de modo que nós alunos fomos instigados a resolver os problemas ao longo do experimento.”*

A3: *“Participamos da aula ativamente de modo que nós fizemos o nosso próprio roteiro, com ideias que tivemos a partir do material disponibilizado. Além de que neste experimento podemos levar para nossa vida no dia a dia no reconhecimento da qualidade da água”.*

Tabela 3: Avaliação dos estudantes das atividades realizadas.

A Figura 2 apresenta as respostas dos alunos (n=25) para as dez afirmativas sobre água e meio ambiente. As questões 5, 7, 10, 1 e 2, foram as que tiveram um maior score médio de concordância (4,68; 4,48; 4,08; 4 e 3,88 respectivamente). Estas afirmativas estão relacionadas à disponibilidade de água no mundo e aos fatores que afetam o seu uso e consumo como, por exemplo, o aumento da produção industrial nos países. A questão 9 gerou grande variação nas respostas, indicando possivelmente desconhecimento sobre alguns dos fatores, como características dos agentes etiológicos, os ciclos de transmissão e vetores, que contribuem para a proliferação das doenças indicadas. Em relação à questão 6, a assertiva afirma corretamente que o aumento no consumo de água está associado ao aumento da temperatura. No entanto, a segunda afirmativa contradiz a informação dada na primeira, mostrando uma relação inversa de consumo de água em regiões tropicais e regiões de clima frio. Neste caso, a resposta esperada é representada por um score baixo (discordância). Verificou-se que 15 alunos responderam entre 1 e 2, sendo o score médio para a questão igual a 2,4. Os estudantes demonstraram, portanto, que estão atentos às questões globais que envolvem os recursos hídricos, incluindo atividades antrópicas que acabam por direta ou indiretamente interferindo no uso, disponibilidade e qualidade da água. Estes conhecimentos

são importantes para formação de senso crítico aguçado, de responsabilidade social e de futuros profissionais atuantes no seu meio.

Afirmações	Respostas					Média dos scores
	1	2	3	4	5	
1. A produção agrícola é responsável pelo uso de quase 70% da água doce disponível mundialmente para abastecimento.	0	3	6	4	12	4
2. Dos 2,5% de água doce do planeta, cerca de 15% estão no Brasil.	0	0	6	16	3	3,88
3. 20% da população mundial habita regiões semi-áridas.	0	5	10	9	1	3,24
4. No Brasil, o consumo médio diário por pessoa é de 170 litros de água.	2	1	8	10	4	6,77
5. Fatores que afetam o consumo de água em uma cidade são: a taxa de crescimento populacional; as características da cidade (turística, comercial ou industrial), os tipos e as quantidades das indústrias, o clima, hábitos e situação socioeconômica.	1	0	0	4	20	4,68
6. O clima pode influenciar no consumo de água, quanto mais quente a região, aumenta o consumo. O consumo diário per capita varia de 300 litros para clima semi-frio e úmido até 150 litros para clima tropical e muito seco.	7	8	5	3	2	2,4
7. O consumo de água tende a aumentar conforme os países se industrializam, trazendo como consequência uma maior emissão de diversos poluentes, como material particulado e poluentes orgânicos persistentes.	1	0	0	9	15	4,48
8. A poluição dos cursos d'água pode resultar, para o homem, em doenças de veiculação hídrica, que representam cerca de 80% das doenças diagnosticadas em seres humanos.	0	1	11	9	4	3,64
9. Alguns exemplos de doenças causadas por vias hídricas são: amebíase, giardíase, hepatite infecciosa, cólera e verminoses, como a esquistossomose, malária, hanseníase e a teníase.	9	7	5	1	3	4,11
10. Termos muito utilizados nos dias atuais como "estresse hídrico" e "escassez de água" estão diretamente ligados à relação população-água.	1	1	5	6	12	4,08

Scores: 1=discordo plenamente, 2=discordo parcialmente, 3=nem concordo nem discordo, 4=concordo parcialmente, 5=concordo plenamente

Figura 2: Perguntas e respostas do questionário investigativo dos conhecimentos gerais sobre meio ambiente dos estudantes de graduação (n=25).

Os alunos conseguiram identificar a qualidade da água, avaliando parâmetros físico-químicos explorados através das atividades experimentais desenvolvidas. Demonstraram autonomia para resolver a situação-problema levando em conta os conhecimentos prévios e construindo novos conhecimentos a partir das experiências realizadas. No entanto, verifica-se a necessidade de desenvolver atividades abordando também parâmetros microbiológicos, visto as respostas observadas nas questões do pré e pós-teste e nas assertivas sobre eliminação de microrganismos da água e doenças de veiculação hídrica, respectivamente. As características microbiológicas são fatores de extrema importância devido aos problemas de saúde pública gerados pela falta de saneamento básico, poluição dos recursos hídricos e uso inadequado da água. A construção da consciência de responsabilidade para a preservação e uso racional da água envolve o conhecimento das suas propriedades (físicas, químicas e microbiológicas), que devem ser trabalhadas de forma integrada, para evitar que os alunos tenham uma percepção fragmentada do meio ambiente. Realizar a análise da água através da problematização foi importante porque permitiu contextualizar algo da realidade dos alunos. Nas discussões, eles

perceberam a necessidade de seguir os padrões de potabilidade da água como forma de assegurar a sua qualidade.

3.2.4 Considerações finais

Desenvolvendo as atividades de maneira colaborativa, os alunos tiveram um acréscimo no processo de aprendizagem, pois a metodologia proposta constrói sua base na interação que ocorre no decorrer de toda a atividade. Este propósito também é reforçado por Lambros (2004), o qual destaca que o trabalho realizado em pequenos grupos de alunos possibilita que alcancem os objetivos propostos. A curiosidade serviu de motivação para tentar encontrar as soluções para os desafios lançados pelo professor tutor. Durante os experimentos, quando não obtiveram êxito, avaliaram as etapas do desenvolvimento buscando possíveis falhas no processo. Ao desenvolver habilidades e capacidade para proceder a investigação, os alunos aprenderam a trabalhar em grupo, contribuindo assim também na sua formação individual, conforme salienta Vygotski (1991). Pretende-se que esta proposta inicial de intervenção seja desenvolvida futuramente em outros níveis educacionais.

Agradecimentos e apoios

Instituto Federal do Amazonas e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas

3.2.5 Referências bibliográficas

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora, 2006.
- BRASIL, 2004. Portaria Nº 518, de 25 de Março de 2004. Ministério da Saúde.
- BRASIL, 2011. Portaria Nº 2914, de 12 de Dezembro 2011-Anexo X. Ministério da Saúde.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FIGUEIREDO, R. M.; **Programa de Redução de Patógenos e Padrões e Procedimentos Operacionais de Sanitização**. Coleção Higiene dos Alimentos- vol 01. São Paulo: Manole, 2002.
- FRANCO, R. M. B.. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. **Revista Panamericana de Infectologia**, 9(1), p. 36-43, 2007.
- KILROY, D.A. 2004. Problem based learning. **Emergency Medicine Journal**. 2004, 21: 411–413.
- LAMBROS, A. Problem-Based Learning. In: **Middle and High School Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation**. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2004.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2002. 975 p.
- MOREIRA, R.M. **Alocação de recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Dissertação de mestrado (Engenharia civil). COPPE/UFRJ. 2001. 119 p.

PÁDUA, H. B. Águas com dureza e alcalinidade elevadas conceitos e comportamentos ambientais observações iniciais na Região de Bonito/MS.

registro de dados – 2001 Disponível em:
<www.aprappesq.com.br/apostila_helcias.doc>. Acesso em: out.2016.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 269-324.

ROCHA, E.C.; CANTO, J.L.; PEREIRA, P.C. Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL. **Ambiente & Sociedade**, v.8, n.2. 2005.

TUNDISI, J.G. Água no século XXI: Enfrentando a escassez. Editora Rima, São Paulo. 247 pp., 2003.

VYGOTSKI. L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

3.3. SEGUNDO ARTIGO - A IMPORTÂNCIA DA TEMÁTICA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Aceito e publicado no Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa na Universidade de Chubut na Argentina em dezembro de 2017

Aline Carvalho de Freitas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul -aline_freitas@ifam.edu.br
 João batista Teixeira da Rocha - Universidade Federal de Santa Maria - jbtrocha@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido em um Campus do Instituto Federal do Norte do País, com alunos do segundo ano do curso técnico integrado em Edificações, buscou-se avaliar o resultado da aplicação de uma atividade de cunho experimental envolvendo a temática água, atrelado a essa atividade, também foi desenvolvido uma atividade teórico-expositiva, onde os alunos fizeram a leitura de um texto que relatava sobre as múltiplas utilidades da água, eles também anotaram as considerações que julgaram mais importantes. Foi realizada inicialmente uma entrevista com o quantitativo de 10% do número de alunos, n= 20 e aplicou-se inicialmente um pré questionário para verificar os conhecimentos prévios dos alunos, em seguida, foram realizadas análises de parâmetros físico-químicos (cor, turbidez, dureza, pH, e amônia) da água que consomem em suas casa e interpretação dos dados obtidos. Ao final das atividades, os alunos responderam um pós questionário, contendo as mesmas perguntas do questionário inicial. Ao realizar esse conjunto de atividades distintas abordando a temática água, pode-se avaliar se a aprendizagem foi significativa contribuindo com o processo de formação de alunos do ensino médio, visando formar cidadãos críticos e que possam interferir de maneira positiva e significativa no seu meio.

Palavras-chave: conhecimentos prévios, análise de água e pH

ABSTRACT

This study was developed on the campus of Federal Institute of North of the country, with second year students of the course, integrated technique in buildings, in search to evaluate the result of the application of a character activity of experiment involved in heated water, in addition to this activity, a theoretical exposure was developed, where students read a text that was related to multiple use of water. They also noted some considerations that were judged to be more important. Initially, an interview with about 10% of the students out of the total number of 20 was realized, and a pre-questionnaire was applied to verify the previous knowledge of the students, followed by realizing physico chemical parameters- analyses (colour, turbidity, toughness, pH and ammonia) of water consumed in their houses and interpretation of obtained datas. At the end of these activities, the students responded to the post-questionnaire, which has the same content as the pre-questionnaire. To realize together the distinct activities surrounding heated water, it can be evaluated that learning contributed significantly to the knowledge of high school students aiming at forming critical citizens and this can interfere in a positive and significant way in their environment.

Key words: previous knowledge, water analysis and pH

3.3.1 Introdução

Não existe em nosso planeta formas de vida que consigam sobreviver sem o uso da água, sendo essa de fundamental importância para o equilíbrio ecológico em diferentes ecossistemas; além de desempenhar papel importante no desenvolvimento sócio econômico da espécie humana. (AZEVEDO, 1999; BAIRD, 2002; SILVA et al 2013). Segundo Spiro (2009), a qualidade da água representa uma questão tão relevante quanto à quantidade de água. A poluição e os desperdícios da água são um dos impactos ambientais mais prejudiciais à saúde dos seres vivos; e os fatores que mais influenciam o desencadeamento da poluição são: o crescimento populacional, o processo de urbanização gerado pela industrialização a falta de preocupação com recursos naturais. Nesse aspecto também se encontra a chamada cultura do desperdício, o qual foi gerado com o crescente aumento populacional das últimas décadas, e é proporcionado pelo modo de vida capitalista, que implica na elevada retirada de recursos naturais do planeta (ALCANTARA, 2009). Embora a maior parte do suprimento de água usada pelo homem em todas as atividades seja devolvida ao ambiente, após o uso sua qualidade é efetivamente degradada.

O interesse deste trabalho, apresentado ao 8º EIAS, foi investigar por que a preocupação com os usos múltiplos da água e a questão da escassez da mesma, que é importante de ser discutida, tanto em vista que vem ganhando importância nas discussões sobre o meio ambiente em todas as nações e em muitas entidades, a necessidade de conscientização dos alunos buscando identificar se há uma consciência acerca dos usos da água e qual o nível dessa conscientização. Tendo como base este preâmbulo introdutório, seguiu-se o estudo delimitando-se os procedimentos metodológicos necessários à pesquisa.

3.3.2 Fundamentação teórica

Segundo Ausubel (1980, 2000), o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do novo material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele parte da premissa de que existe na mente do indivíduo uma estrutura na qual a organização e a integração se processam: é a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um indivíduo e sua organização, ou o conteúdo e a organização de suas ideias, em uma determinada área de conhecimento.

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente

claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como “ancoradouro” para as novas ideias, conceitos ou proposições. (AUSUBEL, 1978, p. 154 e 155)

A aprendizagem significativa é um processo de construção pessoal de significados, tem um caráter idiossincrático que determinará o modo como o indivíduo se relacionará com o meio ou, nas palavras de Novak (2000), o seu modo de sentir, de pensar e de agir. Dessa maneira, a aprendizagem significativa de um determinado corpus de conhecimento corresponde à construção mental de significados por que implica uma ação pessoal - e intencional - de relacionar a nova informação percebida com os significados já existentes na estrutura cognitiva. Quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade.

O verdadeiro significado de aprendizagem significativa aponta para o papel do professor e do aluno no processo de ensino e de aprendizagem. Ou seja, se a aprendizagem significativa de um determinado corpus de conhecimento instrumentaliza o indivíduo para intervir com autonomia na sua realidade, é essencial que o professor esteja comprometido com a aprendizagem do aluno e este, por sua vez, com sua própria aprendizagem. É por esta razão que fica posto que ensino e aprendizagem não possuem relação direta de causa e efeito. O bom ensino é aquele que, tendo sido organizado em função das especificidades do conhecimento que se deseja aprendido e do seu público alvo, garantiu o compartilhamento de significados captados (GOWIN, 1981) e favoreceu a ocorrência de aprendizagem significativa por parte do aluno.

Para Lemos (2003), neste processo, professor e aluno têm responsabilidades distintas. O primeiro deve: a) diagnosticar o que o aluno já sabe sobre o tema; b) selecionar, organizar e elaborar o material educativo; c) verificar se os significados compartilhados correspondem aos aceitos no contexto da disciplina e d) rerepresentar os significados de uma nova maneira, caso o aluno não tenha ainda captado aqueles desejados. O aluno, por sua vez, tem a responsabilidade de: a) captar e negociar os novos significados e b) aprender significativamente.

O professor e a escola tem um papel muito importante, enquanto mediadores do conhecimento. Apesar da escola haver deixado o posto de detentora de todo conhecimento, conforme ocorria em outros tempos, sua função tornou-se tarefa ainda mais complexa e genuína, visto que, da forma tradicional, a escola apresentava o conhecimento aos alunos e

esses, por sua vez, tinham o dever de apreender e absorver os conteúdos (LIBÂNEO, 2005). Atualmente o aluno chega ao ambiente escolar com algo mais. Deixou de ser uma tábua rasa e vazia e, atualmente, são “bombardeados” por diversas informações trazidas pela mídia em geral (FREIRE, 1981). Desse modo, a função da escola no cenário analisado deve ser de investigar primordialmente os conhecimentos dos alunos e trabalhar com base no resultado dessa investigação, ao passo de servir como mediador entre o aluno e o conhecimento, para então ratificar e/ou complementar os aprendizados corretos e retificar/desmistificar aqueles conhecimentos equivocados arraigados na mente dos estudantes (LOPES, 1999).

O desenvolvimento cognitivo é assim um processo dinâmico, em que novos e velhos significados interagem constantemente, proporcionando uma estrutura cognitiva cada vez mais organizada e sofisticada, em uma estrutura hierárquica encabeçada por conceitos e proposições mais gerais, seguidos de conceitos menos inclusivos até alcançar dados e exemplos mais específicos. (MOREIRA, 2006).

A água é um bem imprescindível para os seres vivos, fundamental nos processos biogeoquímicos da Terra e portanto, é um tema importante para ser abordado em sala de aula, a fim de sensibilizar os alunos sobre os desperdícios de água potável que ocorrem na comunidade onde vivem; sobre o uso da água potável como um bem não renovável e a partir da ressignificação dos saberes dos alunos. Com o intuito de (re)significar a aprendizagem e contribuir na formação de cidadãos conscientes e participantes, devemos realmente ensinar o caminho do aprendizado concreto, para que compreendam os fatos colocados em pauta por nós, educadores.

3.3.3 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido apenas com uma turma, pois o intuito não era o de comparar resultados das atividades, ou comparar a aplicação dessas atividades com uma aula convencional. O objetivo foi de avaliar as atividades desenvolvidas, visando à produção de um texto impresso que desafiasse o professor a buscar diferentes metodologias de trabalho e servisse para subsidiar, posteriormente, o trabalho de professores sobre a temática da água. A atividade foi subdividida em aulas práticas e aulas teóricas para serem bem melhor aproveitadas pelos alunos, com o intuito de que os mesmos se envolvessem na execução de cada etapa da atividade e participassem ativamente, sendo os precursores dos experimentos. As aulas teóricas serviram como suporte ou base ao novo conhecimento, pois este conhecimento deve ser transmitido, mesmo que signifique um processo mecânico de

aprendizagem, podendo a aula ser enriquecida com as opiniões dos alunos sobre determinados assuntos (conhecimentos prévios).

A análise dos parâmetros físico-químicos da água foi realizada através da técnica de colorimetria, empregando o kit de potabilidade da água da alfakit. Esse kit é de fácil manuseio e permitiu a partir de seus reagentes, detectar a concentração de dureza, amônia e o pH na água. A portaria nº 2914, do Ministério da Saúde, é a que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Vale ressaltar, que os próprios alunos realizaram as análises na água e discutiram entre si os resultados das mesmas. Para verificar a propriedade de dureza na água, foi adicionado cloreto de cálcio em uma solução contendo 50 mL de água e os alunos tiveram que testar essa solução com sabão.

O professor é o protagonista das ações em sala de aula, seu protagonismo só é possível se levar em conta a participação do aluno, no processo de ensino e aprendizagem, eles tem papel muito importante. Ao planejar as suas aulas o professor deve ter em mente que ministrará aulas para uma turma heterogênea e que cada aluno tem sua forma de pensar e de agir. Antes de ensinar um novo conteúdo aos alunos, deve-se averiguar se os mesmos apresentam subsunçores específicos, se são suficientes para o assunto objetivado ou se estes devem ser criados pelo professor (MOREIRA et al., 1982). Para descobrir o que os alunos já haviam aprendido sobre o assunto, foi aplicado um pré-questionário (n=20) e entrevistas com um grupo de alunos (n=4), selecionados aleatoriamente.

3.3.4 Resultados e discussão

Após as discussões, observamos que os alunos ficaram surpresos em imaginar o quanto a água é essencial nos processos físico-químicos e biológicos que ocorrem na natureza, não pensaram apenas enquanto uma substância comum do cotidiano, quando foi perguntado sobre a água enquanto alimento, o aluno respondeu que “Sim professora, pois a água é vida na verdade, sem a água não conseguimos viver, então por esse fato a água é uma coisa muito importante”

De acordo com as entrevistas verificou-se que houve aprendizagem significativa durante as aulas, mostrando que assimilaram o principal destas, pois dentre as falas dos alunos a respeito da importância e conservação da água, inicialmente apresentaram opiniões muito amplas e com o decorrer das atividades, após os experimentos, discussões e leituras ao responder o pós questionário os alunos conseguiram identificar o quanto a atividade antrópica

influencia no seu próprio meio, o quanto se faz necessário preservar a natureza e utilizar bem nossa água, aprenderam a identificar se o ambiente está livre de algum tipo de poluição, o que não sabiam antes. Interessaram-se até pelo que não era objetivado, que foi mensurar a quantidade de água que desperdiçam em suas casas, durante o banho ou até mesmo no simples ato de escovar os dentes. Nas entrevistas, ficou notória ainda a preocupação dos alunos com as questões ambientais e os problemas que podem ser acarretados pelo uso de água de má qualidade, como por exemplo, a veiculação de doenças, que muitas vezes pode até matar a pessoa acometida.

Ao realizar a análise das amostras de água oriundas das suas casas e do poço artesiano da escola ficou constatado que os valores encontrados estavam de acordo com os valores padrões preconizados pelo Ministério da Saúde, com exceção de uma amostra de água trazida por uma aluna, que afirmou que morava em um bairro recém habitado e que os poços apresentavam uma água “estranha”, tendo de serem abastecidos por carros-pipa, a concentração de dureza de água na amostra trazida por ela foi de 100mg/L de CaCO_3 e portanto, uma água dura. Na solução que foi adicionado o cloreto de cálcio, os alunos observaram que não houve a formação de espuma e concluíram que provavelmente o metal cálcio poderia está causando mudanças no sistema e não deixava o sabão reagir com a água. Avaliando as respostas dos pré e pós teste (Gráficos 1, 2, 3 e 4), notamos algumas mudanças significativas, do ponto de vista dos alunos, pois inicialmente não sabiam definir e distinguir os parâmetros que podem estar relacionados à qualidade da água, a dureza foi um parâmetro determinante para a utilização ou não da água, pois corpos de água com grandes quantidades de sais minerais depositados causam mudanças no aspecto e portanto, podem vir a interferir na qualidade da mesma. As respostas possibilitaram verificar se houve a consolidação do conhecimento dos conceitos fundamentais, sobre a qualidade da água, principalmente envolvendo o parâmetro de dureza, após três meses da realização dos experimentos ficou aplicado o pós teste.

Podemos observar que o percentual de estudantes que afirmou corretamente que a dureza da água está relacionada com a presença de sais minerais dissolvidos na mesma, aumentou de 5% para 10% e aumentou de 0,0% para 20% que se tratava de metais presentes na água, na questão 1. Quando questionados, como seria possível determinar se uma água era dura, aumentou de 10% para 25% que era através de testes químicos e de 0% para 50% que através da realização de experimentos se encontra a dureza da água, demonstrando uma melhora na definição deste conceito. Com relação a importância da água e a sua qualidade sofrer alterações devido ao parâmetro de dureza, inicialmente foram unânimes (80%)

afirmaram que a água é essencial para a nossa sobrevivência, aumentou de 5% para 80% que a qualidade de uma amostra de água está relacionada inversamente com a concentração de dureza da mesma, ou seja, quanto mais dura, maior a concentração de sais de metais dissolvidos e portanto menor a qualidade da água. Quando questionados sobre quais os metais que estavam propiciando a água o caráter de dureza, afirmaram quase que imediatamente, o metal ferro é que deixava a água dura, talvez pela robustez e maleabilidade do mesmo (pré teste) e enquanto que a presença de cálcio e sódio, aumentou de 0% para 25%, tendo ainda que considerar que antes não falaram dos sais minerais como possíveis interferentes, ao final, 10% dos alunos citaram os sais minerais como fator relacionado a esse parâmetro. Abaixo, os gráficos relativos às perguntas do pré e pós testes e em seguida as tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentando recortes das principais falas dos alunos nas entrevistas realizadas.

Gráfico 1

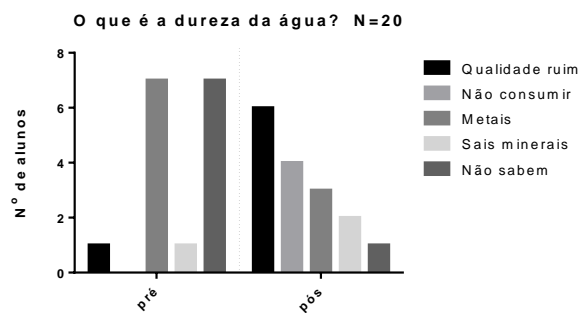


Gráfico 2

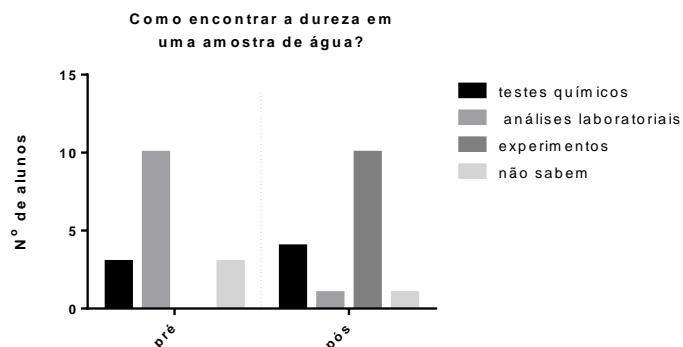


Gráfico 3

Qual a importância da água para você? Existe relação entre qualidade e dureza da mesma

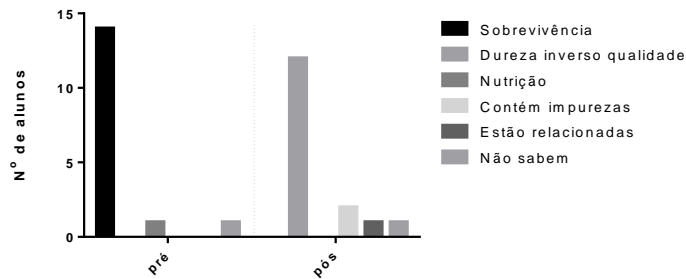


Gráfico 4

Que metais causam dureza na água?

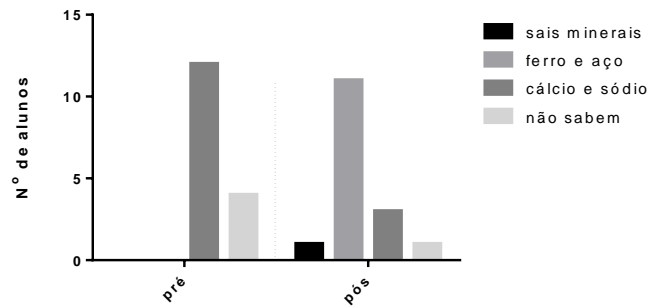


Tabela 2. Parte das transcrições das falas dos alunos sobre a água enquanto alimento.

PERGUNTA 1 - A água é alimento?

ALUNO (código)	Respostas
A1	“Eu acho assim, que a água é um alimento, pois a água é tudo na nossa vida para falar a verdade”.
A2	“Eu acho que sim, eu penso que como a água é fonte de vida né. Tipo assim, eu vou dá um exemplo quando estou com fome eu tomo bastante água para aliviar quando a fome é muita”.

Tabela 3. Parte das transcrições das falas dos alunos sobre a poluição da água.

PERGUNTA 2 - Por que existe tanta poluição da água?

ALUNO (código)	Respostas
A1	“Bom as pessoas vale mais das pessoas que não tem consciência e jogam lixo muito na água e isso acaba causando muita poluição na água”
A2	“Eu acho que tem muita poluição devido o fato das pessoas não saberem muito o que é a água, não terem estudos sobre a água, se todos nós tivéssemos um pouco desse estudo não faria nada que pudesse prejudicar a água, porque fazendo assim estamos prejudicando a nossa saúde e prejudicando a nós mesmos”
A3	“A falta de consciência das pessoas, de crescer e querer só lucrar”
A4	“Uso indevido, porque as pessoas agora não tem consciência, acham que tem bastante e na realidade nem tem, elas estão acabando e quando verem nem vai ter mais”

Tabela 4. Parte das transcrições das falas dos alunos sobre doenças provenientes da água.

PERGUNTA 3 - A água pode vir a transmitir doenças?	
ALUNO (código)	Respostas
A1	“Sim, dengue, ameba que fala né. amebíase”
A2	“Sim, professora, tem muitas doenças, a dengue, a chikungunha”
A3	“Sim, pode ser a diarreia, as vezes você sente assim diarreia, aquela dor e a diarreia, a última coisa que imagina é que possa ter vindo o problema através da água”.
A4	“Pode isso já influencia mais no armazenamento indevido da água, ou seja, a dengue assim como a água nos beneficia ela também pode nos prejudicar”

Tabela 5. Parte das transcrições das falas dos alunos sobre a água do tema água.

PERGUNTA 4 - É importante trabalhar assuntos relacionados a água?	
ALUNO (código)	Respostas
A1	“Eu acho que sim, assim a gente ver que a água, não se pode poluir, através da obtenção desse conhecimento”
A2	“Sim, professora. É muito importante porque tipo sugere a pessoa se interesse pelo assunto, mas pode até influenciar, porque gastamos muito sem necessidade”
A3	“Acho sim, porque só assim a gente fazendo a pesquisa agente tenta mostrar para população que é muito importante cuidar da água, preservar porque um dia ela pode acabar e sem a água não vivemos”

A partir da discussão inicial que visava averiguar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema, tal discussão foi nosso ponto de partida, pois de acordo com Paulo Freire (2005), o conhecimento prévio deve ser valorizado, pois ele provoca a promoção da ingenuidade para a crítica, podendo assim transformar o ser do saber comum ao senso crítico desenvolvendo a curiosidade, para promover um ensino crítico e significativo; é fundamental para fazer uma relação entre os conhecimentos científicos e as experiências adquiridas pelos alunos no seu dia-a-dia. A realização de atividades teóricas, com participação ativa dos alunos, e de atividades de cunho experimental, visando trabalhar a percepção sobre o mundo a sua volta, apresenta resultados positivos em relação ao aprendizado. O ensino, reforço, não é a finalidade do processo educativo, mas o meio pelo qual a aprendizagem do aluno é favorecida. Ou seja, “o aluno, com sua identidade particular, é o ponto de partida para a organização do ensino que, por sua vez, só terá sido bem sucedido se o aluno, agora como ponto de chegada, tiver aprendido significativamente” (LEMOS, 2005, p. 41).

3.3.5 Considerações finais

Para realizar esse trabalho os professores se prepararam, pesquisaram sobre o assunto, tentando relacioná-lo as mais variadas disciplinas e não de maneira fragmentada, como é feito na maioria das vezes, pois a água está diretamente relacionada aos processos biológicos dos seres vivos e se os componentes químicos presentes não estiverem adequados, interferirão no ecossistema. As atividades foram pensadas de modo que os alunos trabalhassem ativamente, mudando o seu meio e ao mesmo tempo sendo mudados pelo meio onde se situavam,

conforme Piaget (1977), que o meio pode funcionar como estímulo à aprendizagem, a qual ocorre através de descobertas que são incorporadas para compor a estrutura cognitiva, sendo mais tarde empregadas em novas situações.

Ao desenvolver as aulas práticas, não foi criado um roteiro pré-estabelecido e os alunos se sentiram motivados a realizar os experimentos naturalmente e de maneira ativa.

A aprendizagem significativa requer que o aprendiz apresente pré disposição para aprender e os materiais educativos devem ser potencialmente significativos (MOREIRA, 2011). As metodologias aqui utilizadas corroboram com a afirmação de Moreira, que a respeito do aprendiz se sentir entusiasmado em realizar as atividades e ir em busca do novo, assim contribuindo com seu desenvolvimento cognitivo. A sala de aula deve ser um ambiente que contagie os alunos, para tal, o professor pode modificar a sala, tornando-a um ambiente propício a construção do conhecimento. Além disso, trata-se de um passo importante para a escola investigar o conhecimento já presente no cognitivo de seus alunos, para poderem mediar a aprendizagem do novo conhecimento ancorado naquele mais antigo.

3.3.6 Referências

- Alcantara, V. Inserção Curricular da Educação Ambiental./ Vania Alcantara.-Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 108p
- Ausubel, D. P., Novak, J.D., Hanesian, J. Psicologia educacional. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980
- Ausubel, D. P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana. 625p., 1978
- Azevedo, E. B. Poluição VS. Tratamento de água: duas faces de uma mesma moeda, Química Nova na Escola, n. 10, p.21-25,1999
- Baird, C. Química Ambiental. 2ªed.trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera Porto Alegre: Bookman, 2002
- Freire, P. (1981). Educação e mudança. Rio de Janeiro: Paz e Terra
- Freire, P. Pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e terra, 2005
- Gowin, D. B. (1981). Educating. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210 p.
- Lemos, E. S.; Moreira, M. A. (Re)situando a Teoria de Aprendizagem Significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas. Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 4. Atas... Alagoas: UFAL, 2003, 1 CD-ROM. (no prelo)
- Lemos, E. S. (2005). (Re)situando a Teoria de Aprendizagem Significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 5(3), p. 38-51
- Libâneo, J. C. (2005). Democratização da escola publica: a pedagogia critico-social dos conteúdos. São Paulo: Loyola, 20ª ed.
- Lopes, A. R. C. (1999). Conhecimento escolar: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ

- Piaget, J. Para onde vai a educação? Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora, 1977
- Moreira, M. A . e Mansini, E. F. S. Aprendizagem significativa - *A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982
- Moreira, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora UnB, 2006
- Moreira, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo, Livraria Editora da Física, 2011
- Novak, J. D. (2000). Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas Conceituais como Ferramentas de Facilitação nas Escolas e Empresas. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 252p
- Spiro, T. G. Química Ambiental/Thomas G.Spiro, Willam M. Stigliane; tradução. Sonia Midori Yamamoto; revisão técnica Reinaldo C. Basito, Renato S. Freire.-2.ed.-São Paulo: Parson Prentice.Hall, 2009
- Tundisi, J. G. Água no século XXI: *Enfrentando a Escassez*. São Carlos. RiMA, IIE. 2003. 248p

3.4 TERCEIRO MANUSCRITO - EXPERIMENTOS ALTERNATIVOS PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE FILTROS DE GARRAFAS DE PET

Artigo publicado na Revista EDUCITEC do Instituto Federal do Amazonas em novembro de 2018

Experimentos alternativos para determinação da qualidade da água a partir da utilização de filtros de garrafas de PET

Alternative experiments to determine water quality from the use of PET bottle filters

Aline Carvalho de Freitas

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

aline_freitas@ifam.edu.br

RESUMO

A água é importante para as populações humanas, determinando o seu modo de vida. Providenciar água com qualidade para as necessidades das pessoas em todo o mundo é o grande desafio ao desenvolvimento sustentável de muitas áreas, seja qual for o seu grau de desenvolvimento. Ela é responsável pela variação climática, pela manutenção dos rios, lagos e oceanos e cria condições para o desenvolvimento de plantas e animais. O objetivo foi contribuir com a aprendizagem dos alunos a partir de experimentos alternativos sobre teste de qualidade e dureza da água. Através dos experimentos, os alunos obtiveram dados sobre a presença de sais de carbonatos dissolvidos na água e a possibilidade de tratamento adequado da mesma. Os conhecimentos prévios de 80 estudantes dos primeiros e segundos anos do Ensino Médio constituíram os dados do estudo, obtidos das respostas de questionários e entrevistas. Inicialmente os alunos não sabiam sobre a propriedade de dureza na água e depois conseguiram determinar a presença de sais de carbonatos que causam essa característica. Os filtros foram desenvolvidos a partir de garrafas de PET (politereftalato de etileno) e carvão do tipo vegetal, ativado e mineral. Verificou-se que os resultados das filtrações foram diferentes, sendo o carvão ativado foi mais eficiente. Os alunos se questionaram sobre o papel dos diferentes tipos de carvão na eficiência do filtro e pesquisaram as suas propriedades. Para obterem ao final uma amostra inodora e pura afirmaram que só foi possível quando usavam o filtro com carvão ativado por apresentar a capacidade de adsorção.

Palavras chave: experimentos alternativos, filtração, qualidade e dureza na água

ABSTRACT

Water is important to human populations, determining their way of life. Providing quality water to the needs of people around the world is a major challenge to the sustainable development of many areas, whatever their level of development. It is responsible for climatic

variation, for the maintenance of rivers, lakes and oceans and creates conditions for the development of plants and animals. The objective was to contribute to students' learning from alternative experiments on water quality and hardness testing. Through the experiments, the students obtained data on the presence of salts of carbonates dissolved in the water and the possibility of adequate treatment of the same. The previous knowledge of 80 students of the first and second years of High School were the study data, obtained from the answers of questionnaires and interviews. Initially the students did not know about the hardness property in the water and then were able to determine the presence of salts of carbonates that cause this characteristic. The filters were developed from PET (Polyethylene terephthalate) bottles and charcoal of the vegetable, activated and mineral type. It was found that the filtration results were different, with activated carbon being more efficient. Students questioned the role of different types of coal in filter efficiency and researched their properties. In order to obtain an odorless and pure sample at the end, they stated that it was only possible when they used the activated carbon filter because it had adsorption capacity.

Keywords: alternative experiments, filtration, quality and water hardness

3.4.1.Introdução

A água é um dos mais importantes recursos ambientais e sua adequada gestão é componente fundamental da política ambiental. Quando as pessoas não têm acesso à água potável no lar, ou enquanto recurso produtivo, suas escolhas e liberdades são limitadas pela doença, pobreza e vulnerabilidade. A falta de acesso à água e ao saneamento configura uma forma de privação que ameaça a vida, limita as oportunidades e enfraquece a dignidade humana. A água está, portanto, intrinsecamente ligada à sobrevivência de todas as formas de vida que conhecemos e, da mesma forma, ao processo de desenvolvimento das sociedades e culturas. Ao mesmo tempo, esse desenvolvimento também gera intensa pressão sobre os recursos hídricos por meio da agricultura, da geração de energia, do uso industrial e do consumo direto (JACOBI, 2017).

Os sistemas de água do mundo enfrentam ameaças formidáveis. Mais de um bilhão de pessoas vivem atualmente em regiões com escassez de água, e até 3,5 bilhões poderão sofrer escassez de água até 2025. O aumento da poluição degrada os ecossistemas aquáticos de água doce e costeira. As mudanças climáticas estão mudando os padrões de precipitação e acelerando o degelo glacial, alteram o abastecimento de água e estão intensificando as enchentes e a seca (MARENGO, 2007). O mundo corre sobre a água, o seu suprimento

confiável é vital para a indústria, a agricultura e a produção de energia. Toda comunidade e ecossistema na Terra depende da água para saneamento, higiene e sobrevivência diária.

No Brasil, o sistema de água é considerado satisfatório, somos um país privilegiado, pois contém cerca de 14% dos recursos hídricos disponíveis no mundo. Desse total, 11,6% correspondem à água doce superficial, ou seja, encontrada nos rios, lagos, pântanos etc. Da quantidade de água doce disponível para consumo, 80% estão disponíveis na região Amazônica, sendo os 20% restantes distribuídos pelo restante do país (FIBGE, 1991).

A água é o elo entre tudo que tem vida, conectando passado, presente e futuro. Nesse sentido, as gerações atuais também têm responsabilidades com as futuras gerações, às quais se deve legar condições de suprir suas necessidades de recursos naturais, principalmente de água. Portanto, parece haver razoável consenso, em escala planetária, sobre a necessidade de se reverter o atual quadro de degradação, adotando-se uma visão coletivista de propriedade e uma ética de compromisso e cuidado com a água (GOMES, 2004).

No Ensino Médio, os PCNEM, Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), sugerem estudos sobre a hidrosfera que abordam as diferentes águas naturais como recurso e fonte de materiais para a sobrevivência. As soluções aquosas são tratadas em um contexto que envolve situações problema genuínas e não como um conteúdo isolado, favorecendo assim, o desenvolvimento de competências. Sendo assim, esse estudo se propôs levar os estudantes a analisarem situações problemas relacionados à qualidade da água.

3.4.2 Referencial Teórico

Paulo Freire afirma que a educação “bancária” pressupõe uma relação vertical entre o educador e educando. O educador é o sujeito que detém o conhecimento, pensa e prescreve, enquanto o educando é o objeto que recebe o conhecimento, é pensado e segue a prescrição. O educador “bancário” faz “depósitos” nos educandos e estes passivamente os recebe. Tal concepção de educação tem como propósito, intencional ou não, a formação de indivíduos acomodados, não questionadores e que se submetem à estrutura de poder vigente. É o rebanho que como uma massa homogênea, não projeta, não transforma, não almeja ser mais. Na educação bancária, Freire (2002), critica que os conteúdos abordados em sala de aula estão distantes da realidade dos educandos, selecionados exclusivamente pelo professor. Em seu método de alfabetização de adultos são identificadas as palavras geradoras, temas que fazem

sentido para aquela comunidade, um “pensamento linguagem” que contenha sua visão de mundo (FREIRE, 1979b).

A experiência tem mostrado que o ensino que acontece pela transmissão da informação e sua recepção de forma passiva não somente é inadequado como também é infrutífero. Para Schroeder (2013), o desenvolvimento conceitual pressupõe o desenvolvimento de muitas funções mentais como a abstração, a memória lógica, a atenção, ou seja, implicam consciência e pensamento reflexivo, processos que encontram, na adolescência, as condições ideais denominadas generalização teórica.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” (p.32). A pesquisa consiste em uma das exigências do ato de ensinar. Todo educador é um pesquisador ou deveria ser, pois a pesquisa é o ponto inicial para o conhecimento do novo, e através dela é que o educador pode alcançar um aprendizado eficaz. Desta forma, Freire adverte ao professor (a) a sempre exercer o hábito da pesquisa (capacitação profissional e promoção social para evitar tornar-se ultrapassado), para poder adquirir novos conhecimentos e comunicar as novidades aos alunos de modo que estes passem da ingenuidade do senso comum à "curiosidade epistemológica" (FREIRE, 2003, p.29), a qual é essencialmente criticidade.

Salvador (1994), referindo-se ao contexto da sala de aula, destaca que a unidade básica de análise deixa de ser a atividade individual do aluno e passa a ser a atividade articulada e conjunta do aluno e do professor em torno da realização de tarefas escolares. Constata-se, então, que os sujeitos, professor e aluno, são os atores dessa entrelaçada teia de relações que permeia a instituição escolar e que se apresenta como o fio da meada do processo educacional. Dessa forma, o papel do professor ganha relevância e importância, ao contribuir para que o estudante desenvolva seus conhecimentos prévios em direção aos científicos despertando o senso crítico. Desse modo, cabe ao professor colocar-se como ponte entre estudante e conhecimento e cabe ao estudante participar ativamente desse processo.

A medida que o professor interage com o aluno e esse por sua vez corresponde de modo que os conhecimentos prévios são fragmentados dando espaço a ideias mais formuladas, ocorre a aprendizagem que, de acordo com Assmann (2000), é um conceito amplo que aborda a dinâmica de apropriação do mundo pelo ser humano e envolve aspectos psicológicos, biológicos e sociais. Por isso, mais que a apropriação por meio de uma exposição organizada e a proposição de um conjunto de atividades, envolve a interação entre os homens e o seu meio, os quais vivenciam uma relação de interdependência. Assim, a aprendizagem não se resume em “aprender algo”, como um processo cumulativo, semelhante

a juntar coisas em um monte. Trata-se de um processo de construção de conhecimentos, por meio do estabelecimento de conexões e interações, que tornam significativas experiências vividas e informações apreendidas.

Desse modo, podemos distinguir dois tipos de aprendizagens: a aprendizagem mecânica (memorística) e a aprendizagem significativa (novo conteúdo é incorporado). Na primeira temos a aprendizagem de conteúdos de forma mecânica, por meio da memorização das informações de maneira arbitrária, sem termos a atribuição de sentidos e sem necessariamente estabelecer relações com os conhecimentos prévios, experiências e com a realidade cotidiana (AUSUBEL, 1963). A segunda, por sua vez, é o que ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, com ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e seja relevante em relação ao que já é conhecido.

Frente aos desafios presentes ao ensino de Ciências, um novo modelo de ensino se faz necessário, as metodologias ativas surgem como importantes recursos no processo de ensino e aprendizagem significativa, pois por meio delas os estudantes têm a oportunidade de participar ativamente de todo o processo de ensino. Incentivando os alunos para que aprendam de forma autônoma e participativa, a partir de problemas e situações reais. Essas metodologias estimulam a curiosidade, a autonomia e as tomadas de decisões (BORGES E ALENCAR, 2014).

Nesse contexto, as metodologias ativas atendem à Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (1998), que orientam e incentivam as instituições de ensino a promoverem nesses locais competências para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos para que possam participar ativamente na sociedade de forma responsável e consciente.

Como tema incluído na LDB, a temática da água é apropriada para ser desenvolvida em sala de aula, pois abrange questões sociais, culturais e econômicas, possibilita romper com as ideias iniciais dos alunos (conhecimentos prévios) e a reconstrução dos conhecimentos fundamentados nos conhecimentos científicos sobre o tema em estudo. A utilização de materiais alternativos para realização de experimentos abordando essa temática foi desenvolvida com o objetivo de contribuir com a aprendizagem dos alunos na compreensão sobre a eficiência no tratamento da água para consumo e orientá-los quanto ao seu papel enquanto agentes transformadores do ambiente onde estão inseridos.

A maioria das cidades da Região Amazônica encontram-se as margens de grandes rios e as atividades econômicas desenvolvidas nestas cidades estão atreladas ao uso desses rios, que são importantes como exclusivo meio de transporte, contribuem para a agricultura e geram fonte de alimentos para os ribeirinhos, porém tais atividades antrópicas podem contribuir para um desequilíbrio dos ecossistemas presentes nessas regiões (FREIRE, 2009). Realizar trabalhos com os alunos envolvendo a comunidade poderá levá-los a compreender de forma mais aprofundada o seu papel no ambiente onde estão inseridos.

A água se faz necessária para o desenvolvimento econômico, social e político de um país. Entretanto, parte da população não se preocupa com o manejo correto de resíduos, ou o uso em excesso da mesma, desperdiçando, assim, este recurso. Devido ao ciclo hidrológico, a água é renovável, porém, ao ser demasiadamente contaminada em seus mananciais, esta passa por um processo de potabilidade, que muitas vezes pode requerer um alto investimento. O processo de clarificação de água consiste na manutenção de condições físico-químicas tais, que sólidos suspensos na água são removidos por uma sedimentação, sendo necessário trabalhar em conjunto com as cargas das partículas para se obter um resultado da sedimentação satisfatório. (MACEDO, 2007)

Neste processo, que é compreendido pelas operações unitárias de coagulação, floculação, decantação e filtração, os parâmetros turbidez e cor da água são reduzidos através da remoção de partículas em suspensão, coloidais e dissolvidas com a finalidade de atender os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria nº 518 de Março de 2004 (HELLER & PÁDUA, 2006; MACEDO, 2007). Nas estações de tratamento de água (ETAs), o tratamento convencional é compreendida por 5 etapas: coagulação, floculação, sedimentação, filtração e cloração. Uma das etapas que ocorre ao final do processo final é a filtração, responsável pela remoção de impurezas, logo, principal responsável pela produção de água com qualidade condizendo com o padrão de potabilidade (OMS, 2004). O uso do carvão ativado tem a função de remoção da cor e de redução do potencial de formação de subprodutos tóxicos por meio da adsorção desses compostos (BRITO & RANGEL, 2008).

3.4.3 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido com duas turmas de ensino médio integrado, do primeiro ano (n=40) e do segundo ano (n=40), do curso de Edificações e Saneamento Ambiental, de uma Instituição Federal do Norte do país. A escolha das turmas aconteceu mediante a indicação da professora da escola pelo fato de estar iniciando a abordagem do

conceito sobre recursos hídricos e propriedades físico-químicas da água. Ao total, foram realizadas oito horas de aulas, cada uma com duração média de 2 horas.

A pesquisa apresentou uma abordagem quali-quantitativa. A coleta de dados foi elaborada em três partes que compreendem (i) a aplicação de questionários, (ii) desenvolvimento das atividades experimentais e (iii) realização de entrevistas e debates sobre manchetes de jornais. Inicialmente, realizou-se uma discussão sobre a qualidade da água e possíveis interferentes presentes na mesma que pudessem torná-la inadequada para o consumo humano. Esta discussão teve como objetivo instigar os alunos para as próximas atividades.

(i) Questionários - constituído por cinco questões investigativas (gráficos 1-5) sobre a presença de dureza na água e o carreamento de microrganismos na mesma, antes (pré) e após (pós) a realização de atividades experimentais, os quais nos permitiram avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes.

(ii) Atividades experimentais - analisou-se a dureza das amostras de água utilizando métodos alternativos e através da metodologia de colorimetria padronizada (teste químico). O teste químico padrão utiliza a colorimetria (kit de análise da potabilidade), que consiste na análise da concentração de sais de carbonatos presentes na amostra, avaliando a dureza total (CaCO_3 mg/L), através da intensidade na cor da solução formada (azul). Quanto maior a presença de sais, mais intensa a coloração azul, indicando dureza na água. O método alternativo envolve a mistura de diferentes substâncias, como por exemplo, a solução de água com cloreto de sódio ou com cloreto de cálcio e a adição de sabão líquido ou detergente, para avaliar a formação de espuma. As soluções com maior concentração de sais de cálcio formam pouca ou nenhuma espuma, indicando a dureza da água. Foi realizado ainda o processo de filtração da água através da utilização de filtros confeccionados de garrafas de PET, chumaço de algodão e carvão do tipo vegetal, mineral e ativado (FREITAS, 2018).

No procedimento inicialmente coloca-se o algodão para começar a filtração a partir dele se inicia a retenção das partículas menores, depois na sequência foi adicionado o carvão ativado. E outros filtros foram confeccionados utilizando o algodão e carvões do tipo vegetal e do tipo mineral.

(iii) Entrevistas - após a intervenção, foram feitas entrevistas com 10% (n=8) em cada turma, com o intuito de avaliar o ponto de vista deles a respeito do tratamento da água. Cada aluno a ser entrevistado saiu da sala de aula para a entrevista que durou em média cinco minutos, eles não sabiam sobre o teor das perguntas. A proposta foi realizada dessa forma para que os

estudantes respondessem com a maior naturalidade possível aos questionamentos. Ao realizar as entrevistas notou-se que os alunos apresentaram respostas abrangentes. Optou-se então, por trabalhar com um n reduzido.

Para o tratamento dos dados fez-se a categorização das respostas dos alunos dadas a partir dos resultados das análises dos pré e pós-testes, conforme a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2006), na qual as respostas são categorizadas de acordo com a frequência de ocorrência, com o objetivo de demonstrar as ideias representativas. A análise de conteúdo, enquanto método torna-se um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. As fases da análise de conteúdo organizam-se em torno de três pólos, conforme Bardin (2009): 1. A pré-análise; 2. A exploração do material; e, por fim, 3. O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação. Ao interpretar essas informações, as respostas similares ficaram disponibilizadas em categorias específicas.

Os experimentos desenvolvidos na proposta foram descritos abaixo. Foi empregada a técnica de colorimetria, que se trata da avaliação de mudança na coloração do sistema. Diferenças nas concentrações dos parâmetros a serem identificados são mensuradas a partir da alteração da coloração das soluções reagentes. Quanto maior é a intensidade da coloração formada pelos reagentes, maior é a presença (concentração) do parâmetro químico investigado. Na figura 1, apresentamos os testes da água realizados com kit colorimétrico alfakit de potabilidade. A determinação da dureza foi através da formação ou não de espuma, caracterizando esse parâmetro pela presença dos sais de carbonato de cálcio ou nitrato de sódio.



Figura 1. Teste do pH

Alguns questionamentos foram surgindo no decorrer do diálogo, como por exemplo: é importante realizar a filtração da água antes de bebê-la? A água que chega a sua casa é previamente tratada? Qual o papel da filtração no tratamento da água? Além de filtrar, é necessário a adição de outras substâncias (reagentes químicos) na água? Após as discussões foram preparados os materiais para a confecção de filtros caseiros utilizando garrafas de PET, chumaços de algodão, areia e carvão vegetal e carvão ativado. Os filtros foram desenvolvidos de maneira alternativa a partir de questionamentos sobre a qualidade da água e possibilidades de tratamentos da mesma. As garrafas de PET foram cortadas de modo que a parte inferior ficasse maior, que corresponderia a um béquer, enquanto a parte superior, menor parte, seria usada como um funil para realizar a filtração das amostras de água.

Antes de começarem a desenvolver os filtros caseiros foi solicitado aos alunos que desenhassem esquemas das etapas do processo de filtração, sendo que ao iniciar os experimentos, eles ficaram a vontade para disponibilizar os materiais no filtro de acordo com o que achasse conveniente. Após a etapa de filtração, foi realizada a etapa de purificação da água e apresentação dos protótipos seguido da explicação sobre a funcionalidade e eficiência dos mesmos. Aplicou-se um questionário sobre a importância da água e sobre o papel do carvão vegetal e carvão ativado no tratamento para verificar quais deles seria mais eficiente.

3.4.4 Resultados e Discussão

A partir da análise das respostas dos questionários e tabulação dos dados tornou-se possível realizar algumas inferências, tais como, os estudantes afirmaram que a água é um bem comum primordial para os seres vivos, a maioria não conheciam o parâmetro de dureza na água. Tiveram dificuldades ao responder as questões relacionadas a essa característica, responderam inicialmente, na sua grande maioria, que a dureza provavelmente poderia ser devido à presença de ferro e sais minerais diversos, reconheceram que a água pode vir a apresentar microrganismos, porém não souberam falar quais microrganismos são mais comumente encontrados.

Ao realizar as misturas das soluções, os alunos tiveram de observar as reações que estavam ocorrendo. Eles identificaram quais das amostras de água apresentavam o caráter dureza através da comparação da espuma que se formava ou não, e a presença de formação de

precipitados nos tubos de ensaio. Ao continuarem os procedimentos, utilizando o teste de análise da alfaquit, eles confirmaram as conclusões prévias que haviam surgido inicialmente. Na realidade o que acontecia era que os cátions cálcio ou magnésio presentes na água reagiam com o sal orgânico dos sabões formando compostos pouco solúveis, diminuindo sua concentração e seu poder de espumar.

Nos testes químicos e também nos testes alternativos para detectar a dureza da água, observamos que os conhecimentos prévios dos alunos são oriundos de experiências, curiosidades e de suas vivências pessoais, conforme observamos abaixo nos gráficos 1-5.

Tendo avaliado as respostas dos pré e pós testes dos alunos, algumas inferências foram constatadas, inicialmente eles não entendiam sobre a dureza na água, conforme dados do gráfico da figura 1, afirmaram que a relação entre qualidade/dureza em água pode ficar comprometida, uma parte dos alunos 10% (n=8) no pré teste, enquanto que no pós teste 40% (n=80) afirmaram que a qualidade diminui a medida que a dureza aumenta. Para a determinação desse parâmetro de qualidade nos ecossistemas aquáticos, cerca de 30% dos alunos (n=24) afirmaram no pré teste que a determinação dos parâmetros pode ser realizada em laboratórios específicos, enquanto que 5% disseram que as determinações poderiam ser realizadas através de experimentos. No entanto, o pós teste dessa questão decresceu para 10% (n=8) alunos que responderam determinar as análises em laboratório e 50% deles afirmaram que é possível realizar experimentos para determinar a dureza das amostras de água (figuras 1 e 2) abaixo.

Figura 1. Você sabe o que é a dureza na água?

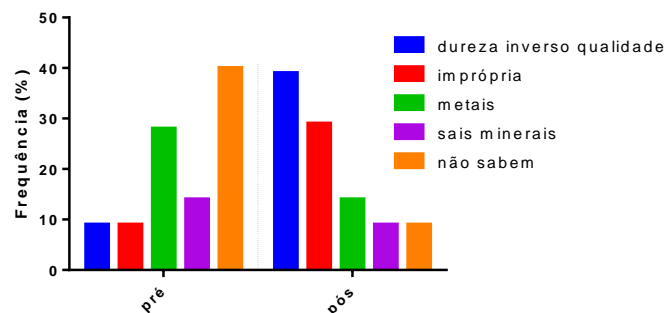
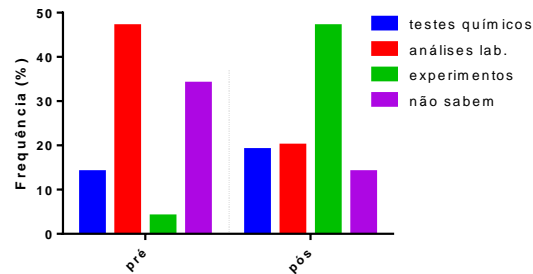


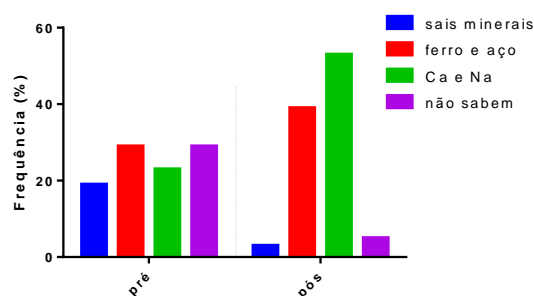
Figura 2. Como encontrar a dureza em uma amostra de água?



Freitas, 2018

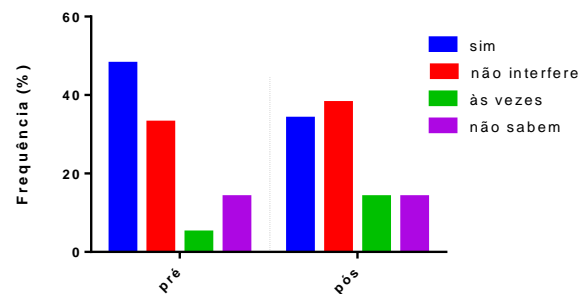
A caracterização da propriedade de dureza está diretamente relacionada aos sais de alguns metais dissolvidos na água, analisando o gráfico da figura 3, ao questionar os estudantes sobre os metais que causavam dureza, inicialmente 22% (pré teste) responderam que o cálcio (Ca^{2+}) e sódio (Na^+), enquanto que a mesma pergunta foi respondida 55% (pós teste), 30% deles afirmaram não saber a resposta inicialmente e no pós teste esse número decaiu para 5%. Outra resposta pertinente foi que os sais minerais determinavam essa propriedade, 20% ($n=16$) afirmaram no pré teste e ao final, no pós teste decresceu para 4%. Quando os alunos afirmaram que os sais minerais são responsáveis por alterar o parâmetro de dureza na água, consideramos que tiveram um ótimo desempenho cognitivo, pois os sais minerais contêm cátions e íons de metais, cuja presença em grande quantidade, podem vir alterar as suas propriedades da água. O pH tende a aumentar quando a água apresenta dureza elevada, caracterizando um meio alcalino. A pergunta correspondente ao gráfico da figura 4 estava relacionado ao cloreto de sódio interferindo no sistema. Os alunos concluíram que o cloreto de sódio (NaCl) não interfere na dureza da água, pois nos testes realizados em presença dessa sal, as soluções contendo detergentes em meio aquoso produziram espumas normalmente.

Figura 3. Quais metais causam dureza na água?



Freitas, 2018

Figura 4. O cloreto de sódio causa interferência na dureza da água?



Freitas, 2018

Nas etapas iniciais da proposta afirmaram que o sódio causava interferência na dureza da água e após desenvolver os experimentos mudaram suas respostas, pois haviam reagido outros sais de metais diferentes na água e realizado minuciosas análises. Ao testar as soluções contendo os sais de NaCl com detergentes e água, notaram que conseguiam lavar as mãos sem nenhum problema e que havia formação de bastante espuma e quando realizaram o mesmo teste com sais de cálcio não espumava e as mãos ficaram com um aspecto adstringente.

A qualidade da água, esse bem de uso comum e essencial a vida não se restringe a avaliação de parâmetros físicos e químicos apenas. Sendo assim, os alunos foram questionados sobre a presença de microorganismos na água. Esses seres vivos veiculados nas amostras de água correspondem aos parâmetros biológicos de análises. Ao analisar as perguntas do pós teste verificou-se que mais de 70% dos estudantes afirmaram que podem ser transportados microorganismos por veiculação hídrica e ao analisar os pontos de vista de alguns alunos que (após intervenção), surgiram as respostas referentes ao caráter dureza na água, conforme a tabela 2 abaixo:

Tabela 2. Relação entre qualidade e dureza da água

A1: “Porque ela dura é ruim para beber.”

A5: “Dureza da água quer dizer que a água não esta própria para o uso de consumo, até mesmo para o uso doméstico, como: lavar roupa, tomar banho, etc.”

A6: “Se existe metais na água, ela é uma água dura/ É quando a água contém grandes quantidades de minerais.”

A20: “Está relacionado a qualidade da água, se está em condições favoráveis ou não para a utilização.”

FONTE: Freitas (2018).

Ao analisar as entrevistas foi possível concluir que os estudantes apresentavam pontos de vista distintos, opiniões já pré-estabelecidas e que foram expostas pelos mesmos com coerência. Eles ficaram desinibidos ao expor sua opinião. Foi possível averiguar a preocupação dos alunos com as questões ambientais e mais diretamente relacionadas à água. Apesar de muitas vezes não agirem ambientalmente correto para conservação da água, eles sabem da importância da mesma. Foram questionados sobre a importância de se trabalhar sobre a temática água em sala de aula, eles responderam que é importante estudar essa temática para que ocorra a preservação da mesma e por ser um componente essencial à sobrevivência. Afirmaram ainda que é fundamental trabalhar esse tema em todos níveis de escolaridade. Quanto a possibilidade de se propagar doenças através da água afirmaram que sim e as doenças seriam a amebíase, dengue e hepatites.

Os testes químicos realizados permitiram determinar a concentração de dureza nas amostras de água analisadas. Segundo o Ministério da Saúde, disposto na Portaria 2914/2011-Anexo X, o limite de dureza em água para abastecimento, no Brasil, é de no máximo 500 mg CaO₃/L. Valores acima desse valor permitido indicam que a água pode causar prejuízos nas indústrias e até mesmo no uso doméstico, pois o desperdício de sabão é grande, para cada um metro cúbico de água é desperdiçado cerca de 200 gramas de sabão quando a água apresenta dureza elevada.

Na proposta aplicada, tivemos o cuidado de não intimidar os alunos, desse modo formulamos questões apropriadas para que eles enriquecessem as discussões. Para desenvolver as atividades dividimos os alunos em grupos, para favorecer o bom relacionamento dos alunos entre si e com o tutor, ajudando a construir um ambiente de confiança para o aprendizado.

A valorização dos conhecimentos prévios dos alunos ao iniciar uma atividade despertou um maior interesse nas aulas. As atividades propostas permitiram o desenvolvimento de habilidades tais como: observar, testar, questionar, interagir e apresentar

seus discursos. Ficou constatado que gostaram de realizar as atividades experimentais, demonstraram curiosidade e interesse durante o desenvolvimento das etapas do experimento.

Os alunos afirmaram que experimentos desenvolvidos com materiais alternativos podem ser utilizados também em outras disciplinas, acreditam que o sucesso do processo depende muito do professor/tutor responsável pela metodologia empregada.

No parâmetro de qualidade dureza da água relacionado a presença de sais dissolvidos no meio, observamos o ponto de vista de um grupo de alunos, que foram identificados como A2, A4, A5 e A7, respectivamente e consideram que:

A1- “é possível realizar os testes na água com poucos equipamentos, uma amostra considerada com a propriedade de dureza é o mesmo que não apresentar-se apropriada para o consumo e pode ser desprezada.”

A4- “através de materiais simples e de fácil acesso é possível determinar características na água, atestamos que quando uma amostra de água apresentar dureza significa dizer que quanto maior for essa dureza, pior é a qualidade dessa água”.

A5- “a presença de grandes quantidades de metais causa interferências resultando na dureza da água, vindo a alterar as suas propriedades”

A7- “A dureza da água significa ver se ela é de boa qualidade pra ver se ela está mais densa, mole ou dura” e quando dura, ao misturar com sabão quase não forma espuma.

Essas falas corroboram com a ideia de que se o professor proporciona condições que estimulem o pensamento e assume atitude interessada com a atividade de quem aprende, está incentivando o aprendizado do aluno, o resto é com o próprio aluno interessado (DEWEY, 1959).

Investigando ainda o parâmetro de dureza da água, uma equipe chegou a afirmar que moravam em um bairro novo da cidade e que geralmente a água para consumo próprio era proveniente de carros-pipa, pois a água dos poços das residências não se apresentava adequada para consumo humano, além do que ao lavar roupas com essa água notavam que as mesmas ficavam com aspecto de duras e pouco limpas.

Nos experimentos envolvendo os filtros caseiros, inicialmente ao receberem as amostras de água que deveriam ser tratadas, os alunos disseram que seria uma missão quase impossível, pois julgaram que as amostras apresentavam-se poluídas e com uma coloração escura e densa, que não parecia com uma amostra de água que tivesse condições de ser

utilizada nas casas, indústrias e na agricultura. Essa conclusão inicial foi importante, porque ao propor a atividade a ideia formulada sugeria que houvesse uma incomodação com o desafio lançado pelos professores.

Quando realizadas as discussões em sala de aula, ficou constatado que os alunos não sabiam o princípio da técnica de filtração, apesar de a julgarem importante no tratamento de água. Apresentavam dúvidas quanto à proveniência da água que ingeriam e poucos haviam lido as informações sobre os parâmetros da água na conta de casa. Comparando os filtros, observaram que as camadas diferenciavam pela afinidade que apresentavam em relação ao tamanho dos componentes impuros. Notaram que as sujeiras maiores ficaram retidas na parte de cima do filtro e as partículas menores passaram para as camadas inferiores até chegar nas camadas do carvão ativado e algodão, onde ocorreu a clarificação da água.

Durante a atividade foi solicitado aos alunos que fizessem anotações minuciosas sobre os procedimentos adotados para que posteriormente eles elaborassem um relatório. Ao final dos trabalhos a água barrenta foi se tornando límpida após passar pelas camadas do filtro. Os alunos afirmaram que a água filtrada com carvão mineral não era adequada para consumo, visto que apenas as partículas maiores foram filtradas, podendo haver substâncias que causariam danos à saúde e para tornar a água apropriada sugeriram utilizar o procedimento de fervura ou/e adição de água sanitária (de hipoclorito de sódio) em quantidades pequenas. Os filtros de carvão ativado foram mais eficientes, vindo a corroborar Brito & Rangel (2008), que afirmam que o carvão ativado atua removendo a cor e reduzindo o potencial de formação de subprodutos tóxicos por meio da adsorção desses compostos.

A avaliação das respostas dos alunos serviu de parâmetro para verificar a eficiência da atividade realizada, delas foram extraídas as ideias mais pertinentes obtidas a partir das categorizações. Por intermédio das informações obtidas abriu-se espaço levantamento de hipóteses e teste dessas hipóteses para uma posterior discussão. Esses passos tornaram a busca do conhecimento mais interessante para os alunos, favorecendo a aprendizagem significativa. Ausubel (1963) afirma que essa aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, com ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e seja relevante em relação ao que já é conhecido.

No início do processo não havia um consenso em relação à presença de constituintes químicos da água, que se apresentando em grandes concentrações alteram as propriedades da mesma. Na intervenção realizada foi possível notarmos avanços no desempenho dos alunos, pois determinaram a presença de interferentes que causavam dureza na água e realizaram a

filtração utilizando técnicas simples, que após realizados os testes se mostraram eficazes. Ao desenvolver uma proposta de ensino com metodologias ativas, estamos possibilitando aos estudantes realizar seus próprios experimentos, contribuimos com o desenvolvimento do senso crítico deles, pois segundo Borges, 2014, essas metodologias estimulam a curiosidade, a autonomia e as tomadas de decisões.

Ao final da atividade confirmamos o que a OMS preconiza a respeito da filtração, como a responsável pela produção de água com qualidade, a partir dela padrões de potabilidade são seguidos, afim de evitar danos a população e ao meio ambiente.

3.4.5 Conclusão

Ao elaborar essa estratégia didática buscou-se despertar o interesse dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, com o intuito de superar o modelo tradicional de ensino focado no professor enquanto responsável pela transmissão do conteúdo e o aluno, considerado apenas um mero aprendiz. Os experimentos realizados com materiais alternativos possibilitaram a interação dos alunos para a construção do conhecimento e contribuíram com a sua formação, enquanto sujeitos atuantes no meio ambiente. É fundamental que professores desenvolvam atividades que envolvam os alunos de maneira integrada. Portanto, existe a necessidade de se romper com os paradigmas tradicionais para que se alcancem objetivos propostos para a educação básica e para a educação profissional. Tornou-se corrente afirmar que o conhecimento é hoje o principal fator da produção. Aprender a aprender coloca-se, assim, como competência fundamental para inserção numa dinâmica social que se reestrutura continuamente. A perspectiva da educação deve ser, pois, desenvolver os meios para uma aprendizagem permanente, que permita uma formação continuada, tendo em vista a construção da cidadania.

A Educação Tecnológica é de extrema importância para o desenvolvimento de aptidões que possibilitem enfrentar novas situações, privilegiando a aplicação da teoria na prática e enriquecendo a vivência da ciência na tecnologia e destas no social, por seu significado no desenvolvimento da sociedade contemporânea. Ao utilizar novos recursos metodológicos estamos contribuindo com o fazer pedagógico do professor, pois ele tem o poder de dinamizar a sala de aula, saindo de um ambiente monótono, no qual um fala e todos escutam, para um ambiente acolhedor, dinâmico com possibilidades de discussões e debates.

3.4.6 Referências

- ASSMANN, H.; SUNG, J. **Competência e sensibilidade solidária: educar para a esperança**. Petrópolis: Vozes, 2000.
- AUSUBEL, David P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: 1963.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora, 2006.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília, 1999.
- BRASIL. Lei de **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1998.
- BORGES, T. S; ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior**. Cairu em Revista; nº 04, p. 1 19-143, 2014.
- BRITTO, J.M.; RANGEL, M.C. **Processos avançados de oxidação de compostos fenólicos em efluentes industriais**. Química Nova, v.31, n.1, p.114-122, 2008.
- DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação**. Tradução por Godofredo Rangel, Anísio Teixeira. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1959.
- FREIRE, M. C. B. **A criança indígena na escola urbana**. Manaus: EDUA, 2009.
- FREIRE, P. **Conscientização: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo, Editora Cortez e Moraes, 1979.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa - 21ª Edição**- São Paulo. Editora Paz e Terra, 2002.
- FREIRE, Paulo. **Política e Educação**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- FREITAS, Aline. **Água: Temática integradora dos conteúdos curriculares aos temas transversais a partir de metodologias investigativas** título da dissertação ou tese. 2018. 152 f. Tese (Doutorado em Educação e Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- FIBGE – **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. *Censo demográfico de 1990*, 1991.
- GOMES, J. L., BARBIERI, J. C. **Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo: um novo modelo de Política Pública**, 2004.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1º Ed. Minas Gerais: UFMG, 2006.
- JACOBI, P. R., GRANDISOLI, E. **Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções**. São Paulo: IEE-USP e Reconnecta, 1ª Edição, 2017.
- MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 3º Ed. Minas Gerais: CRQ – MG, 2007
- MARENGO, J. A. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2007

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Guidelines for Drinking-Water Quality**. Volume 1, Geneva, SW. 494p., 2004.

PORTARIA Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

SALVADOR, C. C. **Aprendizagem escolar e construção de conhecimento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SCHROEDER, E. **Os conceitos espontâneos dos estudantes como referencial para o planejamento de aulas de ciências: análise de uma experiência didática para o estudo dos répteis a partir da teoria histórico cultural do desenvolvimento**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 1, 2013.

3.5 QUARTO MANUSCRITO - DETERMINANDO O OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS E AVALIAÇÃO DE POSSÍVEIS INTERFERENTES NO SISTEMA

Determining the dissolved oxygen in water from the use of alternative materials and evaluation of possible interferences in the system

Aceito para ser publicado na Revista Química Nova na Escola

RESUMO

Para avaliar as características químicas e biológicas das águas potáveis e de rios e de lagos basta determinar a concentração de oxigênio dissolvido. A molécula de oxigênio deve estar presente na água em quantidades apropriadas de modo a favorecer a sobrevivência dos seres vivos. Para quantificar esse elemento, são utilizados oxímetros, testes com reagentes químicos e também podem ser utilizados testes alternativos na ausência desses equipamentos. Através da metodologia de problematização, os alunos quantificaram o oxigênio dissolvido em um sistema hipotético, essa determinação ocorreu através da utilização de garrafas de PET, água e palha de aço. Concluímos que os procedimentos adotados contribuíram com a aprendizagem dos alunos, pois a concentração de oxigênio foi determinada, observou-se a não formação de ferrugem quando o sistema apresentava fermento biológico ativo e notou-se a ocorrência de vários fenômenos que correspondiam a uma reação química.

Palavras-chave: água, oxigênio dissolvido e materiais alternativos.

ABSTRACT

To evaluate chemical and biological characteristics of fresh water and rivers and lakes, one just needs to determine the concentration of dissolved oxygen (DO). The molecule of oxygen should be present in water in appropriate quantities so as to promote human beings survival. To quantify this element, oxymeters are used, tests with chemical reagents and alternative tests can be also be used in the absence of those equipments. Through problematization methodology, students quantified the dissolved oxygen in a hypothetic system, that determination occurred through the use of PET bottles, water and steel wool. We have concluded that the procedures adopted contributed to students' learning, since the oxygen concentration was determined, no formation of rust was observed when the system presented active biological yeast and it was noticed the occurrence of several phenomenons that corresponded to a chemical reaction.

Keywords: water, dissolved oxygen and alternative materials

3.5.1 Introdução

A qualidade da água é um aspecto indispensável, quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano. Em função desse quadro de deterioração dos sistemas aquáticos, houve a necessidade de se criar medidas para assegurar a proteção e o uso sustentável dos mesmos. Neste sentido em 1997 a Lei Federal nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.

O enquadramento dos corpos de água em classes visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes, a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. Em 2005, o enquadramento dos corpos de água segundo suas classes foi reformulado com o intuito de alcançar as condições adequadas de qualidade da água a ser utilizada nas mais diversas finalidades, conforme estabelecido pelas Resoluções Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274 e nº 357 (BRASIL, 2000; 2005).

Todas as formas de vida existentes na Terra dependem da água. Apesar da maior parte da superfície do nosso planeta ser recoberta por água, 97,3% da água do mundo é água salgada, inadequada para beber e para a maioria dos usos agrícolas. Os lagos e rios são as principais fontes de água potável; porém, constituem menos de 0,01% do suprimento total de água (BAIRD, 2002; AZEVEDO, 1999). Adicionando aos rios e lagos, a água subterrânea a menos de 800 m da superfície, a água doce facilmente disponível representa apenas 0,3% do volume total na Terra. Diante da disponibilidade restrita de águas naturais para consumo humano e da sua crescente poluição, é importante entender os processos químicos que nelas ocorrem e como o uso do conhecimento químico pode ser empregado na avaliação da qualidade da água.

O consumo de água contaminada tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias causadas por doenças gastrointestinais têm, por exemplo, como via de transmissão a água contaminada. Essas infecções representam a causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (SCURACCHIO, 2010).

Pretende-se neste artigo, portanto, fornecer alguns subsídios teóricos e práticos ao professor de Química do Ensino Médio para a abordagem do tema “água” numa perspectiva ambiental, proposta esta que já vem sendo bem discutida (SILVA, 2003).

O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos. Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 4,0 mg/L. É, portanto, um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na composição de índices de qualidade de águas (IQAs).

O agente oxidante mais importante em águas naturais é o oxigênio molecular dissolvido, O_2 (BAIRD, 2002). Em uma reação envolvendo transferência de elétrons, cada um dos átomos da molécula é reduzido do estado de oxidação zero até o estado de oxidação -2, formando H_2O ou OH^- .

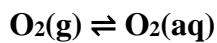
Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (ESTEVEZ, 1998). As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas de oxigênio são causadas pela decomposição da matéria orgânica, por perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos ferro (II) e manganês (II), por exemplo.

Para avaliar os efeitos da poluição causada por lançamentos orgânicos, o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro para essa caracterização. Ele é um gás pouco solúvel em água. Sua solubilidade depende da temperatura, pressão e da salinidade. Desse modo, um litro de água com salinidade igual a zero, a $0,0\ ^\circ C$, exposto ao ar saturado de umidade e sob uma pressão atmosférica ao nível do mar, conterá em solução, 14,62 mg/L de oxigênio. Nas mesmas condições e a $30\ ^\circ C$ (frequentemente observada em lagos tropicais), a quantidade de oxigênio solubilizada será de 7,59mg/L, ou seja, praticamente a metade do valor a $0,0\ ^\circ C$.

A saturação de oxigênio é a quantidade máxima de oxigênio que pode ser dissolvida na água em determinada pressão, temperatura e salinidade. Valores de OD superiores à saturação são indicativos da presença de algas. Valores de OD = 2 mg/L só sobrevivem os peixes mais resistentes.

Quanto a solubilidade do OD na água, como para outras moléculas de gases apolares com interação intermolecular fraca com água, é pequena devido à característica polar da

molécula de água. A presença do O₂ na água se deve, em parte, à sua dissolução do ar atmosférico para a água:



O oxigênio dissolvido (OD) em água pode ter origem tanto na fotossíntese da biota aquática como no processo de difusão que ocorre na interface ar-água e sua concentração pode variar em função da temperatura, salinidade e pressão. No geral, a solubilidade dos gases aumenta com o decréscimo de salinidade e temperatura. Assim, pode-se dizer que águas mais frias retêm mais oxigênio e que a água do mar contém menos OD que outras águas. A pressão parcial e o nível de saturação dos gases em água variam com a altitude. A solubilidade de um gás diminui com a diminuição da pressão (SMITH, 1990; BOYER et al., 1999; HUBERTZ e CAHOON, 1999).

Nas condições naturais de um sistema aquático, o material mais oxidado pelo O₂ dissolvido é a matéria orgânica procedente de plantas mortas e restos de animais. Esse processo é denominado degradação aeróbica, ocorre em água que possui muito oxigênio, ou seja, que possuem níveis de oxigênio próximos de 100% de saturação, e é mediado por microorganismos aeróbicos. A principal fonte de matéria orgânica nas águas naturais é, sem dúvida, a descarga de esgotos sanitários. No Brasil, a grande maioria dos municípios não possui sistema de tratamento de esgotos.

Substanciais reduções no OD podem ocorrer nos ambientes aquáticos, com implicações ambientais severas, se quantidades significativas de matéria orgânica forem a eles incorporadas. Essa situação ocorre normalmente com o lançamento de esgotos domésticos e de efluentes industriais ricos em matéria orgânica nos corpos d'água. O aumento da matéria orgânica resulta na maior taxa de respiração de microorganismos, dando origem à elevação das quantidades de CO₂ e metano (o último produzido apenas por degradação anaeróbica) e, principalmente, em uma demanda de oxigênio, cuja disponibilidade é pequena devido à sua solubilidade bastante limitada na água.

A ausência de oxigênio na água provoca a morte de todos os seres vivos aeróbicos, provocando assim processos anaeróbios no ambiente ocasionando mal odor devido a formação do gás sulfídrico, gás metano e hidrocarbonetos altamente nocivos para atmosfera, sendo esse último, um dos causadores do efeito estufa (HAIDA, 2001).

No decorrer do experimento, podemos abordar vários conteúdos químicos, como por exemplo, as reações de oxirredução, solubilidade dos gases e relações estequiométricas, além de tratamento e poluição das águas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) na água da escola em que os alunos estudam.

3.5.2 Metodologia

Inicialmente o método foi avaliado em laboratório com o intuito de ser validado e também para compreender as etapas do mesmo, além de comparar se a presença de microrganismos estava diretamente relacionada à ocorrência de uma reação química. Após a validação do experimento em laboratório, o mesmo foi aplicado na escola em que realizamos a pesquisa.

A proposta apresenta uma abordagem quali-quantitativa e os dados foram obtidos a partir de discussões prévias com os 20 alunos do ensino médio, de um curso técnico e integrado e posterior desenvolvimento das etapas das atividades experimentais. Foi aplicada na forma de minicurso, onde os alunos puderam estimar a quantidade de oxigênio dissolvido na água, utilizando um experimento alternativo “determinação de O₂ dissolvido na água utilizando garrafas de PET e palha de aço” (Figura 1) e também através de um experimento padronizado utilizando teste colorimétrico com reagente químico da alfa-kit “medidor de oxigênio dissolvido no meio” (Figura 2).

Para a execução dos experimentos, inicialmente pesamos três pedaços de palha de aço de massa aproximada de 1,0 grama cada. A palha de aço é constituída de carbono e de ferro, um dos elementos químicos com o qual oxigênio mais reage é o ferro.

No experimento desenvolvido foram empregados materiais alternativos e de baixo custo, utilizou-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico comercial). A mensuração do O₂ dissolvido levou um tempo, pois a formação da ferrugem na água é um processo lento, após decorridos três dias do início do experimento é que os alunos realizaram a filtração do óxido formado (figura 2).

As leveduras apresentam processo de respiração aeróbio e anaeróbio, sendo que esse último ocorre quando estão em ambiente com baixa concentração de oxigênio. Para representar um sistema hipotético simulando a presença de microrganismos e interferentes presentes no sistema, foram disponibilizadas inicialmente cepas de leveduras ativas que reagiriam na presença do oxigênio. Em seguida, foram aquecidos 5 gramas de fermento biológico ativo para serem testados também no experimento. A partir disso, foi feita uma simulação da possível interferência de microrganismos competindo por oxigênio nos sistemas que desenvolvemos.

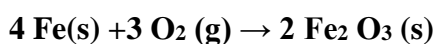
Os materiais utilizados para determinar o oxigênio dissolvido na água foram preparados e disponibilizados de maneiras diferentes no interior das garrafas de PET. Para verificar se a presença de microrganismos poderia interferir nos sistemas, optamos por inserir fermento biológico nos recipientes, sendo que uma parte das amostras de fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) foi aquecida com o intuito de inativá-los e serem armazenados também em algumas das garrafas de PET.

O microorganismo utilizado neste experimento foi obtido através de fermento biológico granulado que é muito utilizado na panificação. Foram pesados 0,5 gramas de fermento para posteriormente adicioná-los nos sistemas D e E. Todo o experimento foi monitorado pela equipe de alunos e tomavam nota das observações que achavam pertinentes no decorrer do processo.

Os recipientes identificados por A, B e C apresentaram os mesmos materiais, em duplicata foram feitos os cálculos de O₂ dissolvido. A massa do recipiente A não foi levada em conta devido apresentar-se em quantidade discrepante em relação aos demais. Enquanto que nos recipientes D e E foram adicionados o fermento biológico ativo e inativo, respectivamente. Em um dos recipientes que apresentava o fermento biológico ativo foi adicionado açúcar, com o intuito de que os alunos verificassem alterações no sistema. Na tabela 1 apresentamos a disposição dos materiais nas garrafas de pet, água, fermento biológico e palha de aço.

No último dia do experimento, os alunos realizaram o processo de filtração para obter a massa de ferrugem formada. O papel filtro foi mantido em estufa à 37° C por 15 horas, esse procedimento foi realizado para remover toda a água. Após essa etapa foram efetuadas as pesagens para determinar as massas finais. A massa de ferrugem foi obtida através da massa de papel de filtro inicial e da massa de papel de filtro seca contendo o óxido formado.

As concentrações de oxigênio dissolvido foram encontradas através de cálculos estequiométricos, considerando-se a massa do óxido de ferro formando e tendo anteriormente as massas de oxigênio e de ferro que reagiram entre si, a equação química da reação está representada abaixo:



3.5.3 Resultados e Discussão

Após o término de quatro dias foram realizadas as filtrações da ferrugem formada nos recipientes. Utilizando papel de filtro separou-se o material precipitado de coloração amarelo escuro e realizou-se a pesagem do mesmo, o valor encontrado na pesagem correspondia a massa do papel de filtro mais a massa da ferrugem formada. Nas figuras de 1 à 3, temos o material contendo apenas o óxido que foi extraído da reação da água com a palha de aço. Nos recipientes em que as mesmas estavam, além de água e palha de aço, não adicionamos o fermento biológico. Na figura 4, temos o material em que havia sido adicionado o fermento (*Saccharomyces cerevisiae*), com o intuito de observarmos se causaria interferência no sistema.

Após realizarem a filtração da água foi possível determinar a massa de ferrugem que se formou. Ao obter esse valor da massa da ferrugem foi possível, através de cálculos estequiométricos, encontrarmos a concentração (massa) do oxigênio.

Para facilitar a interação entre os grupos e também desenvolver as habilidades cognitivas, os alunos receberam a informação de que deveriam imaginar que o sistema hipotético desenvolvido por eles, deveria corresponder a um lago. A partir dos materiais que lhes foram disponibilizados, deveriam testar as reações da água em presença do pedaço de palha de aço realizando assim o monitoramento do sistema. Eles seriam os técnicos competentes para verificar as alterações presentes, como por exemplo, a mudança de coloração, formação de gases ou quaisquer alterações que notassem. Não importava os mecanismos que utilizassem para obter os resultados, contanto que criassem um protocolo de desenvolvimento discutido e desenvolvido pelo grupo.

No procedimento adotado tomamos todo o cuidado ao disponibilizar a água nas garrafas de PET, essa conduta foi realizada para evitar que entrasse ar no sistema. Antes das garrafas serem fechadas, a água estava totalmente transparente. Após doze horas, a água tornou-se amarela, evidenciando que a corrosão havia iniciado e o Fe(0) da palha-de-aço estava sendo oxidado a Fe (III) e foi se difundindo na solução. Depois de três dias, observou-se a presença de um sólido marrom avermelhado nas garrafas. A reação que ocorreu veio a corroborar com Baird, 2002, que aponta o oxigênio como importante agente oxidante da água, podendo também vir a ter influência de outros parâmetros como a temperatura e a turbidez.

A situação-problema sobre a temática água, envolvendo a concentração de oxigênio dissolvido e os procedimentos adotados para estimar essa concentração, serviram de aporte para discussões com alunos. As atividades experimentais foram desenvolvidas com êxito, curiosidade e interesse durante o desenvolvimento das etapas do experimento. Ao realizar o experimento foi possível a observação de reações químicas importantes.

No segundo dia, após a montagem do experimento, alterações significativas puderam ser observadas, como a formação de coloração amarela nos sistemas que continham palha de aço e água. Enquanto que no sistema contendo levedura ativa, a cor permaneceu transparente, ou seja, não formou ferrugem e o fundo do recipiente ficou impregnado de leveduras esfareladas. O sistema contendo levedura inativa ficou com uma coloração um pouco amarelada e apresentava leveduras na superfície da palha de aço.

Os alunos notaram a formação do óxido (ferrugem) após a água reagir com a palha de aço, à medida que as horas passavam, o sistema ficou com a coloração castanha mais intensa e nos recipientes onde houve acréscimo de fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) ativo a coloração não sofreu alteração, permanecendo incolor. Essa observação foi importante, pois seria indicativo de que o fermento biológico teria consumido o O₂ do meio antes que ele reagisse com a palha de aço.

Para a determinação da quantidade de ferrugem formada na reação, realizamos a diferença entre a massa de papel de filtro que continha o filtrado pela massa de papel de filtro vazio, pesado no início do experimento. Tendo determinado a massa do óxido de ferro, foi possível encontrar a concentração de oxigênio dissolvido (O.D.) no meio.

A partir da obtenção da massa do óxido de ferro formado foi calculada a quantidade de oxigênio dissolvida, que correspondeu a 6,5 mg por 0,5 L, correspondente a garrafa de PET utilizada. Então a concentração para o volume de um litro corresponderia a 13mg.L⁻¹. Nos experimentos de Ferreira et. al (2004), foram encontrados valores de 7,97 mg de O.D. por litro, resultado parecido com o nosso. Os resultado obtido no experimento que desenvolvemos corroboram com o experimento já descrito anteriormente na literatura.

Foram avaliadas as concepções dos alunos sobre a concentração de oxigênio presente na água antes e após as atividades práticas investigativas, partindo-se da questão problema: “A presença de microrganismos na água interfere na quantidade de oxigênio disponível no sistema”? O quadro 1 disposto abaixo retrata essas opiniões:

Propusemos-nos a criar diferentes estratégias para desenvolver as atividades, com o intuito de aguçar a curiosidade e o interesse dos alunos, para que assim eles participassem efetivamente das intervenções.

Quando os alunos foram questionados sobre como encontrar o oxigênio dissolvido na água, uma equipe respondeu que bastava observar a ferrugem formada na reação, notaram ainda a ocorrência de oxidação da palha de aço e uma alteração em sua massa.

Ao solicitar que criassem seus próprios experimentos, deu-se autonomia para que eles sentissem maior motivação em realizar cada etapa da intervenção. Testaram as amostras, realizaram os experimentos sem que o professor entregasse um protocolo definido das etapas do procedimento. À medida que surgiram dúvidas eles repetiram o procedimento para tentar identificar possíveis erros, reformulavam hipóteses e definiram suas conclusões. Abaixo são apresentadas as transcrições das respostas abertas dos questionários aplicados aos alunos sobre a importância do oxigênio dissolvido na água.

A5- *“O oxigênio é importante para fazer a decomposição da matéria orgânica e promover a respiração branquial dos peixes.”*

A6- *“Sem o oxigênio não a como haver vida, inclusive na Terra.”*

A11- *“Para a sobrevivência dos animais que vivem na água.”*

A16- *“O oxigênio é importante para manter os seres aquáticos vivos e as plantas, como também as algas.”*

Quando questionados se a ausência de oxigênio comprometeria a vida nos rios e lagos, a maioria dos alunos respondeu que sim. Podemos verificar essa afirmação a partir das transcrições dos questionários expostas abaixo:

A1- *“É como dizer que o rio ou o lago está morto, assim como o Mar Vermelho, ou seja, impossibilitaria qualquer ser vivo de sobreviver no local.”*

A2- *“O oxigênio é o gás que os seres vivos respiram, sem ele todos os seres vivos aquáticos ou não, morrem.”*

A17- *“sim! Porque sem o oxigênio é impossível sobreviver, os seres aquáticos por exemplo, eles precisam de oxigênio para reprodução, alimentação e sobrevivência.”*

À medida que os alunos realizavam os experimentos observavam as mudanças que ocorriam nos sistema hipotéticos que desenvolveram. Quando notaram a formação da ferrugem e diminuição das massas de palhas de aço suscitaram as possíveis causas da ocorrência do fenômeno químico em questão. Ao formular hipóteses, realizarem os procedimentos e observações do experimento, os alunos se apropriaram do método científico. Compararam os processos que ocorriam no experimento a processos que observam no dia a dia, como por exemplo, a ferrugem presente nas grades de uma janela e na lataria de carros.

3.5.4 Conclusão

Realizar experimentos com materiais alternativos para determinar a concentração de oxigênio e interferentes no meio, é uma estratégia de ensino e aprendizagem considerada importante, por ser factível e ao mesmo tempo auxiliar para que ocorra uma atividade experimental, independente das condições das escolas e das peculiaridades das diferentes regiões do país.

A metodologia de aprendizagem que utilizamos abordou conceitos químicos sobre a qualidade da água e disponibilidade de oxigênio, essa atividade pode oferecer ao professor a oportunidade de contemplar a legislação, além de permitir a exploração de temas do cotidiano e a realização de atividades experimentais, vindo a contribuir com a aprendizagem dos alunos.

Nas transcrições dos apontamentos aplicados aos alunos, verificamos que estavam bem informados quanto a importância do oxigênio nos processos físico-químicos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos.

Quanto maior a concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água, melhor será a sua qualidade. Este parâmetro é usado para verificar a qualidade das águas superficiais. O O.D. é o critério mais importante nas determinações das condições sanitárias das águas superficiais. Determinar a concentração desse gás é de importância fundamental na avaliação da qualidade das águas, uma vez que o oxigênio está envolvido praticamente em todos os processos químicos e biológicos. A análise de OD em águas subterrâneas tem uso mais limitado como indicador de poluição. Sua medida se torna mais necessária para entendimento de processos químicos e bioquímicos que ocorrem nos aquíferos.

O experimento alternativo desenvolvido pelos estudantes para a determinação do oxigênio dissolvido foi possível de ser realizado porque eles utilizaram um protocolo pré-estabelecido, porém realizaram alterações quando sentiram a necessidade de alterar as etapas do experimento. A observação de interferentes no sistema a partir da introdução de leveduras do tipo *Saccharomyces cerevisiae* foi uma iniciativa importante no experimento, pois através dela os alunos verificaram que o processo de corrosão diminuiu lentamente a medida que as leveduras consumiram o oxigênio dissolvido no sistema.

Figura1. Garrafas de PET (Tereftalato de polietileno) contendo água e palha de aço (triplcata)



Figura 2. Separação do filtrado com papel de filtro para separar a ferrugem



Figura 3. Oxigênio mensurado com teste colorimétrico



Figura 4. Papel contendo o filtrado 1 (denominado de A)



Figura 5. Papel contendo o filtrado 2 (denominado de B)

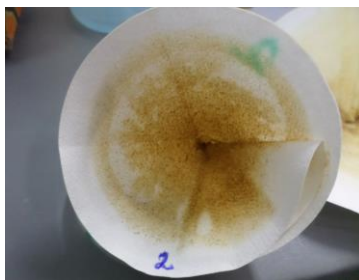


Figura 6. Papel contendo o filtrado 3 (denominado de C)

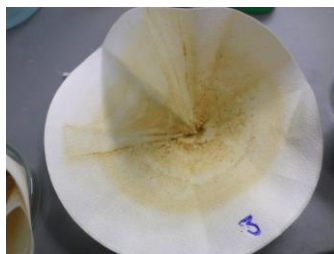
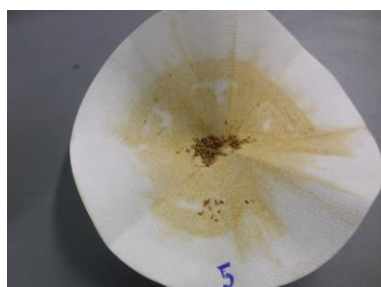


Figura 7. Papel de filtro contendo fermento biológico ativo 4 (denominado de D)



Figura 8. Papel de filtro contendo fermento inativo



Quadro 1. Concepções dos alunos sobre “A presença de microrganismos na água interfere na quantidade de oxigênio disponível no sistema”

	CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS	CONCEPÇÕES APÓS AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS
A1	“o oxigênio deve está presente nos ambientes aquáticos”	“Em quantidade ou concentração abaixo da concentração ideal, o oxigênio pode causar danos aos organismos”
B1	“Os peixes e seres vivos aquáticos são aeróbios”	“A matéria orgânica e os seres vivos da água competem pelo oxigênio”

Tabela 1. Disposição dos materiais nas garrafas de PET.

Recipientes	Água	palha de aço	Açúcar	fermento biológico	fermento aquecido
A	500 ml	1 grama	-----	-----	-----
B	500 ml	1 grama	-----	-----	-----
C	500 ml	1 grama	-----	-----	-----
D	500 ml	1 grama	0,5 grama	0,5 grama	-----
E	500 ml	1 grama	0,5 grama	-----	0,5 grama

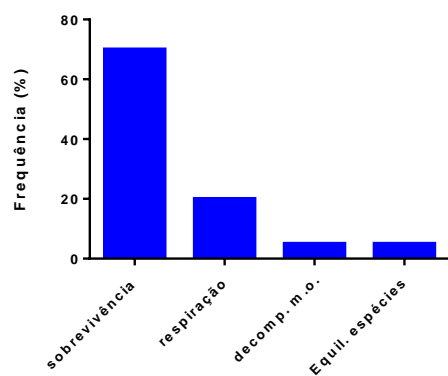
Tabela 2. Massas dos papéis de filtro

Massa inicial do papel de filtro	Massa final do papel de filtro	Massa de óxido formada (mf ₁ -mi ₁)
mi ₁ = 0,7892 g	mf ₁ = 0,7950 g	0.0058
mi ₂ = 0,7874 g	mf ₂ = 0,8141 g	0.0267
mi ₃ = 0,7968 g	mf ₃ = 0,8134 g	0.0166

Fonte: Autor 1 (2018)

Gráfico 1. Importância do oxigênio dissolvido na água

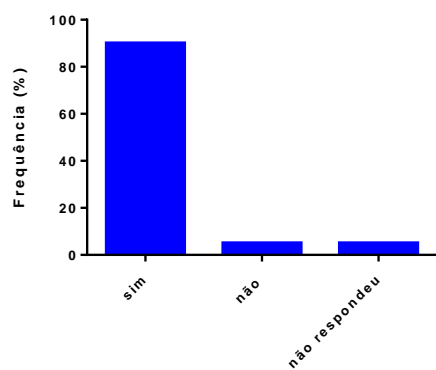
Qual a importância do oxigênio dissolvido na água?



Fonte: Autor 1 (2018)

Gráfico 2. A ausência de oxigênio compromete a vida nos rios e lagos

A ausência de oxigênio compromete a vida nos rios e lagos?



Fonte: Autor 1 (2018)

3.5.5 Referências

- AZEVEDO, E.B. Poluição vs. tratamento de água: duas faces de uma mesma moeda. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 21 -25, 1999.
- BAIRD, C. *Química Ambiental*. 2ª ed. Trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BOYER, T.P; CONKRIGHT, M. e LEVITUS S. Seasonal variability of dissolved oxygen and percent oxygen saturation in the Atlantic and Pacific Oceans. *Deep-Sea Research*, v. 46, p. 1593-1613, 1999.
- BRASIL. Resolução CONAMA n.º 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Revoga os artigos 26 e 34 da Resolução nº 20/86 (revogada pela Resolução nº 357/05). *Diário Oficial da República federativa do Brasil*, Brasília, Seção 1, p. 70-71, 25 jan. 2001.
- BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da República federativa do Brasil*, Brasília, Seção 1, p. 58-63. 2005
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FERREIRA, L. H.; ABREU, D. G.; IAMAMOTO, Y.; ANDRADE, J. F. Experimentação em Sala de Aula e Meio Ambiente: Determinação Simples de Oxigênio Dissolvido em Água. *Química Nova na Escola*, v. 19, maio, 2004.
- FREITAS, A. C. Água: Temática integradora dos conteúdos curriculares aos temas transversais a partir de metodologias investigativas título da dissertação ou tese. 2018. 165 f. Tese (Doutorado em Educação e Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- HAIDA, K.S. 2001. Contribuição da química para a interdisciplinaridade, volume 2. EDUNIOSTE : Cascavel, p. 355.
- HUBERTZ, E.D. e CAHOON, L.B. Shortterm variability of water quality parameters in two shallow estuaries of North Carolina. *Estuaries*, v. 22, p. 814-823, 1999
- SCURACCHIO, Paola Andressa. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Farmacêuticas - Campus Araraquara, Araraquara- SP, 2010. 57f.
- SILVA, R.M.G. Contextualizando aprendizagens em Química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 26-30, 2003.
- SMITH, R.L. *Ecology and field biology*. 4ª ed. Nova Iorque: Harper Collins, 1990.

3.6 QUINTO MANUSCRITO - DA ÁGUA ESCURA À ÁGUA CLARA: A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA VINCULADA À METODOLOGIA PBL NO TRATAMENTO DE ÁGUA REALIZADO POR LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Submetido e está em avaliação na Revista TEAR do Instituto Federal do Rio Grande do Sul

ALINE CARVALHO DE FREITAS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde/ aline_freitas@ifam.edu.br

JOÃO BATISTA TEIXEIRA DA ROCHA

Universidade Federal de Santa Maria/ Centro de Ciências Naturais e Exatas/ Departamento de Bioquímica Toxicológica / jbtrocha@yahoo.com.br

Resumo: A PBL tem o propósito de criar hábitos de estudo e de pensamento pelo método da experiência reflexiva, melhorar o desempenho escolar dos alunos e, principalmente, promover autonomia de aprendizagem e de trabalho em equipe. A proposta foi aplicada na forma de minicurso, onde 25 alunos puderam estimar a qualidade da água usando um experimento alternativo com diferentes reagentes químicos. As avaliações revelam que os estudantes melhoraram a definição de conceitos depois das atividades investigativas. Durante o desenvolvimento dos experimentos demonstraram curiosidade, interesse, autonomia e capacidade de trabalhar em equipe.

Palavras-chave: água, investigação, aprendizagem ativa

Abstract: The purpose of PBL is to create habits of study and thinking through the method of reflective experience, to improve students' school performance and, above all, to promote autonomy in learning and teamwork. The proposal was applied as a minicourse, where twenty and five students could estimate the quality of water by using an alternative experiment with different chemical reagents. Assessments reveal that students had an improvement in the definition of concepts after investigative activities. They showed curiosity, interest, autonomy and skills to work as a team.

Keywords: water, research, active learning

3.6.1 Introdução

Uma metodologia conhecida pela sigla PBL (Problem Based Learning) – Aprendizagem Baseada em Problemas foi desenvolvida inicialmente na Universidade de McMaster, em Hamilton no Canadá, no final da década de 60, envolvendo uma equipe de 20 docentes num programa para o Curso de Medicina. Devido a sua eficiência comprovada, disseminou-se para outras Universidades, nos Estados Unidos, Holanda e Brasil, num conglomerado de mais de 60 escolas ou Universidades, entre elas a Faculdade de Medicina de Marília – FAMEMA, desde 1997 e Universidade Estadual de Londrina, 1998. É considerada uma aprendizagem autogerida e auto-avaliação, aprender a aprender, aprendizagem em grupos de tutoria. Assim, entendemos que o estudante é sujeito de sua própria aprendizagem, desenvolvendo seus próprios objetivos, métodos e estilos de aprender, além de construir técnicas de auto-avaliação. Nesse sentido o aluno deverá tomar notas do máximo de informações que puder e achar pertinentes no decorrer das etapas do experimento e das atividades propostas pelos tutores.

O professor deve provocar a aprendizagem nos alunos, o seu planejamento de aula deverá também levar em conta que o mais importante é elaborar perguntas que instiguem o aluno a vivenciar a busca, a exercitar as várias possibilidades de resposta. Afinal, esse é o exercício que conduz à aprendizagem significativa. É necessário fazer como recomenda Santos (2008, p.65): “provocar a sede” de aprender, problematizando o conteúdo, tornando-o interessante e não tirar o sabor da descoberta dando respostas prontas.

3.6.2 Referencial teórico

Ausubel (1976), psiquiatra norte-americano, que dedicou vinte e cinco anos à psicologia educacional, afirmou que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos já presentes nas experiências de aprendizado anteriores e, por isso, o fator mais importante que influencia na aprendizagem consiste no que o aluno já sabe. É a partir desse ponto de apoio, que deve decorrer a aprendizagem dos novos conceitos. Ou, como resume Moreira (2006), “a aprendizagem significativa é o processo por meio do qual novas informações adquirem significado por interação (não associação) com aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva”. É importante ressaltar que o novo conteúdo deve ser significativo e que o aluno manifeste disposição para aprender.

Segundo Santos (2008) “A aprendizagem somente ocorre se quatro condições básicas forem atendidas: a motivação, o interesse, a habilidade de compartilhar experiências e a

habilidade de interagir com os diferentes contextos”. Sendo assim, o desafio que se estabelece para os educadores é: despertar motivos para a aprendizagem, tornar as aulas interessantes para os adolescentes, trabalhar com conteúdos relevantes para que possam ser compartilhados em outras experiências (além da escola) e tornar a sala de aula um ambiente altamente estimulante para a aprendizagem.

A antítese da aprendizagem significativa é a aprendizagem mecânica, literal, ou memorística em que a nova informação que se apresenta ao aluno não interage com qualquer subsunçor adequado previamente existente na estrutura cognitiva, ou porque este não existe mesmo, ou porque o aluno não quis desenvolver o esforço de confrontar a nova informação com o subsunçor, analisar diferenças e semelhanças, estabelecer as pontes entre ambos, no fundo desencadear o processo de assimilação com significado.

Existem duas condições fundamentais para que ocorra a Aprendizagem Significativa propriamente dita, que seriam a confrontação do aprendiz com um conteúdo potencialmente significativo, o que requer: - que esse conteúdo tenha significado lógico, isto é, que seja conceitualmente coerente, plausível, suscetível de ser logicamente relacionável com qualquer estrutura cognitiva apropriada, portanto seja não arbitrário; trata-se de uma característica do próprio conteúdo; - que existam subsunçores adequados no aprendiz que permitam a assimilação significativa desse novo conteúdo e que o aprendiz tenha uma atitude potencialmente significativa, ou seja, uma predisposição psicológica para aprender de maneira significativa.

A estrutura cognitiva é constituída pelos conteúdos das idéias e sua organização (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980). A aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma nova informação recebida pelo sujeito interage com uma estrutura de conhecimento específica orientada por conceitos relevantes, os conceitos subsunçores - ou conceitos incorporadores, integradores, inseridores, âncoras – determinantes do conhecimento prévio que ancora novas aprendizagens. Moreira (1999, p. 13) enfatiza que não se trata de simples associação, mas “(...) de interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio das quais essas adquirem significados e são integradas à estrutura cognitiva”. Nesse processo, os conceitos subsunçores são reelaborados, tornando-se mais abrangentes e refinados. Conseqüentemente, são aperfeiçoados os significados e melhorada a sua potencialidade para aprendizagens significativas posteriores.

A teoria da aprendizagem significativa é uma teoria construtivista porque defende que o conhecimento é um processo construtivo e valoriza, portanto, muito o papel da estrutura cognitiva prévia de quem aprende. A aprendizagem é considerada em última instância um

processo pessoal e idiossincrásico, ainda que muito influenciado por fatores sociais e pelo ensino na sala de aula que é um processo eminentemente social. Trata-se de uma teoria cognitivo-humanista em que o ser humano atua recorrendo a pensamentos, sentimentos e ações para dar significado às experiências que vai vivendo.

A aprendizagem é significativa quando os conhecimentos passam a dar sentido ao saber e à prática para quem aprende (MOREIRA, 2011). Ausubel pressupõe que os novos conhecimentos devem ser adquiridos a partir de um material que seja interessante (significativo) para o aprendiz e ancorados no seu conhecimento prévio. A interação dos novos conhecimentos com as ideias preexistentes permite que, por meio de sua atividade cognitiva, o aprendiz possa elaborar novos significados, que serão únicos para ele (AUSUBEL, 2000). Segundo essa teoria, ensinar significa criar situações que favoreçam a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000). Para o autor, o termo "significativo" é um processo fenomenológico de aprendizagem que ocorre quando o aprendiz incorpora o conteúdo a um símbolo potencialmente significativo na sua estrutura cognitiva, convertendo-se em um conteúdo cognitivo (MOREIRA, 2011). Assim, aprender significativamente implica atribuir significados ao novo conhecimento, com componentes pessoais presentes no sistema cognitivo de cada sujeito.

Apesar de a literatura sobre a aprendizagem referir que a Teoria da Aprendizagem Significativa encontra-se ancorada no construtivismo, ela também pode ser adicionada à perspectiva cognitivista, porque é concebida como um processo de compreensão, reflexão e atribuição de significados do sujeito em interação com o meio social, ao construir a cultura e por ela ser constituído (MASINI, 2011).

A verdadeira aprendizagem se dá quando o aluno (re) constrói o conhecimento e forma conceitos sólidos sobre o mundo, o que vai possibilitá-lo agir e reagir diante da realidade. Só é eficaz se inserida de forma ativa na realidade. Intervir no real é o fim último da aprendizagem. A condução dessa fase passa pela atitude do professor no sentido de levar o aluno a simular sua ação num contexto real. Acredita-se que somente quando a aprendizagem está de acordo com os objetivos pessoais do aluno é que será significativa e poderá realizar-se rápida e efetivamente, uma vez que todos possuem internamente recursos para a compreensão e modificação de conceitos, atitudes e comportamentos (OLIVEIRA, 2011).

Na aprendizagem significativa, o aluno vai além da memorização ou da resolução de exercícios. Ele consegue transpor seus conhecimentos aprendidos no contexto escolar para resolver outras situações da vida, fazendo correlações entre seus conhecimentos e outros tipos de saberes. A partir de situações relacionadas à vida dos alunos abordamos a problemática da

água de “boa qualidade”, foi elaborada uma atividade experimental simulando uma ETA (Estação de Tratamento de Água) e os alunos ficaram imbuídos de realizar o tratamento das amostras de água aplicando seus conhecimentos próprios sobre o assunto.

3.6.2.1 A temática Água

A água é um elemento natural essencial à vida no planeta, um recurso limitado e que possui papel significativo no desenvolvimento econômico e social de uma região. Entretanto, os usos múltiplos e inadequados interferem na qualidade da água em diferentes escalas e acarretam a diminuição da sua quantidade em termos de qualidade. Além de ser um recurso limitado e dotado de valor econômico, conforme Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), ela é também um bem de domínio público e, assim sendo, todos tem o direito ao seu uso.

Dada a importância da água, enquanto elemento essencial a manutenção da vida dos seres vivos, os tutores biólogos e químicos atuando conjuntamente elaboraram essa proposta que foi desenvolvida pelos alunos. No processo puderam ser abordados conteúdos relacionados à poluição das águas, reações químicas, solubilidade e misturas de substâncias.

3.6.3 Procedimentos metodológicos

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de questionário semi estruturado constituído por quatro questões relativas a qualidade da água, observações de diferentes amostras de água e sobre o tratamento nas ETAs (estações de tratamento de águas). Após a aplicação do questionário “pré teste” foram iniciadas as atividades em laboratório com os alunos. No decorrer dos experimentos eles tiveram que realizar anotações pertinentes aos procedimentos adotados, escrever o esboço das etapas, bem como dos questionamentos e das dúvidas que surgiram até chegarem a uma conclusão final do experimento.

A metodologia empregada foi a PBL (problem based learning), que é uma metodologia ativa considerada como uma melhor forma de ensinar e colocar em prática o conhecimento adquirido em sala de aula, nessa proposta o professor atua como tutor, apenas intermediando as atividades e os grupos de alunos a desenvolvem. Deu-se autonomia para os licenciandos trabalhassem por conta própria.

Preparou-se um litro de uma solução de água misturada com terra preta para tentar simular uma água bem suja e com impurezas, a partir dessa solução foram preparados 6 sistemas diferentes (quadro A), fazendo a intercalação dos reagentes sulfato de alumínio e

hidróxido de cálcio ou água de cal. Esses reagentes tem a função de equilibrar o pH da água e promover a floculação das partículas sólidas em suspensão. Após disponibilizar os reagentes químicos os alunos realizaram os testes nas amostras de água durante as etapas do processo de tratamento e verificaram com o auxílio de fitas medidores, a concentração do pH (potencial hidrogeniônico) nas amostras que analisavam. O pH está relacionado a acidez da água, quanto menor o valor calculado desse parâmetro, maior é a acidez da água. Adicionaram os reagentes, homogeneizavam e aguardavam 15 minutos para verificar se o procedimento havia sido eficiente na clarificar a água.

Quadro A- **SISTEMAS CONSTITUÍDOS DOS REAGENTES PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA.**

Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6
1° Al ₂ (SO ₄) ₃	Apenas Ca(OH) ₂	Apenas Al ₂ (SO ₄) ₃	Ca(OH) ₂ + Al ₂ (SO ₄) ₃	Ca(OH) ₂ + H ₂ O potável	apenas água potável
2° Ca(OH) ₂					

O presente trabalho foi desenvolvido com 25 alunos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, foram trabalhados num total de 06 horas aulas divididas em 02 aulas de 3 horas cada.

Por fim, uma avaliação das atividades realizadas foi planejada, sob a forma de um texto redigido pelos alunos, permitindo assim que expressassem tudo o que aprenderam, se haviam gostado das aulas e também o que não conseguiram assimilar nas aulas.

3.6.4 Resultados e discussão

Desenvolver atividades e discussões que agucem a curiosidade dos alunos são importantes porque podem fazer despertar o seu interesse e motivá-los a descobrir mecanismos de soluções para problemas práticos abordados pelo professor na sala de aula. Quando os tutores propuseram aos alunos realizar o tratamento de água de uma forma simples, sem explicar as reações que estavam envolvidas no processo, criaram um problema investigativo que foi resolvido somente depois de muitas tentativas de erros e acertos que contribuíram no processo de aprendizagem, pois não foi disponibilizado protocolos e não havia respostas prontas. Nas falas dos alunos ficou bem nítida a preocupação de que a falta ou inexistência da qualidade da água pode acarretar danos à saúde. O aluno A1 afirmou que “se um indivíduo ingerir a água que tenha componentes nocivos à saúde, a presença desse

componente no organismo humano provocará o aparecimento de doenças”. Outro aluno ressaltou sobre a importância de um processo de tratamento eficaz afirmando que “a água devidamente potável deve ser insípida e incolor e determinar essas medições somente são possíveis através de testes químicos em laboratório e também em sala de aula como determinamos agora.”

Decorrido o tempo de execução dos experimentos, deixamos que os alunos respondessem algumas questões dando-lhes liberdade, sem que se sentissem avaliados e obrigados a responder exatamente e somente o que o professor desejava saber (tabela 1).

Tabela 1. QUESTIONÁRIO COM A OPINIÃO DOS ALUNOS

Gostou do método empregado nas aulas?	Qual a sua compreensão nas aulas ministradas?
Aluno A1: “Achei muito interessante a abordagem da aula e os métodos para a purificação da água. Foi bem satisfatório ver a água suja ficando limpa.”	“A prática da teórica nos mostra como de fato acontece, é essencial para a compreensão máxima da teoria. Arriscamos dizer que a prática justifica a teoria. Aprender a analisar a água com certeza será útil no futuro, assim como aprender a tratá-la com materiais simples e acessíveis. É uma aula para a vida e não para uma prova”.
Aluno A2: “Foi interessante testar vários métodos e foi bem satisfatório ver a água suja ficando limpa”.	“A atividade de propor uma atividade que representa algo fundamental no dia a dia da população, porém que por vezes não temos noção. O tratamento de água somente possibilita o consumo de água limpa, mas também tem papel importante na saúde pública, evitando doenças”.
Aluno A3: “Achei eficiente e bem simples, pois tratamos rapidamente a amostra de água de forma eficiente”.	“Mesmo não tendo participado integralmente da atividade, acredito que ela deva auxiliar no raciocínio em laboratório, bem como elucidar pontos importantes no tratamento de água”.
Aluno A4: “Muito interessante e esclarecedor, também gostei de como a aula foi dada de modo que nós alunos fomos instigados a resolver os problemas ao longo do experimento”.	“A atividade prática foi bastante útil para aprender sobre o tratamento da água e mostrou os métodos utilizados para o tratamento. Também serviu para dar um pequeno alerta sobre a qualidade da água que utilizamos”.
Aluno A5: “Foi realmente interessante e divertido ver a mudança da água e testar os métodos para isso.”	“Gostei bastante da didática da aula, por meio desta, foi possível visualizar os métodos de tratamento da água, presenciando sua passagem de suja para limpa e potável. Também concluímos a eficiência do sulfato de alumínio para floculação.”
Aluno A6: “A atividade foi muito boa, pois nos permitiu “criar” nosso próprio experimento e usarmos nossa imaginação. Também adquirimos mais conhecimento sobre a água e o que faz dela própria para consumo. Não há pontos negativos, aula excelente!”.	“Foi uma boa metodologia porque saiu da rotina de uma aula programada. A professora deu liberdade para que solucionássemos o problema da maneira em que os alunos achassem mais apropriados. Achamos que mais professores deveriam usar esse método.”

Fonte: Autor

Quando nós e os tutores realizamos uma análise das respostas dos estudantes, futuros professores de Biologia, notamos que gostaram de desenvolver a proposta e acharam interessante o assunto abordado, pois discutiram desde a eficiência dos reagentes químicos até os problemas de saúde pública decorrentes do não tratamento de água.

Foi sugerido que os alunos elaborassem sistemas diferentes com os reagentes químicos para que pudessem comparar entre si qual seria o sistema de tratamento mais eficaz e também observassem no decorrer das etapas do experimento as alterações provenientes da floculação ocasionada por partículas em suspensão e os reagentes adicionados (figuras 1, 2 e 3). A proposta teve um papel importante no desenvolvimento cognitivo dos alunos, eles atuaram como agentes tomadores de decisões, concluíram que o sistema formado por sulfato de alumínio seguido da adição de hidróxido de cálcio foi o responsável pela clarificação da água e cujo pH ficou em torno de 7,0, valor esse considerado o mais apropriado para água de consumo humano.



Figura 1. Recipiente com amostra de água turva e impurezas



Figura 2. Simulando uma estação de tratamento de água

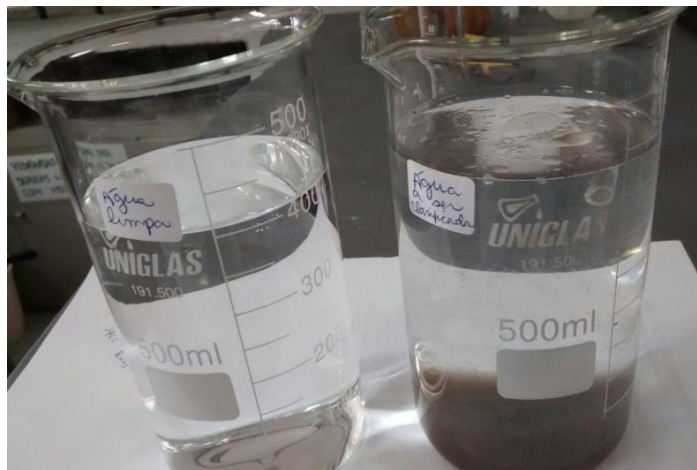


Figura 3. Amostra de água após o tratamento.

Nas atividades executadas observamos que os alunos buscaram incessantemente possíveis soluções para o problema de tratamento da água, testaram os reagentes químicos em diferentes proporções e observavam as reações que ocorriam, essa tomada de decisões deles vem a coincidir com a possível existência da Aprendizagem Significativa, pois nela se defende que o sujeito é o elemento estruturante do seu próprio conhecimento, nesse processo construtivo e reconstrutivo em que pelo menos a mente do sujeito tem de estar ativa de modo a desenvolver o processo por vezes penoso de associar bem o novo conhecimento a ideias subsunçoras da sua estrutura cognitiva, vindo a corroborar com Moreira (2003) que afirma que no processo de aprendizagem, os conceitos subsunçores são reelaborados, tornando-se mais abrangentes e refinados.

3.6.5 Considerações finais

Ausubel (1976) afirmou que se o conteúdo não for significativo para o aluno, será armazenado de maneira isolada, podendo esquecê-lo em seguida, ocorrendo apenas a aprendizagem mecânica. Ao aprofundar a teoria da aprendizagem significativa, alguns estudiosos apresentaram contribuições importantes para tornar a aula um momento favorável à aprendizagem. Santos (2008), Anastasiou (2006), Gasparin (2001) e Vasconcellos (2005), recomendam que o professor envolva os alunos em suas aulas, provocando a participação ao utilizar estratégias que despertem o interesse.

A aprendizagem passa a ser significativa quando o professor utiliza metodologias ativas nesse processo. A PBL é uma metodologia ativa e, portanto pode ser vinculada à aprendizagem significativa, sendo desenvolvida nos sistemas de ensino e aprendizagem.

A experiência de simular uma ETA (estação de tratamento de água) possibilitou aos discentes desconstruir, ressignificar, reconectar e construir conhecimentos. Vimos nela a possibilidade de implementar metodologias ativas e (cri) ativas por meio da qual discentes se tornaram protagonistas de um ensino mais motivador.

3.6.6 Referências

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 10 abril. 2017.

MACÊDO, J. A. B. Águas & Águas. Belo Horizonte: CRQ-MG. 2007. 3 ed. 1043 p.

RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352 p

GASPARIN, J. L. Motivar para aprendizagem significativa. Jornal Mundo Jovem. Porto Alegre, n. 314, p. 8, mar. 2001

ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P.(orgs.). Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em sala de aula. 6. Ed. – Joinville, SC: UNIVILLE, 2006.

SANTOS, J. C. F. dos. Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre: Mediação, 2008.

Ausubel, D. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa (PT): Plátano Edições Técnicas, 2000.

Moreira, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo (SP): Editora Livraria da Física, 2011.

Masini, E. F. S. [Meaningful learning: conditions for occurrence and gaps that may hinder it]. Aprendizagem Significativa Revista, 2011.

Oliveira, F. M. C. S. N., Ferreira, E. C., Rufino, N. A., Santos, M. S. S. [Continuing education and the quality of health care: meaningful learning in nursing practice, 2011.

4. CONCLUSÕES

Os dados revelados nesse estudo são da mesma ordem de grandeza dos publicados na literatura, em si tratando das metodologias de ensino disponíveis e o professor utilizar uma ou mais delas na sua sala de aula. Trabalhar uma proposta que envolva problemas e a investigação propriamente dita, para que assim possa ser considerada, deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas se limitar a favorecer a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Nesse sentido, salienta-se que a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se tão importante quanto à aprendizagem de conceitos ou do conteúdo. Ela enfatiza que as práticas de investigação devem contemplar alguns momentos que devem ser: proposta do problema, preferencialmente em forma de pergunta que estimule a curiosidade científica do estudante; levantamento de hipóteses, que devem ser emitidas pelos alunos por meio de discussões; coleta de dados; análise dos dados obtidos, em que podem ser utilizados gráficos e textos, para que os alunos possam realizar a explicação desses dados; conclusão, quando os alunos formulam respostas ao problema inicial, a partir dos dados obtidos e analisados.

O conhecimento prévio dos alunos, tema que tem mobilizado educadores, especialmente nas últimas duas décadas, é particularmente relevante para o aprendizado científico e matemático. Os alunos chegam à escola já trazendo conceitos próprios para as coisas que observam e modelos elaborados autonomamente para explicar sua realidade vivida, inclusive para os fatos de interesse científico. É importante levar em conta tais conhecimentos, no processo pedagógico, porque o efetivo diálogo pedagógico só se verifica quando há uma confrontação verdadeira de visões e opiniões; o aprendizado da ciência é um processo de transição da visão intuitiva, de senso comum ou de auto-elaboração, pela visão de caráter científico construída pelo aluno, como produto do embate de visões.

Em todas as áreas das Ciências, existe um pensamento que é unanimidade entre os pesquisadores e compreende a grande necessidade de se adotarem métodos de aprendizado ativo e interativo. Os alunos alcançam o aprendizado em um processo complexo, de elaboração pessoal, para o qual o professor e a escola contribuem permitindo ao aluno se comunicar, situar-se em seu grupo, debater sua compreensão, aprender a respeitar e a fazer-se respeitar; dando ao aluno oportunidade de construir modelos explicativos, linhas de argumentação e instrumentos de verificação de contradições; criando situações em que o aluno é instigado ou desafiado a participar e questionar; valorizando as atividades coletivas que propiciem a discussão e a elaboração conjunta de idéias e de práticas; desenvolvendo

atividades lúdicas, nos quais o aluno deve se sentir desafiado pelo jogo do conhecimento e não somente pelos outros participantes.

Muitas vezes, quando pensamos em uma sala de aula, vem a nossa mente um professor ensinando a matéria e os alunos observando o que o professor está a falar ou despreocupados sem se importar com o que está sendo transmitido. Listas de exercícios são comuns e os alunos têm a obrigação de respondê-las para que o professor possa avaliar os conhecimentos adquiridos, sem levar em conta dificuldades, conhecimentos prévios, necessidades reais e experiências dos alunos. Com as novas questões propostas à Educação do século XXI, este cenário tende a mudar. Isto porque, cada vez mais, escolas e professores percebem a importância de buscar novas estratégias de ensino. Foram desenvolvidos jogos durante a elaboração da proposta, pois acredito que eles podem ser um veículo para o desenvolvimento social, emocional e intelectual dos alunos. São importantes ferramentas para se trabalhar conteúdos com os alunos ou ainda servem para avaliar os conhecimentos prévios dos mesmos, antes de se iniciar o conteúdo propriamente dito. O aspecto lúdico é importante para o desenvolvimento emocional e cognitivo dos jovens. Ao participar de jogos, trabalham em grupos, sentem-se desafiados e motivados. Sendo levados a cumprir com diretrizes sobre o respeito às regras, estratégia e controle do tempo e tentam a todo custo vencer os desafios, dessa forma desenvolvem novas habilidades e pontos de vista.

Como uma ferramenta estratégica complementar ao aprendizado do dia a dia, os jogos podem transformar o estudo em um processo mais prazeroso. Para Vygotsky (1989) a relação entre os jogos e a aprendizagem é muito importante, porque através deles ocorre a socialização. Considera que o desenvolvimento ocorre ao longo da vida e que as funções psicológicas superiores são construídas ao longo dela, o autor não estabelece fases para explicar o desenvolvimento, para ele o sujeito não é ativo ou passivo, mas sim interativo porque está continuamente se relacionando com o meio e com os outros. A proposta dos jogos didáticos trabalhou a água porque as diversas questões ambientais e sociais que envolvem a água tornam-na importante. Ela corresponde a um imenso recurso natural do qual as sociedades humanas necessitam para sobreviver.

A resolução de problemas é uma importante estratégia de ensino. Os alunos confrontados com situações-problema novas, mas compatíveis com os instrumentos que já possuem ou que possam adquirir no processo, aprendem a desenvolver estratégia de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades, fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas; a experimentar, a organizar dados, a sistematizar resultados e a validar soluções.

Busca-se superar as dificuldades inerentes ao ensino nas mais diferentes áreas do conhecimento. Ruptura da aprendizagem memorística passando ao ensino mais dinâmico, centrado no aluno, com atividades que venham a estimular o desenvolvimento e a capacidade de iniciativa e descobrimento. Ferramenta que tenta amenizar os aspectos negativos do ensino tradicional. A utilização de metodologias diversificadas pode contribuir com o desenvolvimento de habilidades e conhecimento em um ambiente escolar. Auxiliam na comunicação escrita e oral, pensamento crítico e criativo. Dessa forma, são ferramentas integradoras que contribuem com o professor e o aluno.

O artigo 1, intitulado “Entendendo a dureza e qualidade da água através da aprendizagem baseada em problemas”, buscou-se desenvolver atividades práticas com a PBL visando contribuir com a formação contextualizada de estudantes das Licenciaturas Biológicas. No artigo 2, “A importância da temática água no ensino médio: uma proposta envolvendo a aprendizagem significativa” deu-se ênfase a aplicação de uma atividade de cunho experimental envolvendo a temática água e avaliamos se os resultados da proposta evidenciaram a ocorrência de uma aprendizagem significativa, que leva em conta os conhecimentos prévios

Nos manuscritos 3 e 4, intitulados “Experimentos alternativos para determinação da qualidade da água a partir da utilização de filtros de garrafas de PET” e “Determinando o oxigênio dissolvido na água a partir da utilização de Materiais Alternativos e avaliação de possíveis interferentes no sistema”, respectivamente, foram desenvolvidos os protocolos, através da colaboração dos alunos, culminando em materiais alternativos e de fácil acesso que foram utilizados para verificar a qualidade da água. Através da análise de parâmetros físico-químicos analisou-se a potabilidade, presença de íons interferentes e de oxigênio dissolvido nas amostras de água.

No quinto e último manuscrito, “Da água escura à água clara: a aprendizagem significativa vinculada à metodologia PBL no tratamento de água realizado por licenciandos em Ciências Biológicas”, foi desenvolvido um sistema simulando uma Estação de Tratamento de Águas-ETA's. Através da interação entre as metodologias de aprendizagem investigativa, os alunos desenvolveram processos de tratamentos que envolviam a filtração, cloração e desinfecção da água. Notamos que ficaram motivados a descobrir mecanismos de soluções para problemas práticos do cotidiano.

As metodologias aqui empregadas serviram de aporte e contribuíram no processo ensino-aprendizagem. Foram aplicadas através de uma perspectiva construtivista com a intenção de desenvolver no aluno habilidades para gerenciar o próprio aprendizado, ou seja,

centralizar o aprendizado no estudante para que o mesmo possua uma educação continuada ao longo de sua vida profissional.

O trabalho que desenvolvi é relevante porque pode contribuir com professores formados ou em formação, pois é nítida a dificuldade apresentada em desempenhar um papel relevante na mudança educativa e em seus métodos de ensino para responder às exigências atuais de uso das tecnologias na prática pedagógica. Assim sendo, nos propusemos a tentar mitigar esses problemas enfrentados pelo professor. Como contribuições, podendo gerar impactos na construção de conhecimentos, bem como sua contribuição na promoção de atitudes relacionadas ao uso de atividades experimentais na formação docente e à autonomia do aluno. Tem-se uma visão positiva do uso de metodologias investigativas no Ensino de Ciências aplicada à licenciatura, sobretudo no que se refere ao uso contextualizado e significativo das metodologias ativas na prática docente.

5. UM OLHAR ESPECIAL DA PESQUISADORA SOBRE A TESE

Considero que a proposta apresentada nesse trabalho de tese é facilmente aplicável nas escolas, porém requer que o professor tenha disponibilidade para planejar e elaborar as atividades de modo a alcançar os objetivos propostos. No momento em que estava verificando os conhecimentos prévios dos alunos, tentei fazer que se sentissem valorizados e engajados. A partir daí, abri um espaço para a elaboração e desenvolvimento de atividades experimentais investigativas que possibilitassem aos alunos a tomada de decisões individual e em coletividade sobre as etapas das atividades propostas lançadas pelo professor/tutora serem. A proposta foi desenvolvida com o intuito de motivar os alunos a realizar as atividades e permitir que os mesmos fossem protagonistas das ações.

Nas etapas de desenvolvimento desse trabalho tive que fazer alterações, pois inicialmente pretendia realizar análises de amostras de água utilizando apenas kits de potabilidade, já prontos. Ao avaliar os kits de análise notei que eram muito eficientes, porém devido ao custo dos mesmos tornava-se inviável de serem aplicados nas escolas. A partir daí, surgiu a ideia de elaborar e testar atividades práticas empregando materiais alternativos e de fácil acesso, permitindo sua realização em quaisquer das diversas condições das escolas brasileiras.

No método investigativo abordado não foram oferecidos protocolos para serem seguidos a risca pelos estudantes. Solicitou-se que os mesmos criassem seus próprios roteiros a partir de materiais disponibilizados. Procedendo assim, verifiquei que estava despertando atitudes importantes, tais como a criatividade, o senso crítico investigativo e disposição para o trabalho em equipe. Ao suscitar hipóteses e tentar testá-las estávamos nos apropriando do método científico, pois foram realizadas observações dos fatos, hipóteses foram criadas, seguido da realização de experiências e posterior dedução lógica para tentar comprovar os resultados obtidos.

À medida que os experimentos avançavam, algumas perguntas surgiram para gerar discussões entre os grupos. Ao ouvir o outro e discutir, percebi que ficavam incomodados e curiosos quanto aos resultados obtidos. Esse incômodo gera mudanças significativas na estrutura cognitiva dos alunos.

Na literatura, autores recomendam que o professor envolva os alunos em suas aulas, provocando a participação ao utilizar estratégias que despertem o interesse. Assim sendo, eu me desafiei ao tentar desenvolver propostas que motivassem e, sobretudo, estimular nos

processos que levam os alunos a construir seus conceitos, valores, atitudes e habilidades que lhes permitam crescer como pessoas, como cidadãos e futuros trabalhadores, desempenhando uma influência verdadeiramente construtiva.

A metodologia de aprendizagem ativa é uma metodologia a mais dentre os modelos didáticos de ensino, difere daqueles ditos tradicionais, em que o professor é o centro do processo de transmissão de saberes para alunos que apenas recebem e memorizam o conhecimento transmitido. Nela, os problemas são um estímulo para a aprendizagem e para o desenvolvimento das habilidades de resolução. Tanto é que os estudantes passam a selecionar e a utilizar recursos de investigação e técnicas de coleta de informação com variedade e frequência muito maior que aqueles envolvidos em atividades tradicionais de ensino. Por outro lado, eu enquanto professora não sou vista apenas como fonte de respostas, mas como facilitadora da solução de problemas, os estudantes tendem a se tornar mais competentes na busca de informações.

A solução de problemas geralmente requer interação social. Por isso, muitas das vezes os trabalhos são realizados em equipes. Essas atividades requerem interação social dos estudantes, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades interpessoais e para o aprimoramento do espírito em equipe, que são fundamentais para o bom desempenho no mundo do trabalho. O trabalho em grupo contribuiu com a formação dos alunos, pois alguns apresentavam dificuldades em desenvolver suas competências colaborativas. Conforme salienta Vigotysky (1988), é através do convívio e interação com o outro, que ocorre a constituição do sujeito e de suas características individuais, como personalidade, hábitos, modos de agir e capacidade mental dependem de interações com o meio social em que vive.

As competências colaborativas são evidenciadas quando uma equipe analisa e interpreta os dados obtidos; realizam a comparação de pontos de vista divergentes; e a explicação de conceitos e ideias. A satisfação que os estudantes experimentaram conseqüentemente teve muito mais a ver com a estratégia em si e com a motivação que sentiram. De fato, o aluno tornou-se o protagonista da sua aprendizagem, porque se sentiu motivado, valorizado ao trazer os conhecimentos e suas experiências adquiridas ao longo da vida, assim ampliando e desenvolvendo o seu potencial para novas aprendizagens.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

Pretendemos continuar desenvolvendo atividades de cunho investigativo, que possam ser desenvolvidas com o intuito primordial de contribuir com a formação dos discentes, enquanto agentes de transformação do meio em que estão inseridos. A participação em projetos extensionistas que visem cada vez mais à aproximação da escola com a Universidade é o nosso maior desafio. Sendo assim, buscaremos a nossa inserção no Programa da Rede Nacional de Educação em Ciências Leopoldo De Meis e no Mestrado Tecnológico em Educação do Instituto Federal do Amazonas. As nossas salas de aula são laboratórios riquíssimos para se fazer pesquisas e o ensino, como objeto de pesquisa.

Devo conhecer a realidade dos sujeitos envolvidos no processo educativo, conhecer suas experiências familiares, sua comunidade, suas estratégias de sobrevivência, seus conhecimentos, suas expectativas, suas formas de lazer, pois tais elementos orientam suas condutas nos diversos espaços da vida social. Enquanto uma professora reflexiva que sou, que racionaliza sua própria prática, a crítica, revisa e a fundamenta.

7. REFERÊNCIAS GERAIS

AMORIN, J. A. A. Direito das águas. O regime jurídico da Água Doce no Direito Internacional e no Direito Brasileiro. São Paulo: Atlas, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2002.

AXT, R.; MOREIRA, M. A. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. Rev. Bras. Ens. Fís., 13: 97-103. Porto Alegre, 1991.

AUSUBEL, D.P. (2003). Aquisição e retenção de conhecimentos. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge , 2000.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. CARVALHO, A. M. P. de (org). São Paulo: Thomson, 2006.

BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente, Brasília: MEC/SEF, 1998a

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999b.

BACHELARD, G. La Philosophie du Non. Paris: Presses Universitaires de France. 1981

BARATTER, A. C. Menos Ensino e Mais Aprendizagem / mais sabor no saber. Cascavel-PR: Coluna Do Saber, 2007. 154 p.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias Ativas na Promoção da Formação Crítica do Estudante: O Uso das Metodologias Ativas como Recurso Didático na Formação Crítica do Estudante do Ensino Superior. Cairu em Revista, ano 03, nº 04, p. 119-143, jul/ago. 2014.

CARVALHO, A. M. P. Ciências no Ensino Fundamental – O conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1a . ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013.

CASTANHEIRA, S. F.. Letramento Científico (Ciências Naturais): por um trabalho interdisciplinar. 2007.

CHALMERS, A.F. O Que é a Ciência Afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVEZ FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica. Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.8, n.1, p.101-129, 2015.

CRECHE FIOCRUZ. Projeto Político Pedagógico. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004.

COVAS, Mário. Disponível em:<http://www.crmariocovas.sp.gov.br/tet_1.php?t=001>. Acesso em 15.11.2016.

DEMO, P. Desafios modernos da Educação. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

DEWEY, J. Vida e Educação. São Paulo: Nacional. 1959^a

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. O Ensino de Ciências no 1º grau. São Paulo: Atual.1986. p. 124.

FONSECA, M. R. M. Completamente química: Química Geral. São Paulo, 2001.

GALIAZZI, M. do C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. Ciência & Educação, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

LEITE, C. A. R.; LEITE, E. C. R.; PRANDI, L. R. A aprendizagem na concepção histórico cultural. Akropolis. Umuarama, n. 04, p. 203-210, out/dez. de 2009.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth (Orgs.). Políticas de currículo em múltiplos contextos. São Paulo: Cortez, 2006, 272p. (Série Cultura, memória e currículo). Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782006000200015>. Acesso em 17.06.2017.

MOREIRA, M. A. Uma abordagem cognitivista ao ensino de física. Porto Alegre - RS: Editora da Universidade, 1983.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1999.

PHILIPPI JR, Arlindo. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável /, SP: Manole, 2005.-(Coleção Ambiental; 2

OCDE (2016). PISA 2015 Results: Excellence and Equity in Education. Volume I. Paris: OECD Publishing

OLIVEIRA, V. Teorias psicogenéticas em discussão. **São Paulo: Summus, 1992.**

PÉREZ ECHEVERRÍA, M. Del P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Ed.). A solução de problemas. Porto Alegre - RS: Artes Médicas, 1998, p. 13–40.

POPPER, K. R. Conhecimento objectivo. Uma abordagem evolucionária. São Paulo: Editora Itatiaia. 1975. 394 p.

POPPER, K. R. Conjecturas y Refutaciones : el desarrollo del conocimiento científico. Barcelona: Paidós. 1983. 513 p.

POPPER, K. R. Autobiografia intelectual. 2ª ed. São Paulo: Editora Cultrix. 1986. 251 p.

POSSOBOM, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. E. da S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. Disponível em:http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/atividades_praticas.pdf. Acesso em: 10 jan. 2017.

POZO, J. I. A solução de problemas. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

REBOUÇAS, A.C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. Bahia Análise e Dados, Salvador, V.13, n. Especial, p.341-345.2003.

RODRIGUES, A. S.. Teorias da aprendizagem. Curitiba: IESDE, 2005

ROGERS, C. Liberdade para Aprender. Belo Horizonte: Ed. Interlivros, 1973.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2003. Disponível em http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF. Acesso em: 20 mai. 2017.

WATSON, R. T. et al. Protecting our Planet, Securing Our Future: Linkages among global environmental issues and human needs, publicação do PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Banco Mundial/Nasa, novembro de 1998.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. Obras escogidas: problemas de psicologia geral. Madrid: Rogar Fuenlabrada, 1982.

VYGOTSKY, L. S. (1984) A Formação Social da Mente São Paulo: Martins Fontes.

VYGOTSKY, L. S. A Formação Social da Mente. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento na Idade Escolar. In: Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Vigostky, L. Luria, A. Leontiev, A.N. 11ª. Edição. São Paulo: Ícone, 2010, p. 103-116.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

VIGOTSKY, L. S.; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Tradução de Maria da Penha Villalobos. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1988. p. 103-117.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio. Belo Horizonte. V.13, n.3, p.67-80, set-dez de 2011.

ANEXOS

ANEXO 1. Atividades executadas no curso de águas em Guarapuva-PR com parceria da Companhia de Saneamento de água do Paraná (SANEPAR)

 LABORATÓRIO DE NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO	
<h1>CERTIFICADO</h1>	
<p>Conferido a ALINE CARVALHO DE FREITAS por ter participado como ORGANIZADORA do curso intitulado “VOCÊ CONHECE A SUA ÁGUA?”, oferecido pelo Grupo de Pesquisa do Laboratório de Neurociências e Comportamento da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO em parceria com a Rede Nacional Leopoldo de Meis de Educação e Ciência, no período de 09 de junho a 07 de julho de 2017, perfazendo um total de 20 (vinte) horas.</p>	
<p>Guarapuava, 02 de outubro de 2017.</p>	
 REDE NACIONAL LEOPOLDO DE MEIS DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIA <small>Novos Talentos da Rede Pública</small>	 <hr/> Prof. Dr.ª Juliana Sartori Bonini <small>Professora do Departamento de Farmácia (DEFAR/UNICENTRO) e coordenadora do Laboratório de Neurociências e Comportamento</small>

<p>VOCÊ CONHECE A SUA ÁGUA? 09 de junho a 07 de julho de 2017</p>							
<p>DIA: 09/06/2017 (sexta-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas pré-teste. 							
<p>DIA: 13/06/2017 (terça-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Prática Experimental I: Confecção de filtro caseiro (Protocolo dos alunos); • Prática Experimental II: Análise colorimétrica das amostras (Obtidas dos filtros caseiros); 							
<p>DIA: 20/06/2017 (terça-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Palestra técnico da SANEPAR. 							
<p>DIA: 23/06/2017 (sexta-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Prática Experimental III: Confecção de filtro caseiro (Protocolo dos alunos). 							
<p>DIA 27/06/2016 (terça-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Prática Experimental IV: Análise colorimétrica de amostras de água de lugares diferentes. 							
<p>DIA 30/06/2017 (sexta-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Prática Experimental V: Análise colorimétrica de amostras de água de lugares diferentes; • Discussão e conclusão dos resultados obtidos pelos experimentos dos estudantes • Jogo: Trilha hidrográfica 							
<p>DIA 03/07/2017 (sexta-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Visita à SANEPAR 							
<p>DIA 07/07/2017 (sexta-feira)</p>							
<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas pós-teste. 							
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Carga horária: 20 horas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Folha</td> <td style="text-align: center;">Número</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">003</td> <td style="text-align: center;">75</td> </tr> </table>	Carga horária: 20 horas		Folha	Número	003	75
Carga horária: 20 horas							
Folha	Número						
003	75						

ANEXO 2. Recortes das manchetes de jornal sobre usos e conservação da água no Amazonas

Fonte da manchete	Título	Problemática
G1	Ano 2016- Amazonas. Contato com água contaminada aumenta risco de doenças durante cheia no AM	Rio Negro atingiu 28,91m nesta quinta-feira (25), em Manaus. As inundações das comunidades situadas à beira dos rios não são os únicos transtornos desencadeados pela cheia.
G1	De janeiro a abril de 2017 foram registrados 66.789 casos de diarreias agudas em todo o estado.	Rio Negro atingiu a chamada cota de emergência ao ultrapassar os 29 metros de altura em relação ao mar. Apesar disso e contrariando secretário, prefeitura ainda não editou decreto
G1	Prefeitura de Manacapuru, no AM, decreta emergência após surto de diarreia	A falta de tratamento nas estações de captação do sistema que abastece a cidade provocou um surto de diarreia no município, neste início de ano

ANEXO 3 – Encontro da Rede Nacional de Educação e Ciência LEOPOLDO DE MEIS

**CERTIFICADO**

Certificamos que o trabalho científico intitulado "**CONTRIBUIÇÕES DA PBL NO DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SOBRE A TEMÁTICA ÁGUA.**", de autoria de **ALINE CARVALHO DE FREITAS e JOÃO BATISTA TEIXEIRA DA ROCHA**, foi apresentado sob a forma de pôster, durante o XVI Encontro Anual da Rede Nacional Leopoldo de Meis de Educação e Ciência - RNEC, realizado em Campo Grande-MS no Complexo Multiuso da UFMS, de 6 a 9 de junho de 2018.

Campo Grande, 9 de junho de 2018.

Vivian Mary Barral Dodd Rumjanek
Vivian Mary Barral Dodd Rumjanek
Presidente - RNEC

Anamaria Mello Miranda Paniago
Anamaria Mello Miranda Paniago
Presidente Evento



ANEXO 4 – Participação no Fórum mundial da Água em Brasília



APÊNDICES

APÊNDICE 1 - PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

ATIVIDADE 1- Da água suja à água clara

Assuntos que podem ser abordados: Reações químicas, pH, colóides, solubilidade, misturas de substâncias, processos de separação e poluição das águas

Etapas do processo de tratamento da água usando flocculantes e verificação do pH no decorrer do processo.

Preparou-se um litro de uma solução de água com terra preta para tentar simular uma água bem suja e com impurezas, a partir dessa solução foram preparados 6 sistemas diferentes fazendo a intercalação dos reagentes sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio ou água de cal. Esses reagentes tem a função de equilibrar o pH da água e promover a floculação das partículas sólidas em suspensão.

Foram preparados 100 mL de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,5 molar e 10 mL de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,02 molar. Para realizar o tratamento inicial da água foram colocados 100 mL da água suja em um béquer e em seguida adicionado 0,2 mL de sulfato de alumínio, agitou-se e em seguida 10 mL de hidróxido de cálcio. Aguardou-se 15 minutos para verificar a eficácia do procedimento.

Sistema 1 1° - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2° - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Anotar o que observou
Sistema 2 1° - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 2° - $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Anotar o que observou
Sistema 3 Apenas - $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Anotar o que observou
Sistema 4 Apenas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Anotar o que observou
Sistema 5 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Anotar o que observou
Sistema 6 água	Anotar o que observou

potável

Qual sistema funcionou melhor aparentemente?

ATIVIDADE 2- Qual o volume ocupado pelo gás?

Assuntos que podem ser abordados: Propriedades dos gases, comportamento dos gases

Utilizou-se copos de vidro transparente, uma folha de papel intacta e um recipiente fundo que apresentava altura maior que a do copo, o recipiente foi preenchido com água. A folha de papel foi bem amassada e depositada no fundo do copo, em seguida, o copo foi virado de cabeça para baixo dentro do recipiente com água. Depois de decorridos três minutos, o que aconteceu com o papel?

ATIVIDADE 3- Evaporação da água do mar?

Assuntos que podem ser abordados: Ciclo da água, evaporação da água x clima, estados físicos das substâncias e mudanças de fases

Etapas do processo de evaporação da água usando NaCl e água.

Preparou-se um litro de uma solução de salina de concentração conhecida e próxima a concentração da água do mar. Utilizando-se garrafas de PET e tesouras, foram feitos funis com o gargalo das garrafas e recipientes de coleta de líquido, com a parte inferior das garrafas de PET. Adicionou-se aproximadamente 200 mL da solução de cloreto de sódio (sal de cozinha) e em seguida cobriu-se o recipiente com plástico filme e o recipiente foi exposto ao sol por algumas horas.

Decorrido o intervalo de tempo de duas horas, o que houve com o volume de água do recipiente e o que houve com o plástico filme que cobria a solução. Prove a água do recipiente e a água do plástico filme.

Sr.Cientista, tire suas conclusões!

ATIVIDADE 4- Água furiosa!

Assuntos que podem ser abordados: Reações exotérmicas, catalisadores e reações reversíveis

Reagimos 100 mL de água com 3 gramas de glicose e adicionamos 1,5 gramas de hidróxido de sódio (NaOH). A esta solução foi adicionado algumas gotas de azul de metileno.

Qual a cor inicial da solução formada?

Procure agitar o recipiente contendo a solução e observe o que ocorre com o mesmo?

ATIVIDADE 5- As bolinhas que não se cheiram.

Assuntos que podem ser abordados: densidade, massa e peso dos objetos

Colocamos água em um recipiente de vidro com tampa (frasco). Envolvermos uma bolinha de gude com papel alumínio e outra bolinha de isopor com papel alumínio, apertamos bem o papel nas bolinhas para que ele não soltasse. Em seguida, as duas bolinhas foram colocadas dentro do recipiente de vidro.

Elas tiveram o mesmo comportamento na água?
As bolinhas são mais densas que a água? Justifique

ATIVIDADE 6- Descolorindo um refrigerante do tipo cola com carvão ativado e com carvão vegetal

Assuntos que podem ser abordados: técnicas de filtração, adsorção e purificação de substâncias, superfície de contato e velocidade das reações

Acrescentamos 3 medidas de uma pazinha (espátula) de carvão vegetal a 40 mL de coca cola. Agitamos bem a solução com o auxílio de um bastão de vidro. Aquecemos e filtramos ainda à quente com papel de filtro ou papel de coar café.

Repetir o procedimento utilizando o carvão ativado e anotar o que observou.

Tentar sentir o cheiro que ficou no refrigerante

ATIVIDADE 7- Investigando a densidade de alguns produtos

Assuntos que podem ser abordados: misturas de soluções, solubilidade e densidade

Adicionamos cerca de 5 mL das seguintes soluções glicerina, vaselina, óleo mineral, iodo, álcool e água em tubos de ensaios distintos, cada tubo de ensaio foi previamente identificado com o nome da substância que iria ser testada.

Adicionamos a uma proveta de vidro previamente pesada cerca de 5 mL da solução de glicerina e pesamos novamente a proveta.

Massa da proveta com o líquido diminuída da massa da proveta vazia nos deu a variação da massa. A partir daí encontramos a densidade da substância.

$d = \frac{\text{massa proveta com líquido} - \text{massa proveta vazia}}{\text{volume do líquido adicionado a proveta}}$

Procure responder porque o óleo mineral flutua na água?

Observe os valores das densidades dos líquidos que estão contidas nas embalagens dos mesmos. Esses valores conferem com os que você encontrou?

APÊNDICE 2

PRÉ-QUESTIONÁRIO

1- A produção agrícola é responsável pelo uso de quase 70% da água doce disponível mundialmente para abastecimento.

1-----2-----3-----4-----5

2- Dos 2,5% de água doce do planeta, cerca de 15% estão no Brasil.

1-----2-----3-----4-----5

3- 20% da população mundial habita regiões semi-áridas.

1-----2-----3-----4-----5

4- No Brasil, o consumo médio diário por pessoa é de 170 litros de água.

1-----2-----3-----4-----5

5- Fatores que podem afetar o consumo de água em uma cidade são: a taxa de crescimento da população; as características da cidade (turística, comercial, industrial); os tipos e quantidades de indústrias presentes; o clima, os hábitos e situação socioeconômica da população.

1-----2-----3-----4-----5

6- O clima pode vir a influenciar no consumo de água, quanto mais quente a região, maior o consumo. De modo geral, os valores de consumo médio diário per capita podem oscilar, indo de 300 litros para clima semi-frio e úmido, até 150 litros para um clima tropical muito seco.

1-----2-----3-----4-----5

7- O consumo de água tende a aumentar conforme os países se industrializam, trazendo como consequência maiores emissões de diversos poluentes, como material particulado, poluentes orgânicos persistentes (dentre eles os PCBs), hidrocarbonetos e solventes

1-----2-----3-----4-----5

8- A poluição dos cursos d'água pode resultar, para o homem, em doenças de veiculação hídrica, que representam cerca de 80% das doenças diagnosticadas em seres humanos.

1-----2-----3-----4-----5

9- Alguns exemplos de doenças causadas por vias hídricas são a amebíase, giardíase, hepatite infecciosa, cólera e verminoses, como a esquistossomose, malária, hanseníase e a teníase.

1-----2-----3-----4-----5

10- Termos muito utilizados nos dias atuais, estresse hídrico e escassez estão diretamente ligados a relação população-água.

1-----2-----3-----4-----5

11- O setor industrial, em segundo lugar, é responsável pelo uso de 21% de toda a água disponível para uso

1-----2-----3-----4-----5

12- Sustentabilidade seria o equilíbrio entre geração de produtos e serviços e a capacidade produtiva do meio ambiente, avaliando as entradas (input) e as saídas (output) de matéria prima e resíduos gerados.

1-----2-----3-----4-----5

13- Desperdício é aquela ação pela qual se usa mal, se desaproveita ou se perde uma coisa. Portanto, quando nos referimos ao desperdício da água estamos indicando um conjunto de ações e processos pelos quais os seres humanos usamos mal a água, a desaproveitamos ou a perdemos.

1-----2-----3-----4-----5

APÊNDICE 3

PRÉ-QUESTIONÁRIO

- 1-A água potável é apropriada para consumo e não necessariamente precisa passar por tratamento prévio
 SIM NÃO
- 2-A água é viva?
 SIM NÃO
- 3-Existem apenas 3 etapas importantes no tratamento de água.
 SIM NÃO
- 4-Os microrganismos presentes na água decrescem a concentração de oxigênio presente na mesma
 SIM NÃO
- 5- A água contém vida?
 SIM NÃO
- 6- Floculação é uma das etapas de tratamento que ocorre nas estações de tratamento de água
 SIM NÃO
- 7- A presença de cálcio na água a torna inapropriada ao consumo
 SIM NÃO
- 8- Águas alcalinas apresentam o pH em torno de 6,5
 SIM NÃO
- 9-A luz é o principal elemento da fotossíntese
 SIM NÃO
- 10- O pH flutua consideravelmente de acordo com a hora do dia e com a profundidade da água
 SIM NÃO
- 11-O pH é o índice de concentração de oxigênio em água?
 SIM NÃO
- 12-Na decantação ocorre a separação das partículas em suspensão
 SIM NÃO
- 13-O sulfato de alumínio é o responsável por realizar a floculação da água
 SIM NÃO
- 14-Coagulação é um processo de tratamento de água que pode ser substituído e que não acarreta problemas se for mal executado
 SIM NÃO
- 15-O hipoclorito de sódio é um agente bactericida
 SIM NÃO
- 16-A formação de pequenos flocos durante o tratamento de água indica que o procedimento foi concluído com êxito
 SIM NÃO
- 17-Na presença de hidróxido de sódio, a água se torna mais ácida
 SIM NÃO
- 18- Durante o processo de filtração a água recebe aditivos químicos os quais corrigem a sua acidez
 SIM NÃO
- 19-Cloro, cal, sulfato de alumínio, carvão e areia são utilizados no processo de tratamento da água
 SIM NÃO

20-A etapa de coagulação aglomera as partículas, aumentando o seu volume e peso, permitindo que a gravidade possa agir

SIM

NÃO

APÊNDICE 4

PRÉ-QUESTIONÁRIO

- 1- Você considera a água um alimento? Por quê?
- 2- Defina o que é água potável?
- 3- Cite exemplos de doenças causadas por vias hídricas.
- 4- Por que falta água no mundo?
- 5- Ferver a água é um procedimento que a torna limpa e apropriada para beber? Justifique.
- 6- Observe as amostras de água identificadas como amostra A, amostra B e amostra C. Diga quais delas você beberia e justifique sua resposta.

Tubo 1- com água aparentemente límpida (amostra A)

Tubo 2- com água aparentemente límpida e colorida (amostra B)

Tubo 3- com água e partículas em suspensão (amostra C)
- 7- O que significa dizer que uma água é dura? Como identificá-la.

APÊNDICE 5

PRÉ-QUESTIONÁRIO

- 1- Você sabe o que é a dureza na água?
- 2- Como encontrar a dureza em uma amostra de água?
- 3- Que metais causam dureza na água?
- 4- Qual a relação existente entre a qualidade e a dureza na água?
- 5- O NaCl interfere na dureza e na solubilidade da água?
- 6- A água pode transportar microrganismos?

APÊNDICE 6 - FOTOS DOS EXPERIMENTOS



Figura 1. Avaliando as propriedades de amostras de água



Figura 2. Realizando a análise de parâmetros microbiológicos da água



Figura 3. Observando a reação de oxirredução da água reagindo com ferro



Figura 4. Garrafas de PET contendo o óxido de ferro formado ao final da reação



Figura 5. Realizando o tratamento da água com sulfato de alumínio



Figura 6. Teste alternativo da dureza utilizando sais de cálcio e de sódio na água



Figura 7. Medindo o pH da água



Figura 8. Medindo a amônia dissolvida da água



Figura 9. Filtração utilizando falcon e carvão ativado.



Figura 10. Amostras distintas de água para serem analisadas.



Figura 11. Recipiente com amostra de água turva e impurezas.



Figura 12. Simulando uma estação de tratamento de água.



Figura 13. Amostra de água após o tratamento.

APÊNDICE 7. RETORNO DOS PROFESSORES SOBRE A ATIVIDADE PROPOSTA

Proposta de Experimentos por Investigação

Professor(a):

Nº

01

Formação: Licenciatura em Química

Tempo de Serviço: 16 anos em sala de aula e 07 anos no Instituto Federal

Por gentileza, nos ajude a verificar o trabalho que fora desenvolvido

1- Você conhecia a metodologia de trabalho por investigação (metodologia baseada em problemas)?

Apesar de ainda não conhecer a teoria da metodologia citada, eu já procuro mudar a prática das aulas tradicionais, desta forma, eu já procuro outro método de aprendizagem com o objetivo de fazer com que os discentes tenham maior interação nas aulas.

2- Acha importante realizar experimentos com os alunos? Por quê?

Sim, para que os mesmos tenham maior interesse ao estudar determinado assunto vivenciando os mesmos através da prática.

3- Gostou da proposta de trabalho aplicada?

Sim, a mesma é de fundamental importância para o processo ensino-aprendizagem de Química.

4- O que pode notar quanto ao interesse dos alunos no desenvolvimento da proposta?

Os mesmos ficaram motivados em participar e aumentou o interesse no estudo da disciplina.

5- Quais são as principais dificuldades que temos para realizar atividades experimentais em sala de aula/laboratório?

Falta de estrutura e/ou materiais.

Quanto ao que observaram nos alunos. Dê uma nota de 1 à 5:

1-Interatividade em sala de aula:

1	2	3	4	5
				X

2-Desempenho no trabalho em equipe:

1	2	3	4	5
		X		

3-Aprenderam com os erros:

1	2	3	4	5
				X

4-Ficaram curiosos:

1	2	3	4	5
				X

5-Exposição dos resultados obtidos:

1	2	3	4	5
			x	

6-Ficaram motivados:

1	2	3	4	5
				X

7-Interesse em geral da turma:

1	2	3	4	5
				X

8-Focavam no processo, e não apenas nos resultados.

1	2	3	4	5
			X	

9-Demonstraram autonomia e responsabilidade

1	2	3	4	5
		X		

10-Demonstraram capacidade de pensar sobre os problemas apresentados

1	2	3	4	5
				X

APÊNDICE 8. PROPOSTA DE JOGOS DIDÁTICOS (dominó, bingo e trilha hídrica)
 Está depositado no acervo Educapes-link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206995>

Água potável	Lei das Águas
Instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH)	Definição de água
É um bem comum de domínio público	Objetivos da PNRH
Assegurar a atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água	Qual a importância de se cobrar pela água?
A fim de racionalizar o uso da água	Promove a articulação do planejamento dos recursos hídricos
Conselho Nacional dos Recursos Hídricos	Bacia Hidrográfica
Corresponde a uma área drenada por um rio principal, seus afluentes e subafluentes	São Francisco, Tocantins-Araguaia e Paraná
São exemplos de bacias hidrográficas brasileiras	Parâmetros químicos
Utilizados para mensurar o IQA - índice de qualidade da água	Portaria 518 do M.S.
Vigilância da qualidade da água para consumo humano	Cor
Parâmetro estético de aceitação ou rejeição do produto	Estabelece a condição ácida ou alcalina da água
pH (potencial hidrogeniônico)	Águas impróprias

Não atendem aos critérios mínimos estabelecidos de qualidade	Amazônica
É o nome da maior bacia hidrográfica do Brasil	Formas de desinfecção da água
Cloração, ozonização e radiação ultravioleta	Amônia
Parâmetro químico indicativo de contaminação da água	Insípida, inodora e incolor
Propriedades da água	É a medida da concentração de íons hidrogênio
Índice de pH	Coliformes termotolerantes
São bactérias indicadores de poluição por esgotos domésticos	É vital para a preservação da vida aquática
O₂ dissolvido	Importantes na luta contra as doenças infecciosas
Água, higiene e saneamento	Doenças oriundas por vias hídricas
Disenteria, salmonelose e giardíase	Redução do consumo final do usuário e modificação dos hábitos de consumo
Gerenciamento da demanda de água	Doenças transmitidas por insetos
Filariose e dengue	É a água de qualidade suficiente para se beber e preparar os alimentos

- 1- Quantidade de água que devemos ingerir diariamente
- 2- Processo de tratamento da água
- 3- Adição de cloro para purificar a água
- 4- Mede a acidez da água
- 5- É apropriada para o consumo humano
- 6- Procedimento de limpeza das mãos com água e sabão
- 7- São parâmetros físicos da água
- 8- Processo de separação das partículas sólidas na água
- 9- Abriga cerca de 80% da água do território brasileiro
- 10- Setor de produção que mais utiliza água no mundo
- 11- Signifco da sigla PNRH
- 12- Incluem as pias, tubos, conexões e louças sanitárias
- 13- Onde obtenho informações sobre a qualidade de água que chega até a minha casa?
- 14- É a degradação da qualidade da água
- 15- Sua presença é essencial para a sobrevivência dos organismos aquáticos
- 16- Doença proveniente da água contaminada
- 17- Baixa concentração de oxigênio em ambientes aquáticos
- 18- Água rica em sais minerais
- 19- Processo de remoção de contaminantes químicos e biológicos da água bruta
- 20- Apresenta capacidade de adsorção, filtra os contaminantes da água

2 litros	Filtração	Água potável
Região Amazônica	Equipamentos hidráulicos	Conta de água
Temperatura e salinidade	Agricultura	Plano Nacional de Recursos Hídricos

Disenteria	Conta de água	Poluição
Água	Agricultura	Hipóxia
Amônia	Cloração	Floculação

2 litros	Filtração	Carvão ativado
Agricultura	pH	Conta de água
Temperatura e salinidade	Agricultura	Plano Nacional de Recursos Hídricos

Febre amarela	Carvão ativado	Hipóxia
Água	Equipamentos hidráulicos	Conta de água
Amônia	Cloração	Floculação

Oxigênio	Filtração	Região amazônica
Cólera	Higienização	2 litros
Temperatura e salinidade	Agricultura	Plano Nacional de Recursos Hídricos

2 litros	Filtração	Água potável
Região Amazônica	Cólera	Conta de água
Temperatura e salinidade	Agricultura	Plano Nacional de Recursos Hídricos

Purificação	Filtração	Água potável
Região Amazônica	Cloração	Conta de água
Amônia	Agricultura	Água

2 litros	Filtração	Água potável
Floculação	Equipamentos hidráulicos	Conta de água
Temperatura e salinidade	Agricultura	pH

Decantação	Higienização	Água potável
Floculação	Equipamentos hidráulicos	Região Amazônica
Água	Agricultura	pH

Poluição	Filtração	Água
Floculação	Equipamentos hidráulicos	Cloração
Hipóxia	Agricultura	pH

Amônia	Decantação	Água potável
Floculação	Equipamentos hidráulicos	Conta de água
Temperatura e salinidade	Agricultura	pH

2 litros	Filtração	Água potável
Floculação	Equipamentos hidráulicos	Conta de água
Poluição	Agricultura	pH

