



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL
PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**



MESTRADO PROFISSIONAL

ERIVAN SOUSA CRUZ

**TEMAS TRANSVERSAIS DA QUÍMICA AMBIENTAL E
HISTÓRIA EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTAS
PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES**

ERIVAN SOUSA CRUZ

**TEMAS TRANSVERSAIS DA QUÍMICA AMBIENTAL E
HISTÓRIA EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTAS
PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título de Mestre no Ensino das Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ensino das Ciências Ambientais

Linha de pesquisa: Recursos Naturais e Tecnologia

Orientadora: Profa. Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha

BELÉM-PA
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C955t Cruz, Erivan Sousa.
Temas transversais da química ambiental e história em
quadrinhos como ferramentas pedagógicas para o ensino de ácidos
e bases / Erivan Sousa Cruz. — 2020.
123 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira
Coorientador(a): Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais, Belém, 2020.

1. Metodologia de ensino-aprendizagem. 2. Química. 3.
Histórias em Quadrinhos. 4. Meio-ambiente. I. Título.

CDD 577.14

ERIVAN SOUSA CRUZ

**TEMAS TRANSVERSAIS DA QUÍMICA AMBIENTAL E HISTÓRIA EM
QUADRINHOS COMO FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO
DE ÁCIDOS E BASES**

Data da Defesa: 28/09/2020

Conceito: _____

Banca Examinadora:



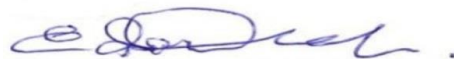
Prof.^ª. Simone de Fátima Pinheiro Pereira - Orientadora
Doutora em Química
Universidade Federal do Pará



Prof. Cleber Silva e Silva
Doutor em Química
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará



Prof. Davis Castro dos Santos
Doutor em Química Analítica
Universidade Federal do Pará



Prof. Edson José Paulino da Rocha - Co-Orientador
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Edison Almeida Rodrigues
Doutor em Engenharia Mecânica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

AGRADECIMENTOS

- Agradeço especialmente, a Deus pela vida, força de vontade e saúde para realizar este trabalho.
- À Universidade Federal do Pará, em especial, ao Programa de Pós-Graduação Em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (PROFCIAMB), pela oportunidade de realização deste curso.
- À professora Dr^a. Simone de Fátima Pinheiro Pereira, do ICEN-PPGQ/IG-PROFCIAMB/UFPA, pela confiança, oportunidade e orientações que jamais serão esquecidas durante a minha vida.
- A banca examinadora pelas correções e sugestões que enriqueceram este trabalho.
- Aos meus familiares e amigos.
- À Biblioteca de Geociências, pelo trabalho de colaboração com as normas deste trabalho, com os alunos e com a UFPA.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

Leonardo da Vinci

RESUMO

O ensino das ciências tem exigido estratégias metodológicas capazes de lidar com uma enorme gama de conteúdos. Com o objetivo de formar, em sala de aula, cidadãos críticos, cumpre-se apoiar modelos diversos de apresentação do conhecimento. A presente pesquisa teve como objetivo principal, melhorar o processo ensino-aprendizagem no ensino de Química utilizando como ferramenta educacional temas transversais da Química Ambiental e a Revista em Quadrinhos. O tema escolhido foi “Ácidos e Bases” e sua relação com fenômenos ambientais, a exemplo da Chuva Ácida. O software escolhido foi o Hagáquê, um criador de histórias em quadrinhos gratuito e o Paint Shop Pro, um editor de imagem. Foram utilizados questionários de sondagem durante aulas expositivas tradicionais, as respostas dos alunos foram tratadas com o programa Excel. A aplicação da metodologia que incluiu, como núcleo principal, as histórias em quadrinhos, foi realizada em duas etapas: a primeira utilizando uma aula tradicional e a segunda à aula utilizando o tema transversal Chuva Ácida e a revista em quadrinho. A pesquisa tornou possível averiguar a melhora no processo de ensino e aprendizagem avaliada através de questionários que demonstrou um aumento no número de acertos a perguntas objetivas antes e depois do emprego da metodologia alternativa em duas turmas de licenciatura em química (2016 e 2019) com uma média em torno de 30 %. A maioria dos alunos respondeu que possuem “grande interesse” pela disciplina química geral e a totalidade dos alunos concluiu que o uso dos temas ambientais e das histórias em quadrinho pode auxiliar no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Metodologia de ensino-aprendizagem. Química. Histórias em Quadrinhos. Meio-ambiente.

ABSTRACT

Science teaching has required methodological strategies capable of dealing with a huge range of content. In order to train critical citizens in the classroom, it is necessary to support different models of knowledge presentation. The present research had as main objective, to improve the teaching-learning process in the teaching of Chemistry using as transversal educational themes of Environmental Chemistry and the Comic Magazine. The theme chosen was “Acids and Bases” and their relationship with environmental phenomena, such as acid rain. The software chosen was Hagáquê, a free comic book creator and Paint Shop Pro, an image editor. Polling questionnaires were used during traditional expository classes, the students' answers were treated with the Excel program. The application of the methodology that included, as the main core, the comic books, was carried out in two stages: the first using a traditional class and the second using the transversal theme Acid Rain and the comic book. The research made it possible to ascertain the improvement in the teaching and learning process assessed through questionnaires that demonstrated an increase in the number of correct answers to objective questions before and after the use of the alternative methodology in two classes of degree in chemistry (2016 and 2019) with an average of around 30%. Most students answered that they have “great interest” in the general chemical discipline and all students concluded that the use of environmental themes and comic books can help in the teaching-learning process.

Keywords: Teaching-learning methodology. Chemistry. Comic Books. Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- O programa Hagáquê-paisagens	40
Figura 2- O programa Hagáquê-personagens	41
Figura 3- O programa Hagáquê-objetos	41
Figura 4- O programa Hagáquê-caixas de diálogo	42
Figura 5- O programa Hagáquê-onomatopeias.....	42
Figura 6- O programa Hagáquê-importação de figuras	43
Figura 7- Seleção de imagens a partir de figuras criadas ou baixadas da Web	43
Figura 8- Figuras elaboradas no Paint Shop Pro.....	44
Figura 9- Criando Picture tubes no Paint Shop Pro	44
Figura 10- Picture tubes do Paint Shop Pro.....	45
Figura 11- Produto História em Quadrinhos Ácidos e Bases: Os pilares da Vida	46
Figura 12- Elaboração das cenas no Paint Shop Pro	46
Figura 13- Elaboração dos diálogos e história final no Microsoft Winword ®.....	47
Figura 14- Pré-aula Tradicional.....	49
Figura 15- Pergunta 1 - Segundo Arrhenius qual a definição de Ácidos e Bases?.....	51
Figura 16- Pergunta 2 - Qual a principal característica dos Ácidos e Bases?.....	51
Figura 17- Pergunta 3 - O que são indicadores Ácidos e Bases? Dê exemplo.....	51
Figura 18- Pergunta 4 - Qual nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonoides presentes em alguns produtos naturais, como açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores Ácidos e Bases?	51
Figura 19- Pergunta 5 - Como define o aprendizado que tem obtido nas aulas de Química?	53
Figura 20- Pergunta 6 - Qual seu interesse pela disciplina Química?	53
Figura 21- Pergunta 7 - O que deveria ser melhorado nas aulas de Química?	53
Figura 22- Elaboração do roteiro realizado pelos alunos na pré-aula.....	56
Figura 23- Apresentação do roteiro da história em quadrinhos.....	56
Figura 24- Pergunta 1 - Como ocorre a formação e dissociação do ácido sulfúrico a partir da reação do trióxido de enxofre gasoso ($\text{SO}_3(\text{g})$) e da água (H_2O) presentes na atmosfera?.....	59

Figura 25- Pergunta 2 - A água de um lago em condições naturais tem o pH em torno de 6,5-7,0, o pH em torno de 5,5 já pode matar larvas, pequenas algas e insetos, prejudicando também os animais que dependem desses organismos para se alimentar. Se o pH da água chegar a 4,0 - 4,5, já pode ocorrer a intoxicação da maioria das espécies de peixes e leva-los até a morte. Como se realiza a neutralização das águas ácidas de rios?	59
Figura 26- Pergunta 3 - Explique de que maneira os ácidos formados pela emissão de gases, com o SO _x e NO _x , podem influenciar na fertilidade dos solos	59
Figura 27- Pergunta 4 - O que você achou do uso do tema Chuva Ácida para o trabalho de conteúdo dos Ácidos e Bases?.....	61
Figura 28- Pergunta 5 - Qual seu interesse pela disciplina Química quando os temas abordam questões ambientais?	61
Figura 29- Pergunta 6 - Você acha que o conteúdo da Química pode ser auxiliado pelo uso de temas ambientais?	61
Figura 30- Pergunta 7 - Você acha que o conteúdo da Química pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?	62
Figura 31- Pergunta 1 - Segundo Arrhenius qual a definição de Ácidos e Bases?.....	65
Figura 32- Pergunta 2 - Qual a principal característica dos Ácidos e Bases?.....	65
Figura 33- Pergunta 3 - O que são indicadores Ácidos e Bases? Dê exemplo.	65
Figura 34- Pergunta 4 - Qual nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonoides presentes em alguns produtos naturais, como açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores Ácidos e Bases?	66
Figura 35- Pergunta 5 - Como define o aprendizado que tem obtido nas aulas de Química?	68
Figura 36- Pergunta 6 - Qual seu interesse pela disciplina Química?	68
Figura 37- Pergunta 7 - O que deveria ser melhorado nas aulas de Química?	68
Figura 38- Pergunta 1 - Como ocorre a formação e dissociação do ácido sulfúrico a partir da reação do trióxido de enxofre gasoso (SO ₃ (g)) e da água (H ₂ O) presentes na atmosfera?	70
Figura 39- Pergunta 2 - A água de um lago em condições naturais tem o pH em torno de 6,5-7,0, o pH em torno de 5,5 já pode matar larvas, pequenas algas e insetos, prejudicando também os animais que dependem desses organismos para se alimentar. Se o pH da água chegar a 4,0 - 4,5, já pode ocorrer a intoxicação da	70

maioria das espécies de peixes e leva-los até a morte. Como se realiza a neutralização das águas ácidas de rios?	
Figura 40- Pergunta 3 - Explique de que maneira os ácidos formados pela emissão de gases, com o SO _x e NO _x , podem influenciar na fertilidade dos solos.	70
Figura 41- Pergunta 4 - O que você achou do uso do tema Chuva Ácida para o trabalho de conteúdo Ácidos e Bases?	71
Figura 42- Pergunta 5 - Qual seu interesse pela disciplina Química quando os temas abordam questões ambientais?	71
Figura 43- Pergunta 6 - Você acha que o conteúdo da Química pode ser auxiliado pelo uso de temas ambientais?	71
Figura 44- Pergunta 7 - Você acha que o conteúdo da química pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?	71
Figura 45- Aluno com revista em quadrinhos	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicação do percentual de acerto após a pré-aula tradicional e após a pré-aula utilizando o tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos (Turma 2016).	63
Tabela 2 - Indicação do percentual de acerto após a aula de Química Geral tradicional e após a aula de Química Geral utilizando o tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos (Turma de 2019).	74

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

EUA.....	Estados Unidos da América
HQ	História em quadrinhos
MEC	Ministério da Educação
PDF	Portable Document Format
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PSP	Paint Shop Pro
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 HIPÓTESE	21
3 OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo geral	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
4.1 O ensino da química.....	22
4.2 A importância da química no cotidiano e na sociedade	24
4.3 A química ambiental.....	28
4.4 Tratando o tema ácidos e bases	29
4.4.1 Forma tradicional	29
4.4.2 Usando temas ambientais.....	31
4.5 Chuva ácida	33
4.6 A história em quadrinhos	35
5 MATERIAIS E MÉTODOS	38
5.1 O uso do software haguáquê	38
5.2 O uso do software paint shop pro	42
5.3 Criando o produto - a história em quadrinhos utilizando o paint shop pro e microsoft word ®	45
5.4 Aplicação da pesquisa.....	46
5.5 Avaliação dos resultados - elaboração dos questionários.....	48
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
6.1 Apresentação e validação do projeto – pré-aula (turma 2016).....	49
6.1.1 Pré-aula utilizando a metodologia tradicional (turma 2016)	49
6.1.2 Pré-aula utilizando a metodologia tradicional com o tema transversal Chuva ácida e desenvolvimento da história em quadrinho (turma 2016).....	54
6.1.3 Comparação dos resultados dos questionários I e II na Pré-aula (turma 2016)....	62
6.2 Apresentação e validação do produto aula de química geral (turma 2019)	64

6.2.1 Aula de Química Geral utilizando a metodologia tradicional (turma 2019).....	65
6.2.2 Aula de Química Geral utilizando a metodologia tradicional com o tema transversal Chuva ácida e desenvolvimento da história em quadrinho (turma 2019).....	69
6.2.3 Comparação dos resultados dos questionários I e II na aula de Química Geral (turma 2019)	73
7 PRODUTO TÉCNICO	78
7.1 A elaboração da revista em quadrinhos.....	78
7.2 A disponibilização da revista em quadrinhos.....	79
8 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A - EMENTA DISCIPLINA QUÍMICA GERAL.....	86
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO 1	87
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO 2	89
APÊNDICE D - HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	91

1. INTRODUÇÃO

Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química é essencial que se explique seu caráter dinâmico, assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. Qual seria, enfim, um modo químico e dialógico de conhecer as coisas vivas e não vivas, as visíveis e invisíveis que povoam o mundo?

A história da Química como conhecimento socialmente produzido deve ser incluída na agenda de trabalho docente porque dá ao aluno a oportunidade de compreender como, de que forma e cumprindo quais etapas, a disciplina se organizou desde sua origem, seus avanços e retrocessos. Importante ter contato com a história da Química para que o campo científico seja entendido como uma construção da mente humana e não uma verdade a ser revelada. A Química é uma ciência da apreensão e formulação de conceitos, de tomada de decisões em circunstâncias as mais diversas. E isso é importante. Nossa tarefa, como docentes, é apresentar a Química dessa maneira, qual seja, um espaço teórico e empírico de experimentação cuja particularidade é a investigação das substâncias desde suas propriedades, transformações e leis regentes. Para Chassot (1993) e outros, a melhoria da qualidade do ensino de Química está fundada sobre três princípios básicos:

Adequação à realidade econômica, política e social do meio onde se insere a escola;

Desenvolvimento de uma Química que tem na experimentação uma das formas de aquisição de dados da realidade, utilizados para a reflexão crítica sobre o mundo e para o aprimoramento do desenvolvimento cognitivo;

Utilização no ensino de Química como um meio de educação para a vida, relacionando os conteúdos aprendidos com o cotidiano dos alunos e com outras áreas do conhecimento, formando a totalidade que explica e interpreta a presença do homem na Terra e o sentido do desenvolvimento científico (CHASSOT et al., 1993).

Dentre os principais problemas enfrentados pelo ensino da Química, destacamos a exigência de alto grau de abstração para o entendimento de conceitos, teorias e modelos microscópicos, bem como para a realização de experimentos.

Para aprender Química, você terá de ser alfabetizado em uma nova linguagem, em um tipo de escrita próprio dessa ciência, terá de aprender a raciocinar utilizando os conceitos químicos. Posso de antemão garantir-lhe que, ao lado do prazer de fazer isso,

haverá dificuldades, uma vez que essa ciência teoriza sobre algo que é invisível, que se vale de modelos abstratos. Daí a importância cuidadosa nesse estudo, de modo que novos termos e conceitos possam ir adquirindo significado cada vez mais amplo (CLEMENTINO, 2006).

Geralmente o professor de química não dispõe de ferramentas adequadas para introduzir novas metodologias em seu cotidiano. Até mesmo o uso de experimentos simples, requer materiais complexos como reagentes e vidrarias que tornam o uso do laboratório muitas vezes inviável mesmo em grandes universidades, este é um problema constante. Porém, é preciso se reinventar, e isto o professor tem feito desde sempre, se adaptando às necessidades em comprometimento os alunos e às instituições.

Segundo Affeldt et al. (2018) o trabalho prático em laboratório é uma pedagogia essencial no ensino de química. Acredita-se que o trabalho de laboratório tenha o potencial de despertar e manter interesse e motivação dos alunos nas aulas de químicas (BLOSSER, 1980; DI FUCCIA et al., 2012; HOFSTEIN et al., 2015; HOFSTEIN; LUNETTA, 2004; LUNETTA et al., 2007). Ao mesmo tempo, exercícios de laboratório também podem promover aprender sobre a natureza da química e ajudar a desenvolver suas habilidades gerais (BENNETT, 2003; HOFSTEIN et al., 2015). Mas a literatura também sugere que os efeitos positivos do trabalho prático não são necessariamente auto-evidentes (TOBIN, 1990).

O trabalho de laboratório tem limites definidos se seguir apenas caminhos pré-escritos, se as atividades e as observações são incompreensíveis para os alunos, ou se as abordagens selecionadas não envolverem intelectualmente os alunos com as atividades (HOFSTEIN et al., 2015).

Um pré-requisito para um trabalho prático bem-sucedido é que a abordagem escolhida para qualquer atividade experimental deve ser fácil de compreender e diretamente conectada ao mundo da vida do aluno para permitir a aprendizagem situada (AFFELDT et al., 2018).

Muitos trabalhos educacionais indicam a necessidade de pedagogias mais inovadoras e criativas para motivar os alunos a educação científica, especialmente no que se refere ao trabalho prático (EILKS et al., 2013; DI FUCCIA et al., 2012; HENARY et al., 2015). Isso significa levar em consideração as habilidades e experiências de mídia dos alunos em consideração. A geração atual é frequentemente descrita como a geração líquida (OBLINGER et al., 2005). Uma característica essencial desta geração é que ela não está mais intimamente ligada a formas tradicionais de

comunicação baseada em texto. Os alunos muitas vezes se envolvem mais fortemente com recursos visuais e comunicação multimídia, com base em suas experiências com a Internet, YouTube, WhatsApp ou Instagram.

Até mesmo estudantes muito jovens de hoje, pelo menos nos países desenvolvidos, podem alternar facilmente entre diferentes mídias formas e suas representações correspondentes, mas geralmente têm problemas para ler e entender textos por mais tempo (OBLINGER et al., 2005).

Grunwald (2003) aponta que lidar com instruções textuais longas está se tornando cada vez mais difícil para muitas pessoas jovens. Se um problema não é motivador ou pessoalmente interessante para eles, eles ignoram ou omitem as passagens da leitura e tentam terminar o texto o mais rápido possível. Mensagens curtas definidas em um contexto significativo criado por imagens específicas, como quadrinhos, se adaptam melhor às experiências de mídia dos alunos do que as instruções convencionais baseadas em texto. É importante frizar que esta pesquisa foi desenvolvida em momento anterior à pandemia ocasionada pelo novo coronavírus. Ainda assim, sobre isto, é necessário mencionar os novos desafios que chegam para o professor. Como cativar a atenção de alunos em aulas remotas com formatos extremamente curtos? Como manter a atenção destes alunos? No tocante a este trabalho, foi de extrema importância ser disponibilizado o material didático tanto digitalmente quanto físico.

A sugestão para superar essas dificuldades é uma forma diferente de apresentar conteúdo científico e instruções experimentais, baseando-as mais intensamente em informações pictóricas (MARKIC et al., 2013).

No contexto da apresentação de contextos e tarefas relacionadas à química, várias ferramentas diferentes foram sugeridas para que incluía diretamente a compreensão intuitiva dos alunos e torne-os mais motivadores e compreensíveis para eles.

As ferramentas visuais são vistas como especialmente importantes para fornecer informações e incorporá-las a informações compreensíveis.

Uma maneira criativa de fazer isso é o uso de desenhos animados ou quadrinhos (KENNEPOHL; ROESKY, 2008).

Os quadrinhos, sejam eles baseados em mídia digital ou tradicionalmente impressos em papel, geralmente pertencem à mídia do mundo da geração mais jovem. A popularidade dos quadrinhos tem sido sugerida como uma causa tanto da maior alfabetização visual e diminuição das habilidades de leitura dos alunos de hoje (TATALOVIC, 2009).

Existem muitos estudos sobre desenhos animados conceituais e seus efeitos na educação científica (KEOGH; NAYLOR, 1999; KENNEPOHL; ROESKY, 2008).

Desenhos animados e quadrinhos conceituais usam imagens associadas ao texto. Os desenhos animados geralmente consistem em apenas uma imagem, onde diferentes personagens mencionam cada um cujo conceito está certo e o outro representa conceitos errôneos comuns (KEOGH; NAYLOR, 1999). Histórias em quadrinhos geralmente narram uma história através de uma sequência de quadros (TATALOVIC, 2009) e geralmente não estão conectados a representações de quaisquer equívocos.

Com todas as dificuldades e mesmo tendo consciência que é preciso melhorar o processo ensino aprendizagem, o excesso de carga horária, o número elevado de turmas atendidas pelo mesmo professor, a ausência de laboratório, de material didático ou de apoio, a deficiência na formação inicial, têm na maioria das vezes contribuído para a falta de planejamento deste, bem como, a falta de interesse de muitos profissionais, que não buscam atualizar-se, que usam o mesmo material por anos consecutivos, que acham que inovar dá trabalho demais e que eles não têm tempo para isso.

Diante de um novo paradigma de ensino, fortalece-se a consciência da relevância de um planejamento didático que passa por uma discussão sobre questões variadas em que a Química associa-se a um contexto socioambiental. Para que o professor de Química possa se apropriar de uma nova proposta pedagógica, todo o complexo sistema educacional precisa viabilizar bons materiais didáticos. Distintas pesquisas, bem como cursos de formação inicial e continuada têm investido nesse sentido, explicitando o potencial de diferentes recursos e indicando, sobretudo a amplitude do que ainda se tem a investigar nessa direção. Uma dessas possibilidades é a utilização das histórias em quadrinhos (HQs) e das tirinhas.

Considera-se que as HQs são materiais cujas características despertam a atenção do leitor, tendo-se em vista o aspecto lúdico, linguístico e estrutural em que as informações são apresentadas. As HQs podem ser percebidas ainda como uma excelente forma de apresentar aos alunos situações cotidianas em que a Química se encontra presente, bem como de favorecer a incorporação da linguagem característica dessa ciência. Como nos afirma Santos (2005) “Conhecer o significado das palavras e seus diversos empregos é ponto fundamental para a compreensão de todas as disciplinas, e a leitura é apenas uma das possibilidades de emprego da história em quadrinhos no ensino”.

Nesse sentido, os quadrinhos podem ser trabalhados a partir do olhar docente explorando o seu potencial de contextualização, multidisciplinar e linguístico. Ressalta-se que as HQs possibilitam, acima de tudo, a prática da leitura nas aulas de Química, o que é essencial para melhor entendimento dos conteúdos.

Uma das grandes dificuldades dos alunos, nessa disciplina, se dá, muitas vezes, pela falta do hábito da leitura, o que se torna um dificultador de todo o processo de aprendizagem, pois aprender química, como em qualquer disciplina, envolve o ato de ler, bem como compreender e interpretar aquilo que se lê. Nessa perspectiva, vale considerar que os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio, PCNEM, trazem um conjunto de habilidades e competências a serem desenvolvidas na área de conhecimento químico, tais como: descrever as transformações químicas em linguagem discursiva; traduzir a linguagem simbólica da química em linguagem discursiva e vice-versa; fazer a leitura de gráficos, tabelas e relações matemáticas; identificar fontes e meios de informação de modo a obter subsídios importantes para o conhecimento da Química.

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Pará (UFPA) entre os alunos de Licenciatura em Química e teve como objetivo utilizar como ferramenta educacional a Revista em Quadrinhos com o uso de tema transversal de Química Ambiental para melhorar o processo ensino-aprendizagem no ensino de Química.

2 HIPÓTESE

As Histórias em Quadrinhos (HQs) com temas da Química Ambiental ajudam no processo ensino-aprendizagem e tornam as aulas de Química mais dinâmicas, diversificadas e eficazes.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

O presente trabalho tem como objetivo principal, melhorar o processo ensino-aprendizagem no ensino de Química utilizando como ferramenta educacional a Revista em Quadrinhos com temática ambiental.

3.2 ESPECÍFICOS

- Definir e revisar os temas de Química e Química Ambiental apropriados ao desenvolvimento da história em quadrinhos
- Avaliar através de questionário a capacidade do aluno de Química em analisar problemas ambientais e desenvolver soluções adequadas.
- Analisar o uso da HQ na melhoria da habilidade do aluno quanto à interpretação e a aplicação do novo conhecimento adquirido.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O ENSINO DA QUÍMICA

Nos anos 60, o ensino tradicional predominava nas escolas, embora houvesse esforços no processo de renovação do ensino, pois o papel do professor era somente o de transmitir o conhecimento acumulado pela humanidade através de enfadonhas aulas expositivas, em que, aos alunos, era cabível absorver informações passivamente, pois o conhecimento científico era considerado verdade absoluta sem margem para um questionamento analítico sobre ele.

Através dos projetos de ensino e nos cursos de formação de professores surge o interesse em desenvolver atividades experimentais que chegaram a ser apontadas como solução para o ensino de química e receberam o título de “facilitadores da transmissão do saber científico”.

O ensino de química tem como objetivo a dar condições para o aluno identificar problemas observando os fatos, suscitar hipóteses, testá-las, confirmá-las e até abandoná-las quando necessário e tirar conclusões sozinho. O aluno teria a aptidão de redescobrir o que a ciência impunha como verdade única compreendida então como método científico.

Enfatizava-se o “modelo científico” nas disciplinas das ciências exatas e naturais, levando alguns professores a se equivocarem quanto aos conceitos de metodologia científica e metodologia do ensino das ciências exatas e naturais.

Acreditava-se que para produzir o conhecimento científico, se deveria ter tendência empirista e indutivista a partir de experiências diretas com os fenômenos naturais seria possível descobrir as leis da natureza. A partir da década de 80, comprovou-se que o simples experimentar não era garantia para a construção do conhecimento científico.

Devido à crise política-econômica em meados da década de 70, que abalou as estruturas das crenças da ciência como neutra e a ingenuidade da visão do desenvolvimento tecnológico, surgiu a necessidade de discutir sobre políticas sociais de produção e de como aplicar o conhecimento da ciência e da tecnologia, tanto na comunidade brasileira como em suas escolas.

Um dos principais problemas no ensino da química, sem dúvida, está relacionado ao grau de abstração necessário para o entendimento de conceitos, teorias e modelos em nível microscópicos, bem como as dificuldades na realização de experimentos, ou a

falta de condições para realizá-los, que auxiliem na construção desse processo de ensino-aprendizagem, o que faz do professor agente fundamental na mediação desse processo.

É durante o processo de aprendizagem que o estudante se apropria dos conceitos e conteúdos, e para que isso se torne significativo, é necessário que exista uma relação com o seu conhecimento prévio, caso contrário, ocorre uma aprendizagem mecânica, onde o aluno decora fórmulas, leis, conceitos apenas para realizar as avaliações, logo após tudo é esquecido, como enfatiza Novais, citada por, Clementino (2011).

Para aprender Química, você terá de ser alfabetizado em uma nova linguagem, em um tipo de escrita próprio dessa ciência, terá de aprender a raciocinar utilizando os conceitos químicos. Posso de antemão garantindo-lhe que, ao lado do prazer de fazer isso, haverá dificuldades, uma vez que essa ciência teoriza sobre algo que é invisível, que se vale de modelos abstratos. Daí a importância cuidadosa nesse estudo, de modo que novos termos e conceitos possam ir adquirindo significado cada vez mais amplo (NOVAIS apud CLEMENTINO 2011).

Todavia o excesso de carga horária, o número elevado de escolas atendidas pelo mesmo professor, a ausência de laboratório, de material didático ou de apoio, a deficiência na formação inicial, tem na maioria das vezes contribuído para a falta de planejamento deste, bem como, a falta de interesse de muitos profissionais, que não buscam atualizar-se, que usam o mesmo material por anos consecutivos, que acham que inovar dá trabalho demais e que eles não têm tempo para isso.

Essa postura do professor torna suas aulas desinteressantes, exaustivas, taxadas por seus alunos como “chatas” e sem nenhum significado.

O professor precisa estar preparado e disposto a efetuar mudanças, não apenas no aspecto da sua atualização acadêmica, mas principalmente, no desenvolvimento das relações sociais, que são fundamentais na interação entre quem ensina e quem aprende, contribuindo assim, para uma aprendizagem mais significativa, relacionada ao universo de conhecimento e experiências do aluno.

O professor precisa estar sensível às necessidades de seus alunos e procurar sempre fazer uma conexão entre os conteúdos a serem ministrados e os conhecimentos prévios destes, isto fará com que o espaço da sala de aula se torne prazeroso, pois o aluno se sentirá fazendo parte do processo.

As aulas se tornarão mais interessantes e eles participarão mais. E essa conexão se dará na maioria das vezes através das temáticas voltadas para o cotidiano e para a atualidade.

4.2 A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA NO COTIDIANO E NA SOCIEDADE

A Química é parte inalienável do nosso cotidiano e o público leigo, bem como os estudantes recém-ingressos nos cursos superiores, desconhecem sua absoluta capilaridade. A primeira impressão de alunas e alunos diz respeito à relação entre a Química e a realidade cotidiana, tomando-a por uma atividade restrita ao laboratório e apenas apreensível, em sua totalidade, pela comunidade de grandes cientistas, tal qual retratado nos romances, nos filmes, nas novelas e demais fontes de informação do imaginário coletivo. Ao docente caberá demonstrar que nosso entorno é todo ele químico; que as substâncias que nos cercam atravessam repetidas transformações o tempo todo; que o nosso corpo é também um laboratório químico; que a Química é uma ciência em pleno desenvolvimento e suas aplicações estão intimamente relacionadas conosco e a imensa e inapreensível rede que nos torna quem somos. É o que afirmam De Boni e Goldani, conforme se lê:

Nós praticamos química o tempo todo nas nossas atividades diárias, ou seja, o ato de cozinhar, lavar roupa, tomar remédio, adubar o gramado, pintar a casa, ou acender um palito de fósforo, por exemplo, estão diretamente relacionados com esta ciência. Em todas estas atividades substâncias interagem e mudanças químicas ocorrem. No nosso corpo quando respiramos, caminhamos e os alimentos sofrem digestão, reações químicas ocorrem constantemente. Os problemas ambientais que vivenciamos e lidamos hoje em dia, como a disposição de efluentes líquidos domésticos e industriais, a Chuva Ácida, o efeito estufa, o *smog* fotoquímico, dentre outros tantos, são todos essencialmente problemas químicos. Muitos bens são agora feitos de polímeros e cerâmicas ao invés de madeira e metal graças à nossa habilidade de produzir materiais não encontrados na natureza (DE BONI; GOLDANI, 2007, p. 1).

O trecho de De Boni e Goldani é bastante ilustrativo porque contextualiza, quer dizer, oferece um “ponto de partida comum” para a Química e os conhecimentos por ela mobilizados. Cozinhar, medicar-se, adubar a terra, o acompanhamento do fenômeno atmosférico da Chuva Ácida. São todas atividades fundamentais para agrupamentos humanos os mais diversos, tornadas banais em razão da sua repetição, e cujos desdobramentos alcançam a vida na sua inteireza. Para além da nossa existência

doméstica, muito do nosso progresso e desenvolvimento devem menção às descobertas químicas: a produção de alimentos, a indústria farmacêutica, os itens de beleza e higiene, as roupas que usamos, o combustível com o qual abastecemos nossos veículos, a água que bebemos, o ar que respiramos. Nossa qualidade de vida, nossa cultura e nosso estar-no-mundo estão ligados à Química por serem processos químicos *por si* ou porque são afetados por eles.

Assim, é necessária uma prática de ensino contextualizada com a realidade do aluno, onde pretende relacionar os conteúdos de química com o cotidiano deste, respeitando as diversidades de cada um, visando à formação do cidadão, e o exercício de seu senso crítico.

As pessoas deveriam relacionar esta ciência em sua realidade sem nenhuma dificuldade e no espaço escolar os educandos teriam maior facilidade em envolvê-la em seu cotidiano. São questões que vem sendo discutidas entre pesquisadores, estudiosos, professores nas últimas décadas. No entanto, tem-se percebido que essas discussões andam a passos lentos e temos a sensação de que houve poucos avanços em relação ao ensino de química.

Outros questionamentos são relevantes, como a compreensão do ensino da química para a vida futura dos alunos; os métodos, materiais e fenômenos que constituem e que transformam o mundo em que vivem. É notório conhecer substâncias presentes em qualquer material como o ar, as águas, os solos, os alimentos, os medicamentos, os tecidos, cremes dentais, detergentes, xampus, combustíveis, corantes, embalagens, o universo é infinito, e a natureza tem suas propriedades relevantes para que se tenham maior interação com materiais e substâncias sejam no ambiente escolar ou fora dele.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, através de Brasil (2006) afirma que “os conhecimentos difundidos no ensino de química permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada”, possibilitando ao aluno inserido nesse processo sentir-se como um ente ativo e atuante no universo em constante transformação.

Santos e Schnetzler (2003), afirmam que:

É necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no seu dia a dia, bem como se posicionarem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química e quanto às decisões referentes aos investimentos

nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento.

Busca-se que o aluno entenda a Química de maneira mais crítica para que possa ser um cidadão mais atuante a sociedade neste sentido. E os PCN's em Brasil (1999), afirma que fazendo uso das experiências dos estudantes e os acontecimentos do cotidiano, a realidade histórica e cultural associada às informações midiáticas e a vivência escolar, pretende reelaborar os saberes científicos em Química que possibilitam uma nova visão de mundo com fundamentação na ciência.

Lutfi (2000), considera:

O cotidiano não como uma relação individual com a sociedade, pois existem mecanismos de acomodação e alienação que permeiam as classes sociais, mas considera a necessidade de fazer emergir o extraordinário daquilo que é ordinário, ou seja, buscar naquilo que nos pareça mais comum, mais próximo, o que existe de extraordinário, que foge ao bom senso, em que tem uma explicação que precisa ser desvelada.

Utilizar fatos e conteúdos relacionados com o cotidiano é uma das maneiras que tornam a química mais atrativa, necessária e indispensáveis na tarefa de formar um cidadão. Mas não basta mencionar os fatos é preciso compreender os conceitos e desenvolver a capacidade de tomar decisões. E como afirma Lutfi (2000):

Esse é um campo muito rico para a atuação dos professores, pois muitas atividades presentes no cotidiano envolvem processos físicos, químicos e bioquímicos que passam despercebidos. Como são processos vividos por todos e não refletidos, espontâneos, a reflexão sobre eles pode levar-nos a níveis acima da cotidianidade.

É importante entender alguns conhecimentos básicos de química que contribua para a formação cidadã do educando no ensino médio. Além de sua importância dentro da aprendizagem de futuros educadores dessa disciplina. Sendo que o papel do professor deve estar em saber selecionar os conteúdos que realmente irão contribuir para a formação do educando, tornando-o crítico e perceptivo perante os problemas que o cercam, preparando assim para uma concepção transformadora.

A Química está presente em nosso cotidiano, mais do que muitos estudantes podem imaginar. A primeira impressão que os alunos possuem, é que essa disciplina não se aproxima em nada de sua vida e realidade, o que a faz uma Ciência real apenas em laboratórios, palpável apenas aos grandes cientistas, como aborda os filmes de ficção científica.

Cabe ao professor tentar mudar essa visão, demonstrando que tudo a nossa volta é Química, que os materiais que nos cercam passam por transformações, que o nosso corpo é um sofisticado “laboratório” químico, que a Química é uma Ciência em pleno desenvolvimento, que suas aplicações estão intimamente relacionadas conosco ou com o que está ao nosso redor.

Daí a importância de se trabalhar a Química em sala de aula de forma contextualizada, aproximando essa Ciência da realidade e de assuntos atuais, relacionados ao cotidiano dos estudantes. Ressaltando que essa Ciência trouxe muito progresso e desenvolvimento em diversas áreas como: produção de alimentos, medicamentos, produtos de beleza e higiene, vestuário, combustível e muitas outras, assim a química está intimamente relacionada ao nosso cotidiano contribuindo para a nossa existência, a nossa cultura, e a nossa qualidade de vida.

Dessa maneira o professor contribuirá também, para mudar a visão errônea que muitos estudantes têm, de que a Química é prejudicial ao ambiente, que é responsável pela poluição e desastres ecológicos que ocorrem no planeta. Ressaltando que o problema não está na Química em si, mas no mau uso que se faz dela, onde pessoas movidas por interesses duvidosos, pela ganância, poder, têm manuseado essa Ciência de forma a gerar prejuízos ao ambiente, devido a grande quantidade de produtos químicos nocivos que são descartados no meio ambiente de forma incorreta, Souza et al. (2011) descrevem esses produtos:

Os agentes químicos poluidores mais comuns são os fertilizantes agrícolas e agrotóxicos (usados para o melhor rendimento da colheita); compostos orgânicos sintéticos, como plásticos, detergentes, tintas, solventes e herbicidas, dentre outros; e compostos inorgânicos e minerais que, quando derramados nas águas, causam modificações no pH (acidez ou alcalino) e salinidade, assim como podem torna-las tóxicas. Fertilizantes e agrotóxicos, quando aplicados sobre os campos de cultivo, podem atingir os corpos d'água, através da água da chuva e da irrigação, chegando aos lençóis freáticos. Metais pesados (*Cu, Zn, Hg, Pb, Ni* etc.), quando em excesso nas águas, são bioacumulados nos organismos, uma vez que não são metabolizados, causando danos em seu sistema nervoso central. (SOUZA et al., 2011).

Em posse dessas informações, estudantes e sociedade como um todo, exercendo seu papel como cidadãos informados e conscientes, através de pensamentos críticos e atitudes participativas, podem e devem exigir que o desenvolvimento científico e tecnológico advindo do conhecimento, promova uma relação harmoniosa entre seres

humanos e meio ambiente, proporcionando uma qualidade de vida melhor no presente e garantindo a existência das gerações futuras.

Cada grupo da sociedade pode e deve fazer a sua parte para amenizar esses problemas, como ressalta Azevedo (1999).

Aos químicos, compete a tarefa de descobrir substâncias menos nocivas ao ambiente; aos engenheiros químicos, o desenvolvimento de processos que produzam bens de consumo com o mínimo de rejeito e o máximo de reciclagem; e aos professores, a responsabilidade de conscientização social e ambiental dos conhecimentos químicos (AZEVEDO, 1999).

4.3 A QUÍMICA AMBIENTAL

A Sociedade Brasileira de Química (SBQ), por meio da sua Divisão de Química Ambiental, define Química Ambiental como o estudo científico dos processos que ocorrem na natureza, sejam eles naturais ou causados pelo ser humano, comprometedores da saúde humana e da saúde do planeta como um todo. A Química Ambiental é uma área ampla e interdisciplinar que dialoga com disciplinas tais como ecologia, geologia, engenharia ambiental, biologia, entre outras. Ocupa-se com a atmosfera, a água e o solo. Diante do cenário mundial e dos problemas ambientais, torna-se crucial procurar soluções para os desafios encontrados. De acordo com Santos:

[...] há uma grande preocupação em entender a química do meio ambiente com o objetivo de melhorar a qualidade de vida em nosso planeta, pois a química desempenha um papel fundamental no meio ambiente por ser uma ciência que trata das substâncias da Natureza, dos elementos que a constituem, de suas características e propriedades. Sendo assim, a iniciativa da Química Ambiental é promover o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos compatíveis com a saúde humana e que preservam o meio ambiente (SANTOS, 2009, p. 20).

Os avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas são responsáveis por benefícios incalculáveis para a humanidade. O meio ambiente, porém, não foi poupado e já há muito tempo a natureza responde à exploração desordenada de seus recursos naturais. O efeito estufa, a contaminação da água e do solo por resíduos tóxicos, Chuva Ácida e demais circunstâncias amplamente divulgadas pelos meios de comunicação e pelas autoridades competentes. Bastaria, por ora, consultar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os 17 (dezessete) ODS são metas globais determinadas na ocasião da Assembleia das Nações Unidas. Todos os países signatários

assumem o compromisso com um plano de ação global que conjuga as dimensões econômica, social e ambiental. Em relação ao planeta, anuncia a ONU: “estamos determinados a proteger o planeta da degradação, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras” (ONU, 2020). Em tudo dito há Química, o que corrobora a ideia de que o planeta não pode prescindir da investigação da matéria, da transformação da matéria e da energia requisitada para aquela transformação. É Brown quem compartilha conosco os princípios norteadores da Química Ambiental e que precisam ser divulgados para o maior número de pessoas, visando a identificação dos principais problemas, bem como o endereçamento de saídas eficientes. A Química Ambiental ressalta a importância da Química como ciência do humano e do planeta; assim como a não separação entre humano e natureza:

É melhor evitar os rejeitos do que tratá-los ou limpá-los depois de criados. Ao sintetizar novas substâncias, o método empregado deverá gerar o mínimo possível de produtos de rejeitos. As substâncias geradas devem possuir pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente. Os processos químicos devem ser desenvolvidos para ser tão eficientes em termos de energia quanto possível, evitando altas temperaturas e pressões. Quando possível, devemos utilizar catalizadores contendo substâncias comuns e seguras. Quando for técnica e economicamente viável, as matérias-primas usadas para os processos químicos devem ser provenientes de estoques com suprimentos renováveis. As substâncias auxiliares, como solventes, devem ser eliminadas ou transformadas em inócuas quando possível (BROWN, 2005, p. 67).

4.4 TRATANDO O TEMA ÁCIDOS E BASES

4.4.1 Forma Tradicional

A teoria dos ácidos e bases, como muitas outras teorias químicas, sofreu numerosas mudanças nos últimos tempos. Sempre as mudanças foram feitas para tornar a teoria mais geral. As três principais teorias em uso hoje são: Teoria de Arrhenius, Teoria de Bronsted- Lowry e a Teoria de Lewis. De maneira geral a forma tradicional de ensino, trata estas três teorias sem associá-las ao cotidiano do aluno, que muitas vezes, traz a noção do que é ácido ou do que é alcalino devido sua vivência com produtos caseiros ou alimentos que são identificados pelo gosto, mas que não consegue utilizar este conhecimento prévio com o que é ministrado em sala de aula.

Como destaca Costa et al. (2005):

A metodologia tradicional de ensino de Química na Educação Básica se destaca pela utilização de regras, fórmulas e nomenclaturas, gerando uma grande desmotivação entre os alunos. Soma-se a este fato a ausência de correlação desta disciplina com o cotidiano desses alunos, tornando a Química, que é uma ciência de natureza experimental, excessivamente abstrata. (COSTA et al., 2005)

Dessa forma, os temas ácidos e bases são tratados no ensino superior dentro da unidade Funções da Química Inorgânica, de acordo com a maioria dos livros didáticos utilizados no ensino médio, são abordados: a sua importância no dia a dia das pessoas e no setor industrial, também são trabalhados os conceitos de tabela de pH, assim como, conceituação, teoria de dissociação iônica de Arrhenius, os critérios por meio dos quais ácidos e bases são classificados, fórmula, nomenclatura, propriedades principais, indicador ácido-base, problemas ambientais correlacionados às substâncias inorgânicas.

Na prática pedagógica do professor de química do ensino médio esse conteúdo é repassado de forma mecânica, através da imposição de modelos, de exercícios de memorização, da fragmentação do conhecimento, não trazendo nenhuma reflexão para o aluno do ponto de vista de sua formação química, nem tão pouco como cidadão.

O professor de Química do ensino médio, geralmente, não aborda todo o conteúdo, pois na maioria das vezes não tem domínio do assunto, ele faz uma seleção daquilo que ele “acha” que sabe e ministra as aulas.

A principal ferramenta utilizada nessas aulas tradicionais é o livro didático, e muitas vezes é a única fonte de consulta para o planejamento das aulas. O professor não procura outras fontes de pesquisas, para aprofundar o assunto ou melhorar a metodologia de suas aulas, pois ou o mesmo não usufrui de tempo necessário para isso, ou não tem interesse em melhorar sua prática pedagógica.

Geralmente, a relação entre o conteúdo e o cotidiano dos alunos não é feita, pois o professor alega que o número de aulas não é suficiente para cumprir os conceitos químicos e muito menos para abrir discussões que perpassam além do que normalmente se aborda no dia-a-dia. Essa posição pode demonstrar que alguns professores estão fechados para as atualizações de mundo que vêm acontecendo, tal como a evolução tecnológica e novas metodologias de ensino para sala de aula.

4.4.2 Usando Temas Ambientais

Os conteúdos relacionados aos ácidos e às bases podem ser trabalhados, segundo nossa hipótese de pesquisa, por meio dos chamados “temas ambientais”. Tais temas devem surgir das condições de existência dos alunos e alunas, sua experiência concreta, estimulando a busca por soluções para problemas reais e instalados. Do ponto de vista social, aponta para questões debatidas no país e no mundo, a exemplo dos ODS acima apresentados; o que garantirá ao estudante a possibilidade de se posicionar criticamente frente sua relação com o planeta. Segundo Santos e Schnetzler (2003, p.30), trabalhar temas químicos sociais em sala de aula contribui para a formação do cidadão crítico.

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, além de permitirem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, com a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 30).

Já para Damasceno, “a inclusão de temas ambientais nas aulas de química tem como objetivo a contextualização do conteúdo, permitindo que o aluno perceba o papel social da química, suas aplicações e consequências” (DAMASCENO, 2006, p.15). Ainda de acordo com a autora, a inclusão do meio ambiente na agenda escolar é um gesto em direção ao fortalecimento do elo entre a química e os temas ambientais (DAMASCENO, 2006, p. 15). Entretanto, a série de problemas enfrentada pelo professor quando em atividade contribui para uma abordagem majoritariamente informativa, quando não superficial.

É importante considerar a Química Ambiental uma disciplina indispensável para a compreensão das crises atravessadas pelo planeta já duas décadas passadas desde o início do século XXI. O conhecimento químico, sendo também científico, é determinante para a proposição de soluções que diminuam nossas principais crises coletivas. Grandes questões ambientais põem em xeque as condições de existência da humanidade; daí ser tão importante nos comprometer com ementas que dialoguem com os assuntos recorrentes nas reuniões ambientais que mobilizam o mundo.

Dentre os temas geradores da Química Ambiental, destacamos os agrotóxicos; os impactos causados por indústrias; a questão do lixo; poluição das águas; a poluição térmica; a poluição atmosférica (Chuva Ácida, destruição da camada de ozônio, aquecimento global, mudanças climáticas); entre outros assuntos urgentes. Todo

conteúdo a ser cumprido pelo Ensino Médio, por exemplo, é concluído *durante* a abordagem e a apresentação das ideias acima indicadas, contribuindo para a reflexão e a tomada de decisões, a partir da observação da própria rotina e da vida do planeta. Trata-se de oferecer elementos para que o estudante se entenda como agente ativo e participativo da sociedade, usufruindo dos seus direitos e se mantendo atento para seus deveres de cidadão. Vaitsman (2000), ao ressaltar a importância da química para um modo de vida mais informado, escreve que:

O ensino de química no contexto do exercício da cidadania está amplamente relacionado à qualidade de vida, ao cotidiano e ao meio ambiente. Cada vez mais o cidadão necessita de conhecimentos da Química para se alimentar inteligentemente, proteger-se de doenças, escolher criteriosamente as mercadorias que pretende adquirir, descartar materiais de forma consciente e se posicionar frente a impactos ambientais e ao emprego de tecnologias (VAITSMAN, 2000).

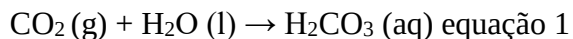
4.5 CHUVA ÁCIDA

A Chuva Ácida, aliás, é o que se pode classificar como um tema químico *e* ambiental. As atividades humanas são as responsáveis pela emissão de gases na atmosfera, culminando com o aquecimento global e a poluição atmosférica, por exemplo. Consideramos que os conceitos de ácidos, bases, óxidos — tal qual as medidas de pH, indicadores ácido-base etc. — podem ser abordados de maneira ainda mais dinâmica que a habitual. O termo “Chuva Ácida” foi utilizado, a primeira vez, pelo químico e climatologista britânico Robert Angus Smith, no ano de 1872. Smith cunhou a expressão quando precisou descrever a precipitação ácida sobre a cidade de Manchester, localizada no Reino Unido. Era início da Revolução Industrial do século XVIII. E se, por um lado, os avanços tecnológicos asseguraram maior rapidez de produção, por outro, conduziu alterações dramáticas no meio ambiente. A queima de toneladas de carvão mineral por parte das máquinas a vapor — principais geradoras de energia na época — libera uma enorme quantidade de poluentes, ocasionando alterações significativas na vida sobre a Terra. “A precipitação ácida acontece quando há o aumento da concentração de gases como o dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO , NO_2 , N_2O_5), e os óxidos de carbono (CO e CO_2) que, ao entrarem em contato com água da chuva produzem ácidos” (MARTINS, 2010, p. 10).

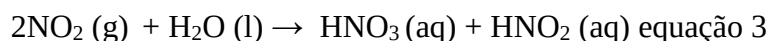
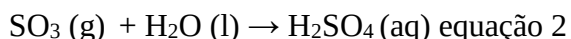
Pois a emissão de gases poluentes aumentou em função do desenvolvimento industrial e da grande circulação de veículos automotores em áreas urbanas, especialmente; muito embora a Chuva Ácida, deslocada por massas de ar, seja um fenômeno que pode ocorrer em regiões diferentes daquela onde os gases poluentes foram formados. Fornaro destaca as principais fontes de poluentes atmosféricos:

[dentre as] principais fontes de poluentes atmosféricos destacam-se a queima de combustíveis (gás natural, carvão, gasolina, álcool, diesel etc.); processos industriais (fundições, refinarias, fabricação de fertilizantes ou papel etc.); queimadas (florestas, plantações); sal marinho; erupções vulcânicas; suspensão do material particulado do solo; reações químicas na atmosfera (também classificados como processos de remoção de poluentes, pois quando uma espécie é transformada em outra se tem um mecanismo de remoção da espécie original) (FORNARO, 2006, p. 81).

Habitualmente, as chuvas são ligeiramente ácidas devido à reação entre o dióxido de carbono (CO_2) e o vapor d'água, formando o ácido carbônico (H_2CO_3), um ácido fraco, como pode ser observado na equação 1:



Essas chuvas apresentam um pH próximo de 5,6 (BASHKIN; RADOJEVIC, 2003 apud LEITE et al., 2010, p. 2). Do ponto de vista químico, considera-se que a chuva é ácida quando o seu pH é inferior a 5,6 (RHODES; MIDDLETON, 1983; BASHKIN; RADOJEVIC, 2003 apud LEITE et al., 2010, p.2) pode-se mesmo alcançar o pH do vinagre (pH=3). Estes valores de pH, baixos, são causados pela presença de ácidos, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), formados a partir do dióxido de enxofre (SO_2) e do monóxido de azoto, respectivamente, presentes na atmosfera (BASHKIN; RADOJEVIC, 2003 apud LEITE et al., 2010, p.2), conforme as equações 2 e 3:



A chuva ácida provoca efeitos notáveis e preocupantes ao meio ambiente, a seguir citamos apenas alguns exemplos como: a grande mortandade de espécies aquática em rios, lagos e canais, não sobrevivem se o pH for igual ou menor que 5 ou maior que 8, o empobrecimento do solo provoca a morte das florestas, ocorre a aceleração do processo de desertificação, desfiguração de paisagens naturais, o bloqueio de estradas pelo deslizamento de encostas, a erosão, assoreamento dos rios, a contaminação das águas por metais pesados, entre outros problemas ambientais.

4.6 A HISTÓRIA EM QUADRINHOS

Em 1827, Rodolphe Töpffer (1799-1846), um escritor e pedagogo suíço do início do século XIX, desenhou o rascunho de “*Les Amours de Monsieur Vieux Bois*” e, em 1831, publicou sua “*Histoire de M. Jabot*”; duas narrativas curtas que circularam no colégio interno de Töpffer e nas rodas literárias europeias (BRANDIGI, 2013, p.69). A grande novidade em relação às histórias mencionadas está na sua forma ou na sua *nova* forma: o desenho, em preto e branco, muito inspirado na caricatura inglesa do século XVII — William Hogarth, Thomas Rowlandson, James Gillray, etc. —, disposto em tiras, uma por página. As caixas feitas molduras dos desenhos não eram uniformes e estão separadas por uma linha vertical. O texto era disposto a maneira de uma legenda logo abaixo do desenho.

Nem uma sequência de cartuns políticos nem texto ilustrado, “*Histoire de M. Jabot*” é um experimento original ao qual Töpffer chama “literatura em gravuras”. A consciência do autor sobre a originalidade de seu modo de expressão, bem como a inseparabilidade entre imagem e texto, faz da obra a primeira história em quadrinhos desenhada de que se tem conhecimento. Antes mesmo da sua publicação, corriam elogios em direção a Töpffer. Consta que Johann Wolfgang von Goethe, tendo entrado em contato com uns poucos rascunhos de Töpffer, elogiou efusivamente o trabalho do desenhista (BRANDIGI, 2013, p.313). O encorajamento levou Töpffer a criar mais seis quadrinhos entre 1827 e 1845.

Ainda no ano de 1845 foi publicado o primeiro ensaio dedicado aos quadrinhos, o “*Essai de physiognomonie*”, autoria de Töpffer. O ensaio demonstra que Töpffer esteve atento para as especificidades daquilo que havia criado: a interdependência entre desenho e texto; a importância do personagem; o desenho narrativo (BRANDIGI, 2013). A difusão internacional dos trabalhos de Töpffer garantiu que seu traço e sua proposta fossem divulgados em muitos outros países e, já na década de 1840, podia-se encontrar álbuns de histórias satíricas desenhados por terceiros e cujo tema, em geral, castigava a velha burguesia.

A chegada das HQs na imprensa foi responsável por duas inovações importantes. A primeira delas, outra vez, em relação ao formato, com o aparecimento de histórias de página inteira. Um desdobramento da primeira inovação foi a HQ silenciosa — os quadrinhos sem texto — cujo mestre é o caricaturista alemão Wilhelm Busch (DW, 2020). O modelo alemão de publicação, aliás, ficou conhecido por apresentar

quadrinhos muito curtos e irreverentes que correram todo o mundo. Em 1874, foi publicada a primeira revista dedicada às histórias em quadrinhos e, em 1879, revistas de grande circulação, a exemplo da *Harper's New Monthly*, passaram a considerar as narrativas curtas nas suas páginas.

No contexto brasileiro, foi o ítalo-brasileiro Angelo Agostini quem primeiro publicou quadrinhos no país. São trabalhos de Agostini “As aventuras de Nhô Quim ou Impressos de uma Viagem à Corte” (1869) e as “As Aventuras de Zé Caipora” (1883). A influência europeia é ainda bastante presente, muito embora Agostini acene para um estilo reconhecidamente autoral: “ao contrário dos outros chargistas da época, seu traço não tende ao caricatural. A linha é dura, de características acadêmicas e pretensões realistas, as charges apresentam técnicas de perspectiva e buscam a ilusão de profundidade e o desenho tende a um modelado arredondado, garantido pelos esfuminhos do artista” (ITAUCULTURAL, 2020). Os últimos anos do século XIX assistiram à prevalência do documento impresso, seguindo a toada gráfica ditada pela prensa de Gutemberg e pelo aperfeiçoamento das técnicas de impressão. A imprensa diária multiplicou suas páginas e baixou seus preços de venda. Nesse contexto, os quadrinhos foram tornados um recurso de informação e de enfrentamento político.

Uma revisão da literatura apontou para um número significativo de pesquisas dedicadas ao uso de histórias em quadrinhos nas aulas de ciências, o que demonstra um interesse das universidades pelo gênero narrativo há tempos (HOSLER; BOOMER, 2011; LIN; LIN, 2016; SPIEGEL et al., 2013; TATALOVIC, 2009). De saída, cumpre dizer que a ideia de histórias em quadrinhos como recurso pedagógico não foi recebida com euforia pela comunidade acadêmica. Muitos foram confrontados com a dificuldade de entendimento e a dúvida de *como* as histórias em quadrinhos seriam tornadas instrumentos de pesquisa e investigação. O fato do gênero narrativo em questão fazer parte da indústria de massa foi também elemento que retardou sua aceitação entre pesquisadores e docentes. Mas a universidade levou tempo até aceitar meios de comunicação em geral, ainda que de alcance mundial, a exemplos do cinema e do rádio, como objeto de estudo ou ferramenta metodológica alternativa. Patrick Charaudeau, no seu livro “Discurso das Mídias”, escreveu: “a situação de comunicação é como um palco, com suas restrições de espaço, de tempo, de relações, de palavras, no qual se encenam as trocas sociais e aquilo que constitui seu valor simbólico” (CHARAUDEAU, 2012, p. 67). O trecho é importante porque revela a maneira como a *forma* da comunicação é referendada pelas “trocas sociais” fomentando a criação de

“valores simbólicos”. Em primeiro lugar, a universidade deve promover diálogos com campos do conhecimento que estão no interior da própria universidade. O conjunto composto pelas faculdades de uma universidade tem o mérito de formar uma imensa rede teórico-prática que pode ser mobilizada para repensar metodologias mais participativas e menos comprometidas com a transmissão vertical de conteúdos programáticos. Apenas as relações são capazes de apoiar a criação de recursos didáticos que explorem o lúdico, o especulativo, o dinâmico e o que é próprio de experimentos mentais e raciocínios lógicos.

De acordo com Vergueiro (apud OLIVEIRA, 2002), nem toda desconfiança acadêmica em relação ao gênero narrativo das histórias em quadrinhos desapareceu. Mas já universidades do mundo inteiro venceram a primeira fronteira, encontrando nas HQs um proveitoso expediente para a instrumentalização de professores contra um modelo de comunicação docente→discente antiquado e, em alguma medida, burocrático.

O movimento pela absorção das histórias em quadrinhos pelo ambiente acadêmico começou em fins da década de 1960 e início de 1970, quando alguns poucos nomes demonstraram interesse pelo assunto e passaram a abordá-lo dos pontos de vista semiológico, histórico, estético etc. Uma breve consulta ao acervo virtual da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), aqui selecionada em razão do seu Programa de Estudos Pós-Graduados em Comunicação e Semiótica (COS), revelará pesquisas acadêmicas voltadas para “quadrinhos e resistência política”; “quadrinhos e produção de sentido”; “mangás, animes e psicologia”; “violência contra mulheres trabalhadoras nos quadrinhos”; “quadrinhos digitais: uma análise de possibilidades”; “o dialeto caipira no gênero textual das histórias em quadrinhos”; “quadrinhos e justiça”; além dos curiosos “Cálculo em quadrinhos” e “Álgebra em quadrinhos”, ambos escritos pelo matemático, formado pela Universidade de Harvard, Larry Gonick. São cursos básicos e ilustrados sobre cálculo e álgebra que lançam mão de gráficos bem humorados e quadrinhos para apresentar temas espinhosos como funções, integrais, reta numérica, taxas etc. De fato, quadrinhos tornam quaisquer narrativas “visualizáveis”, sendo considerados pelos alunos como compreensíveis e de linguagem amigável. O desenvolvimento de quadrinhos em sala de aula permite aos instrutores conectar tarefas científicas às situações vividas por todos.

Histórias em quadrinhos representam, portanto, uma linguagem verbovisual que faz mover sentimentos humanos, transmitindo mensagens por meio de símbolos e imagens (DALACOSTA et al., 2009; SILVEIRA; CARUSO, 2009). Podem, ainda, ser apresentadas como uma “[...] forma de expressão artística que tenta representar um movimento através do registro de *imagens estáticas*” (GUIMARÃES, 1999, p. 1, grifos nossos), narrando histórias através de uma sequência de quadros associados (TATALOVIC, 2009). Assim, é objetivo da presente dissertação identificar as percepções de alunas e alunos sobre as instruções experimentais baseadas em histórias em quadrinhos, comparando seus resultados às aulas tradicionais de química nas escolas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Tendo em vista o atendimento dos objetivos deste estudo procedeu-se a avaliação da participação de alunos no processo de ensino/aprendizagem quando abordados os temas “Ácidos e Bases” e “Chuva Ácida”, considerando de especial interesse a observação das habilidades interpretativas verbais e visuais dos discentes; análise das observações que, por sua vez, foram registradas pelos discentes em questionários aplicados; mensuração do interesse pela disciplina, no âmbito da Química, quando oferecido o conteúdo a partir do debate sobre Química e Meio Ambiente; análise dos aspectos motivacionais implicados nas HQs e seu potencial para o favorecimento do processo de ensino/aprendizagem; avaliação das HQs quanto ao apoio oferecido para a transição da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

A pesquisa foi projetada para alunos do curso de Licenciatura em Química - turmas 2016 (10 alunos) e 2019 (20 alunos) - do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (UFPA) na disciplina química geral (ementa da disciplina no Anexo I), lançando mão de entrevistas semi-estruturadas. A avaliação dos resultados foi feita com o auxílio dos questionários que foram aplicados em 2 (duas) etapas distintas.

Quanto à natureza desta pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois tem como propósito a geração de novos conhecimentos para aplicações práticas e a solução de problemas específicos.

Quanto à abordagem do problema pode ser definida como quantitativa, porque podemos traduzir em números, opiniões e informações para classificar e analisar.

Este trabalho utilizou dois tipos de metodologia de ensino, a aula tradicional, onde o plano de aula foi confeccionado com base no programa da disciplina Química Geral e se utilizou o software Power Point, projetor e quadro branco como recursos para a aula sobre ácidos e bases e a aula utilizando tema transversal Chuva ácida, utilizando os mesmos recursos didáticos e a utilização do programa Hagáquê.

A avaliação da pesquisa foi realizada através de questionários (Anexo II e III) e tratada pela estatística descritiva.

A metodologia proposta para que se alcance o objetivo do trabalho, que foi descobrir se as inovações testadas motivavam os alunos para o aprendizado baseado em questionamentos e quão bem os novos métodos se encaixam nas capacidades dos alunos, especialmente em comparação com as instruções convencionais de aula, seguiu as seguintes etapas.

1. Primeiramente foi abordado, segundo uma aula tradicional, o tema ácidos e bases que constou dos seguintes conteúdos: Ácidos e bases: definições de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, pH e pOH, Indicadores ácidos e básicos, Ácidos e bases fortes e fracos, Principais ácidos e bases, Óxidos ácidos e básicos, Reações de neutralização.
2. Após a aula foi aplicado o primeiro questionário (Anexo II), aos alunos com o objetivo de avaliar a compreensão dos conceitos químicos de ácidos e bases.
3. Em um segundo momento, foi realizada a aula expositiva envolvendo o assunto, ácidos e bases e sua inter-relação com o fenômeno ambiental, chuva ácida com os seguintes conteúdos: chuva ácida, causas e consequências; efeitos da chuva ácida sobre o solo, a água e as florestas; efeitos da chuva ácida em monumentos e a arquitetura; efeitos da chuva ácida sobre a saúde humana; prejuízos para o homem e para o meio ambiente;
4. Uma minioficina do uso do programa Hagáquê foi ministrada aos alunos ao final da aula e também foi disponibilizado o programa de elaboração da história em quadrinhos.
5. Ao término da aula foi solicitado aos alunos que formaram grupos de no máximo 4 alunos e fizeram a elaboração dos roteiros das histórias em quadrinhos.
6. Após a apresentação dos roteiros foi aplicado o segundo questionário (Anexo III) com o objetivo de avaliar se houve melhora no processo ensino aprendizagem do conteúdo exposto.

A história em quadrinhos confeccionada no programa Hagáquê foi efetivada como uma atividade extraclasse e foi apresentada na forma de seminário pelos grupos de alunos na aula seguinte. A história foi criada na seguinte sequência: Elaboração do roteiro pelos alunos, com a escolha dos personagens e diálogos, confecção ou escolha dos cenários, personagens, balões, falas, onomatopeias que é o processo de formação de palavras ou fonemas com o objetivo de tentar imitar o barulho de um som, quando são pronunciadas.

5.1 O USO DO SOFTWARE HAGÁQUÊ

O Hagáquê é um software educativo de apoio à alfabetização e ao domínio da linguagem escrita. O referido software nos forneceu um banco de imagens com os

diversos componentes para a construção de cenários, personagens, paisagens, objetos, caixas de diálogos etc.

Na metodologia adotada de construção da história em quadrinhos, primeiramente se ministrou uma pré-aula para testar a metodologia e após a aula utilizando o tema transversal da Química Ambiental, para melhorar o entendimento do tema ácido-base, a turma foi dividida em 4 grupos e foi solicitado aos alunos que fizessem um roteiro da história com o tema proposto e se explicou brevemente o funcionamento do software Hagáquê para a construção da história.

Na construção da História em Quadrinhos foi utilizado o Software Hagáquê, que dispõe de vários elementos gráficos como o Hagáquê - Paisagens, Hagáquê - Personagens, Hagáquê - Objetos, Hagáquê - Caixas de Diálogo, Hagáquê - Importação de imagens.

Foram utilizados quadrinhos na forma quadrangular como moldura de um momento de ação, bem como balões, onomatopeia, cenários e a narrativa visual.

Elaboração do roteiro: após definição do roteiro com a escolha dos personagens e diálogos a história deve ser criada nas seguintes sequências:

O primeiro passo é a criação do cenário, como pode ser visto na Figura 1. Para criar o cenário é preciso acessar a tela inicial do Software e clicar sobre a opção “cenário colorido”, clicar sobre a área branca em que se deseja inserir o cenário e então escolher entre os cenários disponíveis. Também é possível inserir imagens de fora do programa, clicando na opção “novo cenário”, buscar na base de dados do computador e inserir.

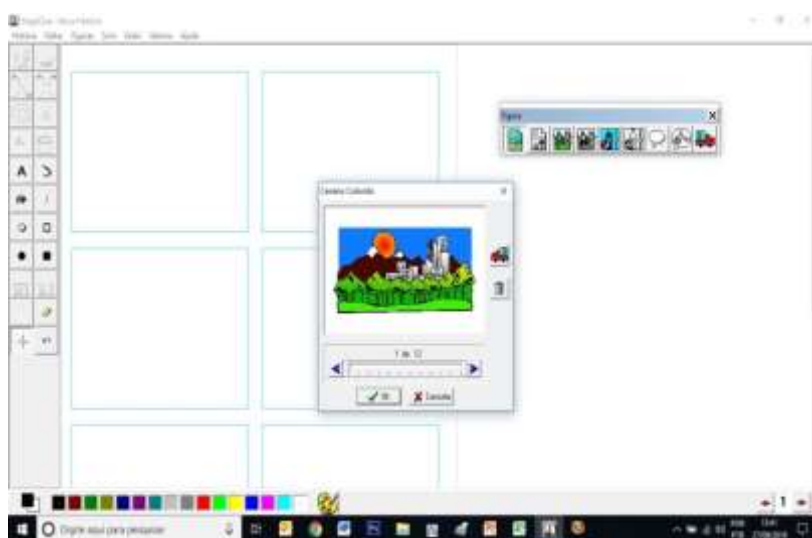


Figura 1- O programa Hagáquê-paisagens

O segundo passo é a definição dos personagens, como pode ser verificado na Figura 2. Para isto, basta clicar na opção “personagem colorido”, escolher o personagem e adicioná-lo ao espaço/cenário desejado.

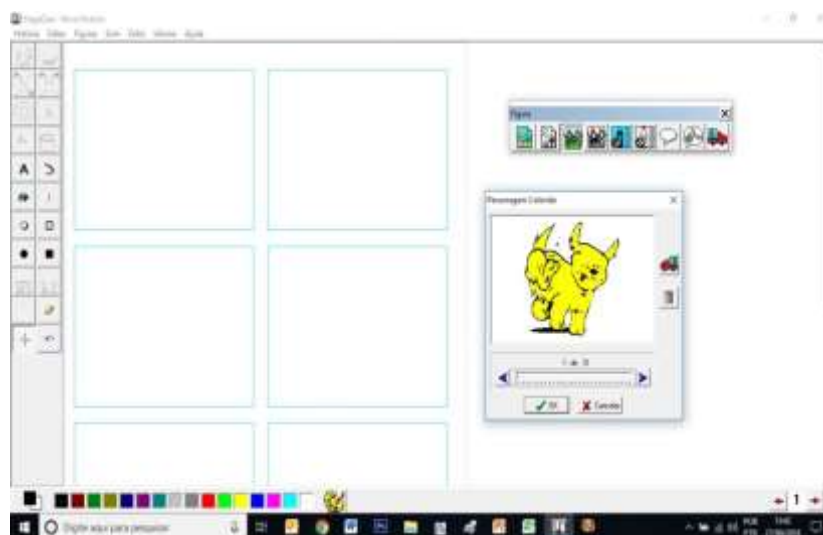


Figura 2- O programa Hagáquê-personagens

O mesmo passo se repete para a adição de objetos, clica-se no item “objeto colorido”, como na Figura 3.

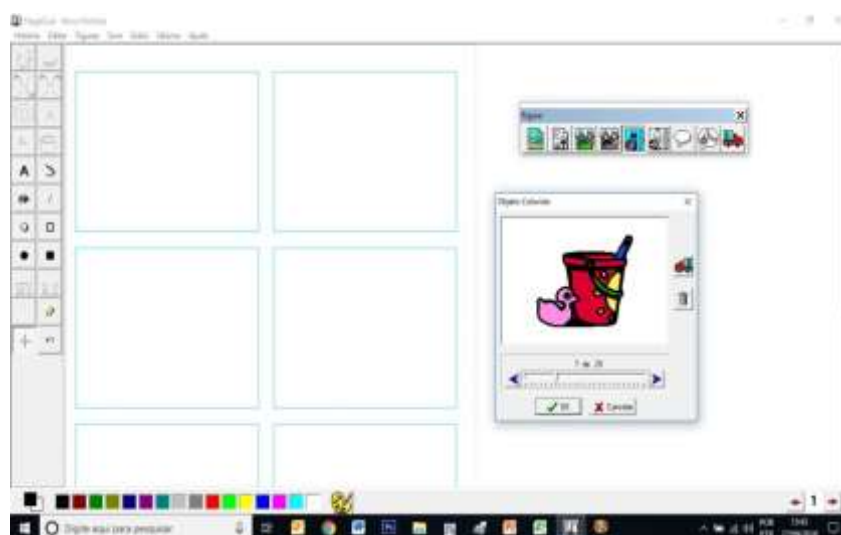


Figura 3- O programa Hagáquê-objetos

Para criação das caixas de diálogo, como na Figura 4, clica-se em “balão” e então no local desejado, e para inserir o texto, clica-se na letra “A” na coluna de ferramentas disponíveis à esquerda da tela.

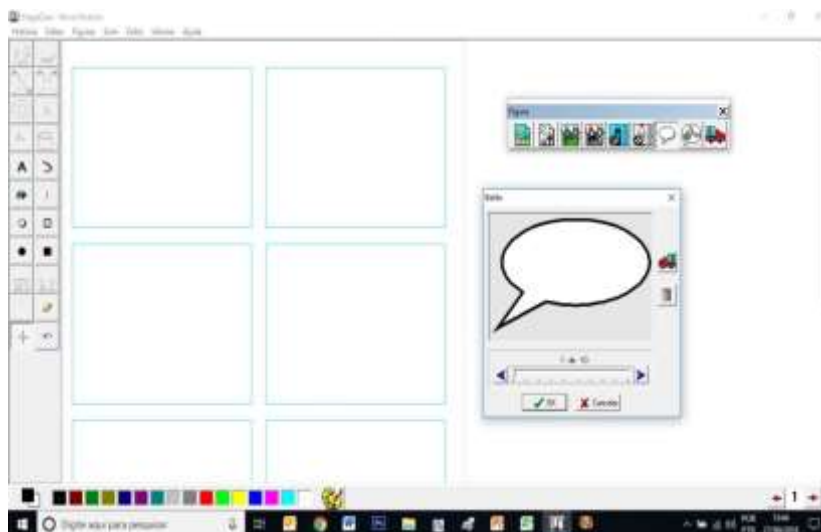


Figura 4- O programa Hagáquê-caixas de diálogo

Caso se deseje inserir onomatopéias, basta clicar sobre a opção “onomatopeia”, na caixa de ferramentas superior, como é possível verificar na Figura 5.

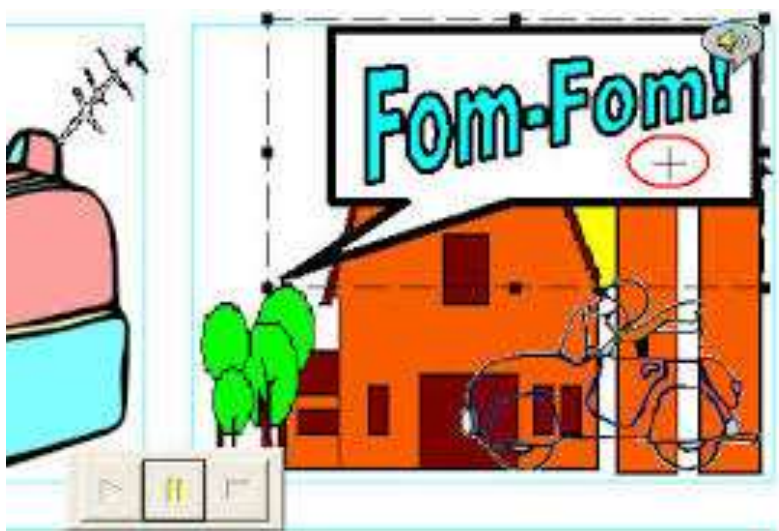


Figura 5- O programa Hagáquê-onomatopeias

Caso seja necessário importar figuras que não estão no programa é preciso clicar no carrinho que se chama “inserir nova figura” e fazer o upload a partir do banco de dados do computador, como na Figura 6.

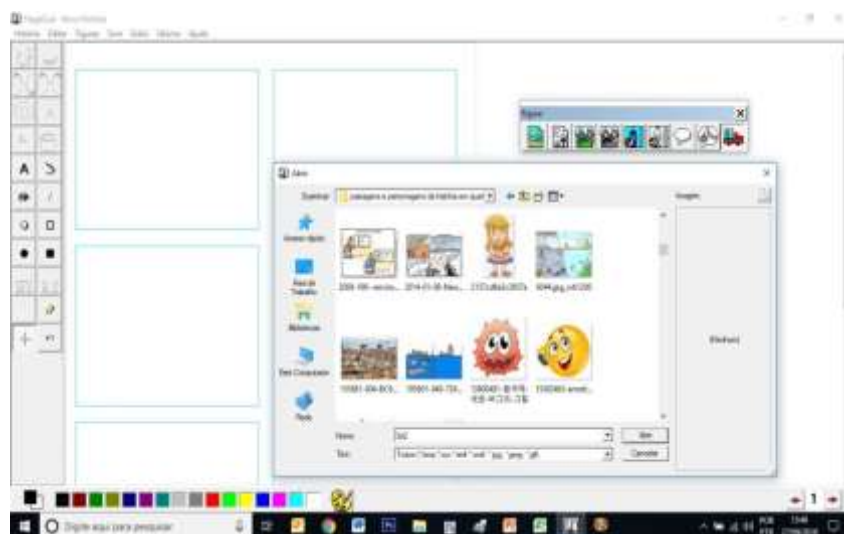


Figura 6- O programa Hagáquê-importação de figuras

Sobre esse processo, de inserir imagens, é importante que a figura desejada já tenha sido baixada antes desta etapa, como é possível ver na pasta demonstrada na Figura 7.

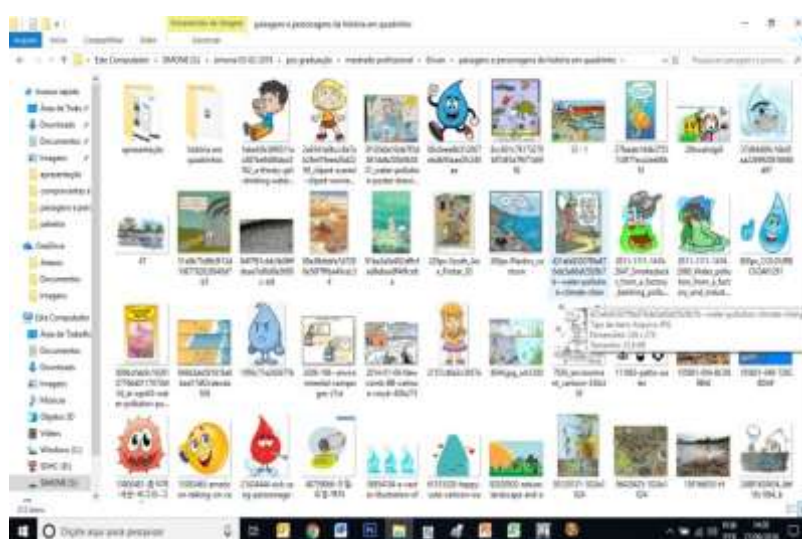


Figura 7- Seleção de imagens a partir de figuras criadas ou baixadas da Web

5.2 O USO DO SOFTWARE PAINT SHOP PRO

O Paint Shop Pro (PSP) é um programa completo de edição de imagens e de gráficos vetoriais. Até outubro de 2004, pertencia a Jasc Software Inc., com sede em Minneapolis, EUA. Atualmente os direitos do software pertence a empresa canadense Corel Corporation, e seu nome mudado para Corel Paint Shop Pro.

O PSP permite editar imagens dos mais variados formatos e salvá-los de acordo com as necessidades (Figura 8). O controle das imagens através de diversas ferramentas permite elaborar uma infinidade de variações artísticas das imagens selecionadas e além disso, permite criar as imagens fixas, utilizando a ferramenta Picture Tube (Figura 9) onde qualquer imagem pode ser inserida em qualquer cenário, como as utilizadas no presente trabalho.

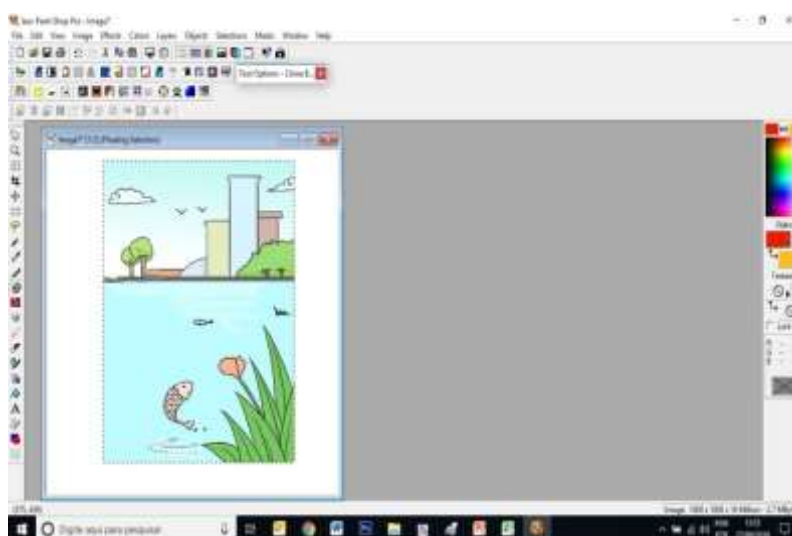


Figura 8- Figuras elaboradas no Paint Shop Pro

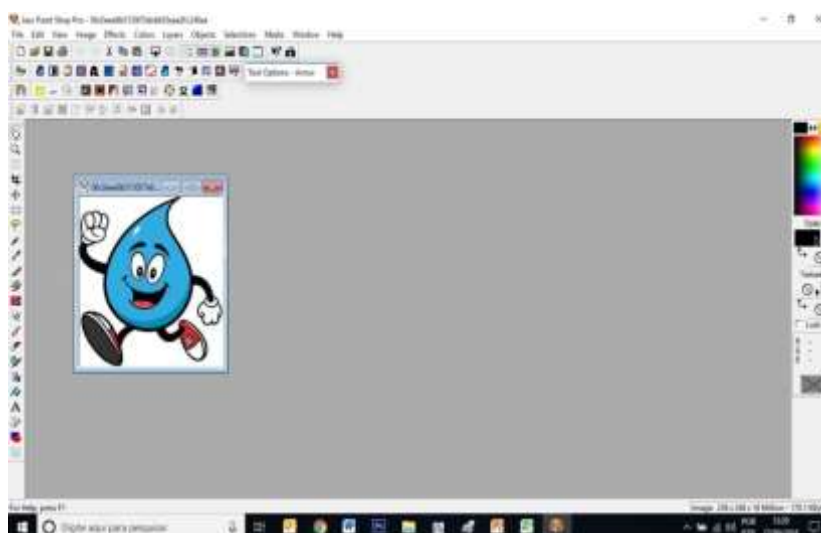


Figura 9- Criando Picture tubes no Paint Shop Pro

A transformação de imagens em pictures tubes obedece ao passo-a-passo mostrado no Quadro 1.

Quadro 1- Passo-a-passo mostrando a criação do Picture Tube

Selecione a imagem
Abra a imagem
Selecione a ferramenta seleção mágica
Selecione todo o desenho
Barra ferramentas selection/ invert
Copie (ctrl C)
Cole como uma nova imagem (ctrl V)
Barra de ferramentas File/Export/Picture tube
Selecione a pasta de exportação do programa no Windows
Arquivo de programa (x86)/Jasc Software Inc/Paint Shop Pro 9/Picture Tubes/Artistic Tubes
Coloque o nome da figura
Dê OK

Após a criação do Picture Tube este pode ser usado repetidas vezes em qualquer imagem selecionada e editada no programa PSP (Figura 10).

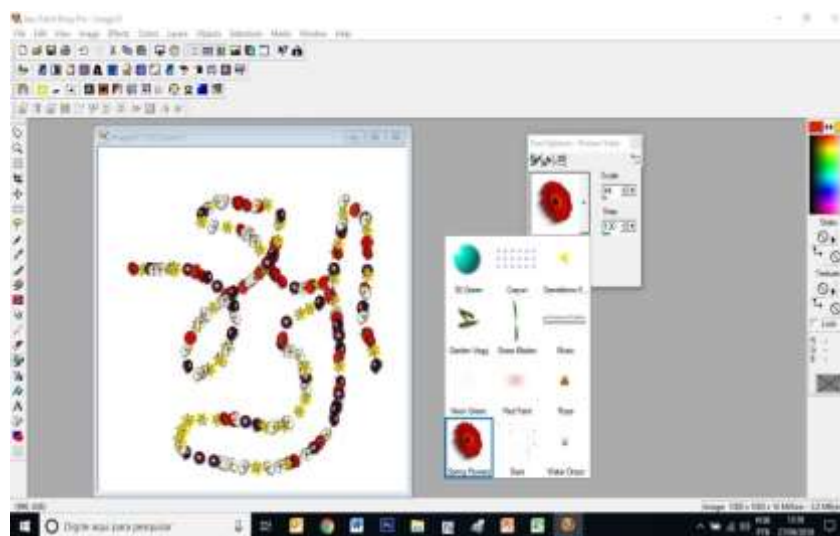


Figura 10- Picture tubes do Paint Shop Pro

5.3 CRIANDO O PRODUTO - A HISTÓRIA EM QUADRINHOS UTILIZANDO O PAINT SHOP PRO E MICROSOFT WORD ®

O produto a História em quadrinhos cujo tema foi Ácidos e Bases os pilares da vida (Figura 11) foi elaborado no programa PSP, parte gráfica e depois inseridas no Winword para a colocação dos diálogos. No final da edição a história foi salva em PDF para poder ser impressa e usada na segunda parte do trabalho (Figura 11).



Figura 11- Produto História em Quadrinhos Ácidos e Bases: Os pilares da Vida

Nas Figuras 12 e 13 está resumido o Passo-a-passo da criação do produto a história em quadrinho com o Tema: Ácidos e bases utilizando como tema transversal a Chuva Ácida.



Figura 12- Elaboração das cenas no Paint Shop Pro



Figura 13- Elaboração dos diálogos e história final no Microsoft Winword ®

5.4 APLICAÇÃO DA PESQUISA

Foi elaborado um banco de imagens para ajudar na confecção das histórias que foi disponibilizado aos alunos, já que o programa Hagáquê permite a importação de imagens. O Programa Paint Shop Pro - Editor de imagens (PSP), foi utilizado como suporte para confecção de imagens e Picture tubes, que são imagens prontas, criadas dentro do programa PSP.

A pesquisa possibilitou criar o elo entre o conhecimento químico e a compreensão da Química Ambiental, a qual é uma área muito ampla e que interage com áreas como: Ecologia, Geologia, Engenharia Ambiental, Biologia, Oceanografia, Ciências da Natureza, entre outras.

5.5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS - ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Segundo Manzato e Santos (2019) o levantamento de dados para pesquisa quantitativa por meio de questionários requer cuidado especial. Deve-se considerar que não basta apenas coletar respostas sobre questões de interesse, mas sim saber como analisá-las estatisticamente para validação dos resultados. O assessoramento estatístico numa pesquisa quantitativa auxilia o pesquisador que desconhece requisitos básicos a serem obedecidos em pesquisas de campo.

O primeiro questionário (Anexo II) foi elaborado com o objetivo de verificar a compreensão dos alunos sobre o tema Ácidos e Bases e foi aplicado antes da aula tradicional sobre o tema ácidos e bases. Ele foi dividido em duas partes: a primeira tratou da avaliação da percepção do conteúdo ministrado de forma tradicional e a

segunda tratou de uma sondagem sobre a opinião do aluno sobre as formas de transmissão de conteúdo pelos professores da disciplina.

O segundo questionário (Anexo III) teve como objetivo verificar a compreensão dos alunos sobre o tema Ácidos e Bases utilizando o tema transversal Chuva Ácida. Da mesma forma que o primeiro este questionário foi elaborado para primeiramente verificar o entendimento do conteúdo e a segunda parte foi uma sondagem do uso dos temas transversais e da história em quadrinhos na percepção do tema ácido base. Esse questionário foi aplicado após aula tradicional (turma 2016) e após aula tradicional e aplicação da revista em quadrinhos (turma 2019).

Os resultados encontrados foram tratados com a estatística descritiva e os gráficos foram do tipo pizza elaborados no software Excel.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 APRESENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PROJETO – PRÉ-AULA (TURMA 2016)

6.1.1 Pré-aula utilizando a metodologia tradicional (turma 2016)

Uma pré-aula com o conteúdo programático da disciplina Química Geral (Anexo I) com os seguintes conteúdos: definições de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis; pH e pOH; indicadores Ácidos e Básicos; Ácidos e Bases fortes e fracos; principais Ácidos e Bases; Óxidos Ácidos e Básicos; reações de neutralização foi ministrada aos alunos utilizando os recursos do Power Point, Projetor e quadro branco (Figura 14).



Figura 14- Pré-aula Tradicional

A pré-aula foi realizada em uma turma da disciplina química analítica quantitativa do curso de licenciatura em química da UFPA ano 2016, constituída por 10 discentes. Esta pré-aula teve como objetivo identificar possíveis falhas ou distorções da metodologia proposta antes de aplicar a metodologia nas turmas de química geral.

A pré-aula também teve como objetivo fazer a apresentação, com breve explicação do projeto de pesquisa para a turma. Após a explicação do projeto, houve aceitação de imediato por parte dos alunos, para participar voluntariamente do experimento.

Após a aula tradicional foi feita a aplicação do questionário 1 (Anexo II). O questionário 1 é composto por 7 (sete) perguntas de múltipla escolha, sendo 4 (quatro) perguntas objetivas sobre o conteúdo “Ácidos e Bases” e 3 (três) perguntas sobre

“Aulas e o interesse pela disciplina de Química”. Os resultados das perguntas objetivas se encontram apresentados nas figuras de 15 a 18

Através da análise do gráfico da Figura 15 foi possível verificar a variação percentual das respostas dada a pergunta: Segundo Arrhenius qual a definição de Ácidos e Bases? Para a resposta a esta pergunta houve 0% de acerto.

90% afirmaram que “Ácidos e Bases” são substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido, com eliminação de água. A resposta está incorreta, pois a reação de neutralização ocorre entre Ácidos e Bases, produzindo, sal e água. Apenas um aluno escolheu outra opção também incorreta.

Nenhum aluno (0%) escolheu a opção “ácidos são substâncias que, em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-)”. A opção corresponde à resposta correta para a pergunta, de acordo com aquilo que foi explicado durante a apresentação da Teoria de Ionização de Arrhenius.

Na Figura 16, onde ficou demonstrado a variação percentual das respostas a Pergunta 2 - Qual a principal característica dos Ácidos e Bases? Para a resposta a esta pergunta houve 50 % de acerto.

Foi possível verificar que 10 % dos alunos optou pela alternativa que afirma não serem os Ácidos e Bases bons condutores de eletricidade. Trata-se de uma opção incorreta, pois Ácidos e Bases, em solução aquosa, formam e liberam íons, respectivamente, e íons são condutores no estado líquido;

40 % optaram pela alternativa que afirma possuírem sabor azedo ou cáustico. Trata-se de uma opção incorreta. O sabor azedo ou cáustico representa uma característica apenas dos ácidos e não das bases;

50 % optaram pela alternativa que afirma serem os ácidos e bases bons condutores de eletricidade. Trata-se da opção correta, pois, em solução aquosa, formam e liberam íons que, em estado líquido, são bons condutores.

Foi possível observar através da análise da Figura 17 onde estão plotados os percentuais das respostas à Pergunta 3 - O que são indicadores Ácidos e Bases? Dê exemplo, houve 100 % de acertos.

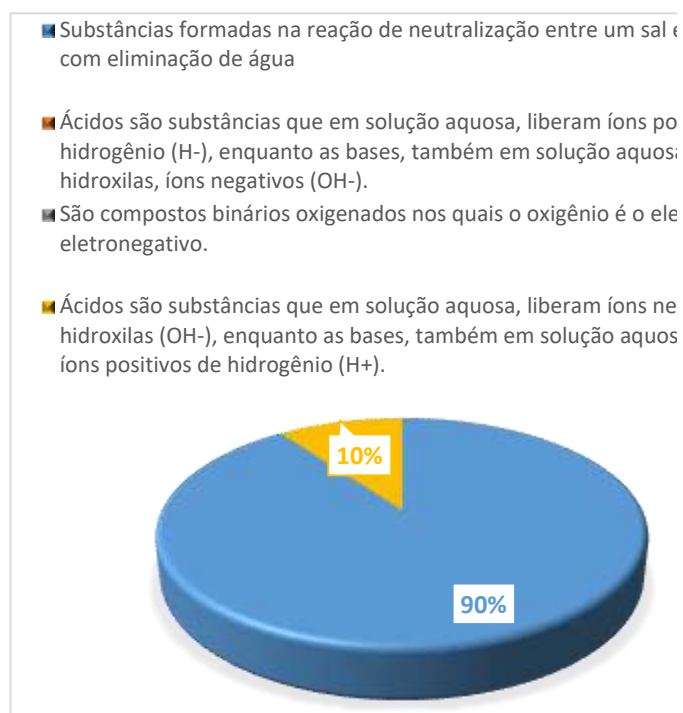


Figura 15- Pergunta 1 - Segundo Arrhenius qual a definição de Ácidos e Bases?



Figura 16- Pergunta 2 - Qual a principal característica dos Ácidos e Bases?

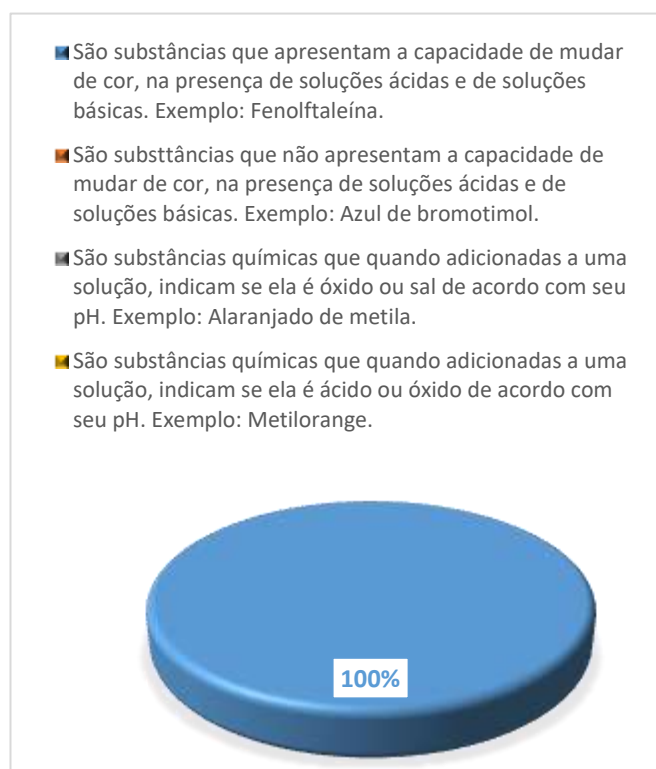


Figura 17- Pergunta 3 - O que são indicadores Ácidos e Bases? Dê exemplo.

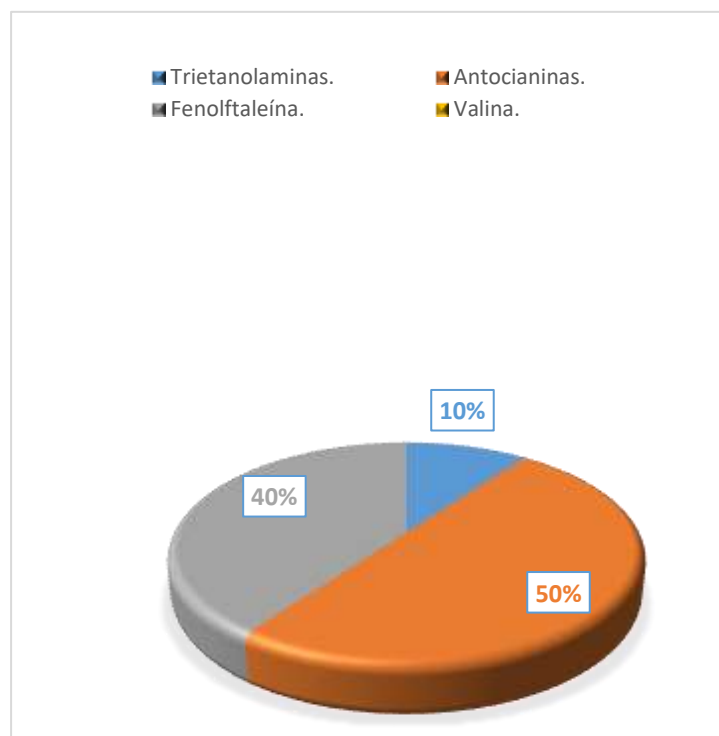


Figura 18- Pergunta 4 - Qual o nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonoides presentes em alguns produtos naturais, como açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores Ácidos e Bases?

100 % optaram pela alternativa correta que afirma que indicadores são “substâncias que apresentam a capacidade de mudar de cor, na presença de soluções ácidas e de soluções básicas”. Exemplo: Fenolftaleína. Esta foi a única pergunta, após a aula tradicional, onde houve 100% de acertos, indicando que a parte da aula relativa ao tema indicadores foi bem compreendido pela turma.

Na Figura 18, foi possível verificar o percentual das respostas à pergunta 4 “Qual o nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonoides presentes em alguns produtos naturais, como açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores Ácidos e Bases?” Foram observados 50 % de acertos.

10 % dos alunos optou pela alternativa “Trietanolaminas”. Trata-se de uma opção incorreta, pois a trietanolamina é um produto químico, do grupo das aminas, utilizado para balancear o pH em cosméticos e produtos de higiene e de limpeza;

40 % optaram pela alternativa “Fenolftaleína”. Trata-se de uma opção incorreta, pois a pergunta diz respeito a um indicador natural, que não é o caso da fenolftaleína;

50 % optaram pela alternativa “Antocianina”, que seria a resposta correta.

A segunda parte do questionário versou sobre a percepção dos alunos em relação ao processo ensino-aprendizagem, com três perguntas objetivas cujos resultados estão demonstrados nas Figuras 19 a 21.

Através da análise da Figura 19, foi possível verificar que 80 % dos alunos responderam que o conteúdo é relevante e aplicável ao cotidiano. 20 % dos alunos responderam não haver utilidade nas aulas de Química. Nenhum aluno respondeu que não gosta das aulas e não compreende os conteúdos e nenhum aluno respondeu que não gosta das aulas, embora compreenda bem os conteúdos, que revela que os alunos entendem a importância das aulas de química para o entendimento dos fenômenos que ocorrem no cotidiano e que esta pode ser uma ferramenta didático-pedagógica alternativa para a melhoria da metodologia de ensino da disciplina Química Geral.

Foi possível verificar pelo demonstrado na Figura 20, que 90 % dos alunos responderam que possuem “pouco” interesse pela disciplina, que demonstra que existe um problema no processo ensino-aprendizagem que precisa ser identificado. 10 % escolheu outra opção que não foi indicada no questionário.

Pela análise do demonstrado na Figura 21, ficou claro que existe uma fraca percepção por parte dos alunos, em relação aos problemas apresentados em suas respostas para as perguntas formuladas no questionário. 100 % dos alunos avaliados responderam que nada precisa ser alterado nas aulas de química, mostrando que não

percebem os problemas, ou não tem interesse em resolvê-los. Esta foi uma grande surpresa já que existe uma contradição entre as respostas dadas anteriormente, tanto em relação ao conteúdo, como em relação à percepção do processo.

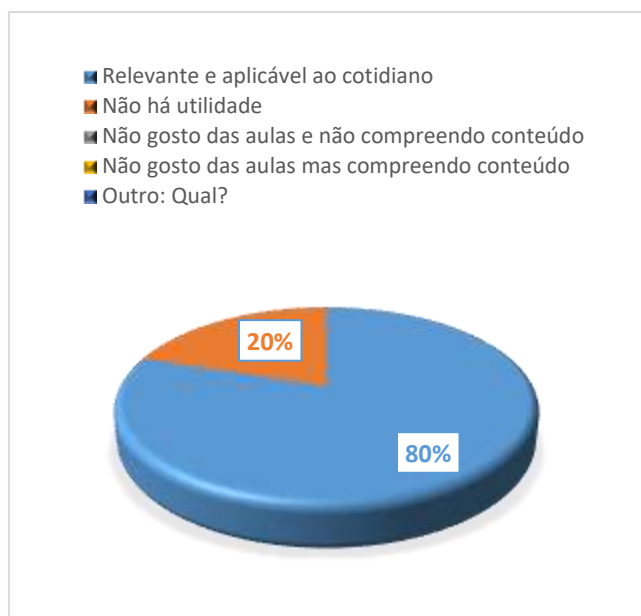


Figura 19- Pergunta 5 - Como define o aprendizado que tem obtido nas aulas de Química Geral?

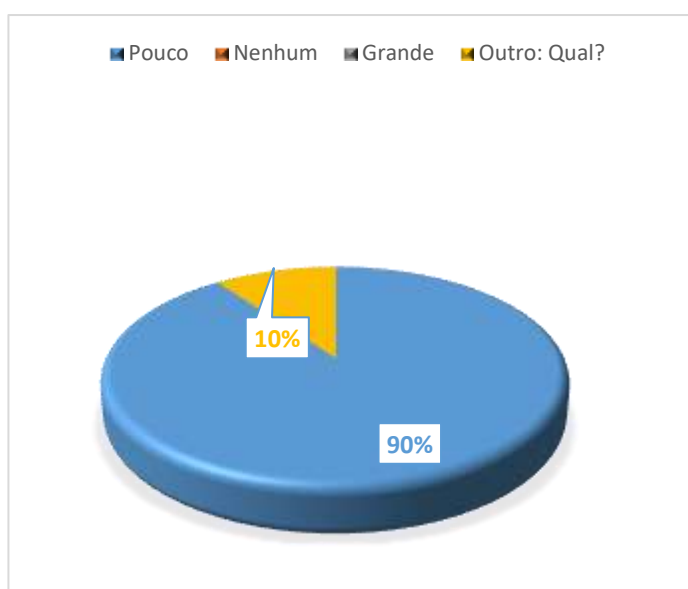


Figura 20- Pergunta 6 - Qual seu interesse pela disciplina Química Geral?



Figura 21- Pergunta 7 - O que deveria ser melhorado nas aulas de Química Geral?

Foi possível observar que a aula tradicional, não despertou o interesse da turma para o assunto abordado, inclusive foi observado que alguns alunos ficavam conversando ou utilizando o celular, desviando constantemente a atenção da aula. A

postura dos alunos foi de apatia, não havendo manifestações com dúvidas ou outra forma de participação na aula tradicional.

Os resultados apresentados após a aula tradicional de alguma maneira refletem todo o conflito existente no processo ensino-aprendizagem utilizando uma metodologia antiga e desconectada do mundo globalizado, tecnológico e midiático que vivemos na atualidade. O conflito entre o que se pode fazer em relação a estimular o interesse dos alunos em aulas, que ao longo dos anos, não alteraram sua forma, mesmo o mundo da comunicação tendo mudado, tem sido abordado por vários autores (MOREIRA e ANDRADE, 2018; GIL et al., 2012; ROLT et al., 2014; KORMOS, 2018).

Segundo Leão (1999) na aula tradicional as teorias da educação que nortearam a escola tradicional confundem-se com as próprias raízes da escola tal como a concebemos como instituição de ensino. Também afirma que o paradigma de ensino tradicional foi um dos principais a influenciar a prática educacional formal, bem como o que serviu de referencial para os modelos que o sucederam através do tempo. Interessante é perceber que a escola que utiliza as aulas tradicionais continua em evidência até hoje. Questiona se é um Paradoxo, ou será comodismo tentando resistir a uma mudança que se faz necessária?

Mas é imprescindível reconhecer que o caráter tradicional da escola mudou, pois passou por muitas modificações ao longo de sua história principalmente após a globalização, os avanços tecnológicos, com a introdução dos *smartphones* e redes sociais, e outras várias mudanças que indicam uma adaptação na postura do professor e dos alunos em sala de aula.

6.1.2 Pré-aula utilizando a metodologia tradicional com o tema transversal Chuva ácida e desenvolvimento da história em quadrinho (turma 2016).

Após aplicação da aula tradicional utilizando o conteúdo programático da disciplina, foi dada uma aula tradicional utilizando os mesmos recursos da aula tradicional comum, com a modificação do conteúdo utilizando o tema transversal da Química Ambiental. Foi abordado o tema “Ácidos e Bases” e sua inter-relação com o fenômeno ambiental Chuva Ácida - suas causas e consequências; efeitos da Chuva Ácida sobre o solo, a água e as florestas; efeitos da Chuva Ácida em monumentos e a arquitetura; efeitos da Chuva Ácida sobre a saúde humana e prejuízos para o homem e para o meio ambiente.

Durante a aula expositiva tradicional utilizando o tema transversal sobre o tema Chuva Ácida, se observou uma mudança na postura dos alunos, houve vários questionamentos, porque os alunos nunca tinham tido contato direto com o tema Ácidos e Bases relacionado a problemas ambientais. Sobre isso foi possível perceber um grande envolvimento e maior interesse da turma, o que foi validado a partir das respostas obtidas com a aplicação do questionário 2.

O questionário 2 é composto por 7 (sete) perguntas de múltipla escolha, sendo 3 (três) perguntas objetivas sobre o conteúdo “Ácidos e Bases” e 4 (quatro) perguntas sobre “Aulas e o interesse pela disciplina de Química com o uso de temas ambientais e auxílio de histórias em quadrinho”.

Subsequente à aula tradicional, propusemos uma oficina de curta duração sobre o uso do software educativo Hagáquê; também tornamos o programa disponível para os interessados em elaborar sua própria história em quadrinhos. Concluída a oficina, solicitamos aos discentes que formassem grupos de até 4 (quatro) pessoas e elaborassem roteiros de histórias em quadrinhos autorais.

Após a aula tradicional usando o tema transversal Chuva ácida foi pedido aos alunos que fizessem o roteiro da história em quadrinhos sobre o assunto e no final da apresentação de cada roteiro foi realizada uma escolha do roteiro que melhor traduzia o objetivo da aula.

Como foi possível verificar na figura 22, os alunos da turma 2016 que participaram da pré-aula, demonstraram maior interesse pela disciplina quando estavam envolvidos com o tema transversal de chuva ácida e elaborando em grupos o roteiro da história em quadrinhos. Como a turma era pequena foi fácil de perceber e de trabalhar com a reação dos alunos.



Figura 22- Elaboração do roteiro realizado pelos alunos na pré-aula

Cada grupo apresentou com entusiasmo as histórias que criaram (Figura 23). Foi com grata satisfação que observamos a criatividade e o interesse quando se propôs o trabalho em grupo e os alunos tiveram de desenvolver as histórias utilizando o conhecimento adquirido através da aula, mesmo que de forma tradicional, utilizando o tema transversal da chuva ácida associada ao tema “Ácidos e Bases”.



Figura 23- Apresentação do roteiro da história em quadrinhos

Um dos roteiros, elaborado pelos alunos foi utilizado como base para o desenvolvimento da história em quadrinhos, o produto deste trabalho.

Roteiro

Personagens: Professora, Menina 1, Menino, Menina 2, Estátua 1, Estátua 2, Garça

Ambiente: Praça urbana

Primeiro quadro:

[Professora está levando sua turma para uma excursão]

Professora: - Turma, hoje iremos na praça Batista Campos visitar duas figuras históricas

(Crianças animadas)

Menina 1: - Professora, o que aconteceu com as estátuas?

Professora: - Essas estátuas estão velhas, até mesmo o vento as destroi

[Nesse momento as estátuas começam a conversar]

Estátua 1: - Mana, será se a gente fala a verdade?

Estátua 2: - Qual? Que os adultos que destroem o meio ambiente?

[As crianças aproximam-se da estátua]

Menino 1: - Égua mana, cadê teu braço?

Estátua 1: - O toró de ontem destruiu a gente

Menina 2: - Vocês são tapioca?

Estátua 2: - Não, foi a chuva ácida que é provocada pela poluição do ar.

Menino 1: - De onde vem a poluição?

Lorrany: - O ar poluído junto com o vapor d'água provocam reações químicas que deixam a água ácida

Menino 1: - Mas por que isso afeta vocês?

Estátua 1: - Nós somos feitas de carbonato, que quando reage com um ácido produz CO₂ e sais solúveis em água

Estátua 2: - E isso destrói a gente todinha, mana

[Nesse momento chega uma garça]

Garça: - A tal chuva também destrói minha alimentação

Menina 2: - Como que a chuva destrói sua alimentação?

Garça: - A chuva ácida diminui o pH dos lagos causando a morte da população de peixes

Menina 2: - E o que a gente pode fazer para mudar essa realidade?

Estátua 1: - Menino, a liberação demasiada de gases pelo uso de combustíveis fósseis que é bronca. Tem que resolver isso daí, talquei?!

Estátua 2: - E para isso, vocês crianças devem estudar novas fontes de energia que não liberem gases poluentes, aliado a isso, conscientizar os adultos a utilizar mais bicicletas e transporte coletivo.

Garça: - Assim, minhas amigas nunca mais perderão os braços e não passarei mais fome.

Após apresentação do roteiro, na sequência, aplicou-se um segundo questionário (Anexo III) sobre “Ácidos e Bases” desde o fenômeno ambiental da “Chuva Ácida”. Este questionário é constituído de 3 perguntas objetivas sobre o conteúdo do tema Chuva Ácida associada a Ácidos e Bases e 4 perguntas sobre a metodologia alternativa proposta.

Essa etapa correspondeu à avaliação do desempenho dos alunos após aula tradicional utilizando o tema transversal e o desenvolvimento da história em quadrinhos, bem como a validação do Projeto Pedagógico sugerido.

As respostas dos alunos em relação as perguntas de conteúdo estão apresentadas nas Figuras de 24 a 26.

Na Figura 24, foi possível verificar que a maioria dos alunos (80 %) optou pela alternativa correta que afirma que a formação e dissociação do ácido sulfúrico a partir da reação do trióxido de enxofre gasoso ($\text{SO}_3(\text{g})$) e da água (H_2O) presentes na atmosfera é descrita pela reação $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$; $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$. Apenas 20 % dos alunos optaram pela alternativa incorreta $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$; $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$. Neste caso houve uma confusão na ordem da resposta, que reflete primeiro o que seria a dissociação e depois a formação.

Na Figura 25, foi possível verificar que a totalidade dos alunos (100%) optaram pela alternativa correta, qual seja, “através da calagem, que é o processo onde se adiciona carbonato de cálcio (CaCO_3) nas águas do rio”. Interessante observar que mesmo sem nunca terem entrado em contato com a disciplina Química Ambiental, os alunos entenderam perfeitamente o fenômeno da neutralização aplicado a lagos atingidos pela acidez, causada pela Chuva Ácida. Nesta parte da aula foi apresentado o caso real do fenômeno ocorrido nos grandes lagos, localizados no Canadá, onde foi feita a calagem do lago Eire e se gastou bilhões de dólares para recuperar o lago.

- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}; \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)}; \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}$
- $\text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)}; \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
- $\text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}; \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)}$

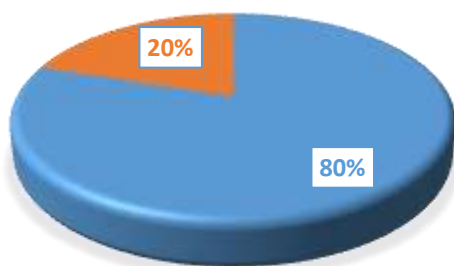


Figura 24- Pergunta 1 - Como ocorre a formação e dissociação do ácido sulfúrico a partir da reação do trióxido de enxofre gasoso ($\text{SO}_3(\text{g})$) e da água (H_2O) presentes na atmosfera?

- Através da calagem, que é o processo onde se adiciona carbonato de cálcio (CaCO_3) nas águas do rio.
- Através da Desinfecção, eliminação dos microorganismos a partir da aplicação do cloro
- Através da Coagulação, para retirar as impurezas que se encontram em suspensão fina, utiliza-se o sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Através da Floculação, os floculadores matêm a água em movimento, provocando a colisão entre as partículas de impurezas existentes



Figura 25- Pergunta 2 - A água de um lago em condições naturais tem o pH em torno de 6,5-7,0, o pH em torno de 5,5 já pode matar larvas, pequenas algas e insetos, prejudicando também os animais que dependem desses organismos para se alimentar. Como se realiza a neutralização das águas ácidas de rios?

- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva, tornando os solos mais férteis e favorecendo o crescimento das plantas
- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x não influenciam na fertilidade dos solos
- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva ácida, retirando dos solos todas as impurezas e formas de poluição



Figura 26- Pergunta 3 - Explique de que maneira os ácidos formados pela emissão de gases, com o SO_x e NO_x , podem influenciar na fertilidade dos solos.

Na Figura 26, foi possível verificar que a totalidade dos alunos (100%) optaram pela alternativa correta que afirma “que os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x, reagem na atmosfera com a água e precipitam como Chuva Ácida, retirando dos solos os nutrientes tornando o solo menos fértil e prejudicando o crescimento das plantas”.

Ao analisar estas respostas percebe-se que mesmo utilizando a aula tradicional, com a introdução de temas transversais e com a associação de casos reais do cotidiano, foi possível chegar ao entendimento dos alunos, mesmo de temas complexos, como a química atmosférica.

A segunda parte do questionário tratou das perguntas relativas a percepção dos alunos quanto a metodologia proposta. As respostas estão apresentadas nas Figuras de 27 a 30.

Na Figura 27 foi possível verificar que 100 % dos alunos responderam “relevante”, pois entendi o conteúdo após o uso do tema da química ambiental” a questão “O que você achou do uso do tema Chuva Ácida para o trabalho de conteúdo dos Ácidos e Bases”. Fica demonstrado que o uso do tema transversal auxiliou no interesse dos alunos pelo tema abordado, mesmo quando este tema é dado de forma tradicional utilizando os recursos básicos.

Na Figura 28, foi possível verificar que 90 % dos alunos responderam que possuem “grande interesse” pela disciplina química geral quando os temas abordam questões ambientais. Apenas 10 % responderam que tem pouco interesse pela disciplina. Neste caso não houve uma explicação quanto ao porquê do desinteresse.

Através da análise da Figura 29, foi possível verificar que a totalidade dos alunos respondeu que concorda que o conteúdo da disciplina química geral pode ser auxiliado pelo uso de temas ambientais.

Na Figura 30, foi possível verificar que a totalidade dos alunos respondeu “sim” a pergunta “Você acha que o conteúdo de química geral pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?”.

Após a aula usando o tema transversal e a elaboração do roteiro para a confecção da história em quadrinho utilizando o software Hagáquê, foi solicitado aos alunos que expressassem suas opiniões sobre se aquela metodologia é ou não adequada na melhoria do processo ensino-aprendizagem, os alunos foram unânimes em afirmar que a metodologia é excelente para fixar os conceitos e estimular o interesse e que se

pudessem gostariam que outros professores pudessem utilizar esta metodologia em suas aulas.

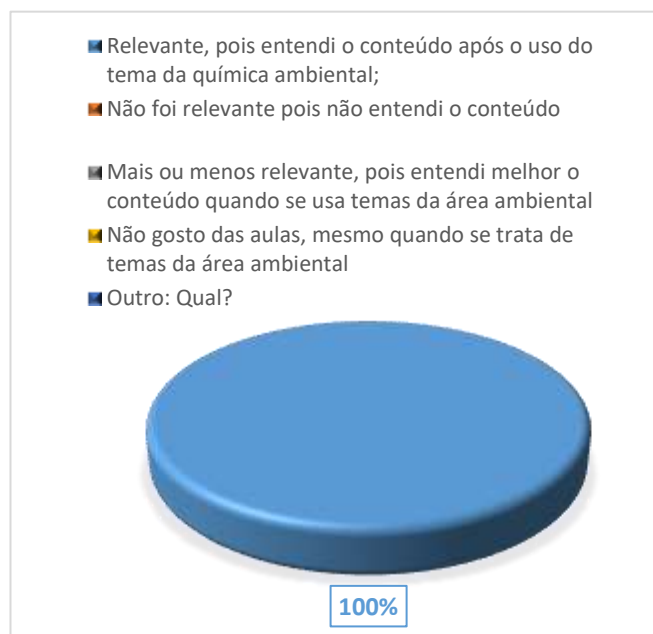


Figura 27- Pergunta 4 - O que você achou do uso do tema Chuva Ácida para o trabalho de conteúdo dos Ácidos e Bases?

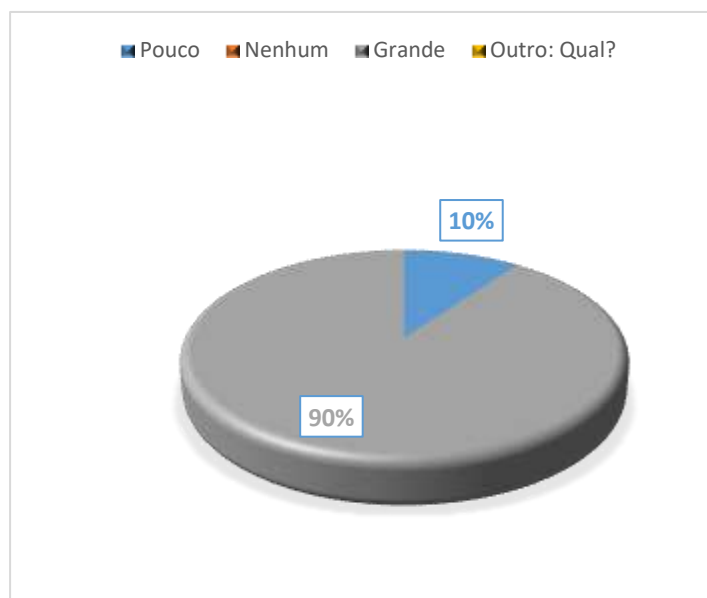


Figura 28- Pergunta 5 - Qual seu interesse pela disciplina química geral quando os temas abordam questões ambientais?



Figura 29- Pergunta 6 - Você acha que o conteúdo de química geral pode ser auxiliado pelo uso de temas ambientais?



Figura 30- Pergunta 7 - Você acha que o conteúdo de química geral pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?

O uso de temas transversais utilizando assuntos do cotidiano e da química ambiental e o desenvolvimento de histórias em quadrinhos para a fixação do conhecimento trouxe uma dinâmica diferente que possibilitou o aumento do interesse dos alunos no conhecimento que estava sendo transmitido pelo professor.

Temas do cotidiano e o uso dos aspectos lúdicos em sala de aula podem melhorar o processo ensino-aprendizagem, esta conclusão foi encontrada por outros autores (NURISA; ARTY, 2019; KARPUDEWAN et al., 2016; DINDAR; GEBAN, 2017; RADDI, 2006; SWAN; SPIRO, 1995) que avaliaram metodologias alternativas para o ensino da química e chegaram a resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho.

6.1.3 Comparação dos resultados dos questionários I e II na Pré-aula (turma 2016)

Passemos, agora, à comparação entre os resultados das respostas objetivas as perguntas objetivas dos questionários da pré-aula, com o percentual de respostas objetivas corretas, mostradas na Tabela 1. Aqui o principal objetivo foi observar se o desempenho dos alunos melhoraria após a aula tradicional utilizando o tema transversal Chuva Ácida, bem como verificar a aceitação dos alunos quanto ao projeto de construção da HQ para ser aplicado como metodologia de ensino para outras turmas.

Concluída a aplicação do primeiro questionário, explicou-se, em sala de aula, por meio de aula tradicional, os conceitos químicos de “Ácidos e Bases” e, na sequência, após a aula utilizando o tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos, aplicou-se um segundo questionário com o objetivo de avaliar se houve melhora no processo ensino/aprendizagem do conteúdo.

Como se pode ver na Tabela 1, a média encontrada de acertos após a pré-aula tradicional foi de 50 %, enquanto que a média de acertos após a aula utilizando tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos foi de 93,3 % um aumento de 43,3 %.

Como pode ser observado nos resultados encontrados há um aumento de perto de 2 vezes no percentual de acertos, nas questões de conteúdo, quando se usa temas transversais e alternativas metodológicas, como a confecção das histórias em quadrinhos da pré-aula.

Tabela 1 - Indicação do percentual de acerto após a pré-aula tradicional e após a pré-aula utilizando o tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos (Turma 2016)

Aula Tradicional (% de acertos)		Aula utilizando tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos (% de acertos)	
Questões	Avaliação do questionário I	Questões	Avaliação do questionário II
1	0 %	1	80 %
2	50 %	2	100 %
3	100 %	3	100 %
4	50 %		
Média de acertos	50 %	Média de acertos	93,3 %

Este aumento reforça a premissa que, mesmo com todas as estratégias metodológicas utilizadas por um docente em sala de aula “nos dias atuais, o ensino de Química deve buscar a aproximação de conteúdos com o cotidiano do aluno” (DANTAS FILHO et al., 2017) e também deve implementar a busca de ferramentas, como o uso de histórias em quadrinhos para estimular o interesse e facilitar o processo ensino-aprendizagem, é preciso a imersão e “não apenas na mera transmissão de conhecimentos, onde o mesmo não consegue assimilar determinados conteúdos com o cotidiano e o mundo que o rodeia, ou seja, deve-se ensinar os conteúdos de Química com o intuito de despertar no aluno, a capacidade de participar criticamente nas questões da sociedade (DANTAS FILHO et al., 2017). Acreditamos que esta seja exatamente a dificuldade encontrada em nossa sala de aula: a abstração dos conceitos. Daí a necessidade desta imersão no cotidiano. A maneira de ensinar, através de aula tradicional, não trouxe resultados diretos à absorção de conhecimento por parte dos alunos, no entanto ao utilizar temas transversais e o desenvolvimento de histórias em quadrinhos foi verificado maior envolvimento e presença quando foi introduzida a união em grupos para elaboração do roteiro da HQ.

A pouca % de acertos nas perguntas objetivas do questionário 1, demonstrou que a aula tradicional sozinha, não permitiu que o aluno assimilasse o conteúdo ministrado.

Castro e Costa (2011) em seu trabalho que fala sobre as contribuições do elemento lúdico em situações de ensino e aprendizagem para aulas de Química, traz reflexões, citando autores como Krasilchik (2004) e Santana (2008), para o fato de que a maioria das aulas tradicionais atua com mero formato de memorização do conteúdo,

sem que isso tenha ligações que facilitem a assimilação de novos conhecimentos pois o aluno não consegue fazer relação com algo que eles já tenham conhecimento sobre. Neste caso, a introdução da temática ambiental foi confirmada como importante para 100% dos alunos como foi verificado anteriormente, e a partir da aula tradicional foi possível compreender de que forma a Chuva Ácida está associada à realidade do dia-a-dia de cada um.

Além das perguntas objetivas - cujo intuito foi a visualização do conhecimento dos alunos sobre os assuntos abordados, os questionários buscaram compreender a satisfação e a capacidade de compreensão discente em relação aos conteúdos ministrados, para poder validar o Projeto Pedagógico.

Notou-se que a maioria dos discentes da pré-aula acreditava que o conteúdo das aulas de Química era relevante (80%), ainda que seu interesse pela disciplina fosse pouco (90 %); mesmo assim, todas e todos consideraram não haver nada a ser melhorado em respeito às aulas. Uma vez ministrada uma aula tradicional sobre “Chuva Ácida” - e que deve ser incluída como tópico da Química Ambiental - os discentes julgaram o conteúdo relevante e compreensível. Exibiram, aliás, grande interesse pelo tema transversal que abordou questões ambientais (90%); todas e todos afirmaram que a compreensão do conteúdo programático seria auxiliada pelo uso de histórias em quadrinhos. Com isso, foi possível depreender que a associação entre o teor exigido pelo assunto “Ácidos e Bases” e o fenômeno ambiental foi a combinação que despertou maior interesse dos discentes. Estas respostas validam o projeto, para que fosse possível iniciar a confecção do Produto Pedagógico.

6.2 APRESENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO AULA DE QUÍMICA GERAL (TURMA 2019)

No segundo semestre de 2019 voltamo-nos para a turma de química geral, curso de licenciatura em química de 2019, constituída por 20 (vinte) discentes. Seguindo a mesma metodologia utilizada na pré-aula. Foi apresentado o projeto de pesquisa, em seguida foi dada a aula tradicional e aplicado o questionário 1. Então foi feita uma aula expositiva de maneira tradicional sobre o tema “Ácidos e Bases” utilizando o tema Chuva Ácida, em seguida apresentou-se o software HÁGAQUÊ e todo o processo de divisão da turma em grupos e o desenvolvimento do roteiro da história em quadrinhos que foi apresentado aos alunos.

No dia da apresentação das histórias em quadrinhos elaboradas no Háguaquê, foi distribuída a turma a História em Quadrinho em seu formato final como o Produto Pedagógico (Anexo IV) e por último aplicou-se o questionário 2.

Uma análise detalhada das respostas dadas às perguntas constantes do questionário fundamentou os resultados obtidos, ampliando as possibilidades perspectivas do trabalho realizado por docentes de Química em sala de aula. Conforme se concluiu, as histórias em quadrinhos, associadas aos temas transversais - a exemplo daqueles tratados pela Química Ambiental, garantem melhor compreensão do conteúdo, bem como ampliam o sentido de importância das disciplinas para a realidade concreta dos discentes. Veremos, resposta a resposta, a maneira como foi sendo construída a conclusão da investigação aqui compartilhada.

6.2.1 Aula de Química Geral utilizando a metodologia tradicional (turma 2019)

Um total de 20 discentes, da turma de 2019 de licenciatura em química, participou da aplicação da pesquisa. Os resultados às respostas do questionário I, se encontram apresentados nas figuras de 31 a 35.

Pela observação das respostas de conteúdo da Figura 31, foi possível verificar que 85 % dos alunos escolheram a resposta correta que “ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-)”. Aqui a resposta correta para o questionamento, de acordo com a explicação dada na ocasião da apresentação da Teoria de Ionização de Arrhenius; também foi possível verificar que 15 % dos alunos afirmaram erradamente que ácidos e bases “são substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido, com eliminação de água”.

Pela análise da Figura 32, foi possível verificar que 40 % dos alunos optaram pela alternativa que afirma serem os Ácidos e Bases “bons condutores de eletricidade”. Trata-se da opção correta, pois em solução aquosa formam e liberam íons que, em estado líquido, são bons condutores.

■ Substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido, com eliminação de água

■ Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-).

■ São compostos binários oxigenados nos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

■ Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons negativos, hidroxilas (OH^-), enquanto as bases, também em solução aquosa liberam íons positivos de hidrogênio (H^+).

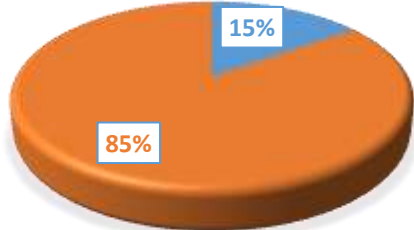


Figura 31- Pergunta 1 - Segundo Arrhenius qual a definição de Ácidos e Bases?

■ Não são bons condutores de eletricidade.

■ Possuem sabor azedo ou cáustico.

■ Possuem sabor adstringente.

■ São bons condutores de eletricidade.

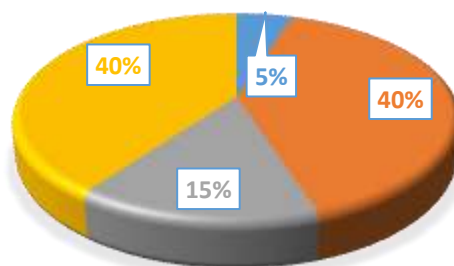


Figura 32- Pergunta 2 - Qual a principal característica dos Ácidos e Bases?

■ São substâncias que apresentam a capacidade de mudar de cor, na presença de soluções ácidas e de soluções básicas. Exemplo: Fenolftaleína.

■ São substâncias que não apresentam a capacidade de mudar de cor, na presença de soluções ácidas e de soluções básicas. Exemplo: Azul de bromotimol.

■ São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácido ou sal de acordo com seu pH. Exemplo: Alaranjado de metila.

■ São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácido ou básico de acordo com seu pH. Exemplo: Metilorange.

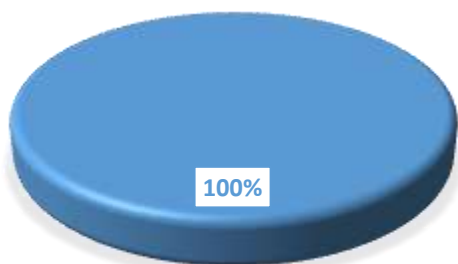


Figura 33- Pergunta 3 - O que são indicadores Ácidos e Bases? Dê exemplo.

■ Trietanolaminas. ■ Antocianinas. ■ Fenolftaleína. ■ Valina.

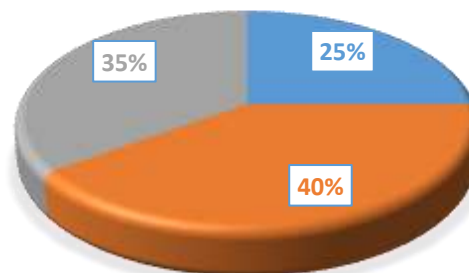


Figura 34- Pergunta 4 - Qual o nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonoides presentes em alguns produtos naturais, como açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores Ácidos e Bases?

40 % dos alunos optaram pela alternativa que afirma que ácidos e bases possuem “sabor azedo ou cáustico”. Trata-se de uma opção incorreta, uma vez que os sabores azedo e cáustico representam características apenas de ácidos e não das bases;

15% escolheram afirmar que ácidos e bases “possuem sabor adstringente”. A alternativa é incorreta, pois o sabor adstringente é uma característica que diz respeito somente às bases e não aos ácidos;

5% optou pela alternativa que afirma que ácidos e bases “não são bons condutores de eletricidade”. Trata-se de uma opção incorreta, pois Ácidos e Bases, quando em solução aquosa, formam e liberam íons, respectivamente, e íons são condutores no estado líquido;

Através da observação da Figura 33, foi possível verificar que 100 % dos alunos optaram pela alternativa que afirma que os indicadores são “substâncias que apresentam a capacidade de mudar de cor, na presença de soluções ácidas e de soluções básicas”. Exemplo: Fenolftaleína. Trata-se da opção correta;

Na Figura 34, foi possível verificar que 40 % dos alunos assinalaram a alternativa correta “antocianina”, que é a substância que está presente em produtos naturais e que pode ser usada como indicador.

35 % dos alunos optaram pela alternativa “fenolftaleína”. Trata-se de uma opção incorreta, pois a pergunta diz respeito a um indicador natural, que não é o caso da fenolftaleína.

25 % dos alunos optaram pela alternativa “trietanolaminas”. A alternativa é incorreta, uma vez que a trietanolamina é um produto químico “utilizado para balancear o pH em cosméticos, produtos de higiene e em produtos de limpeza”;

Na segunda parte do questionário, foi observada a percepção dos alunos quando ao interesse pela disciplina (Figuras de 35 a 37).

Através da análise da Figura 35, foi possível verificar que 80 % dos alunos responderam ser “relevante e aplicável ao cotidiano”. 10 % dos alunos responderam “não gostar das aulas, mas compreender bem os conteúdos”. 5 % dos alunos responderam “não gostar das aulas e não compreender os conteúdos” e 5 % dos alunos escolheram a opção “outro”.

Na Figura 36, foi possível verificar que 90 % dos alunos responderam possuir “grande interesse” pela disciplina Química Geral. 10 % dos alunos responderam que possuem “pouco interesse” pela disciplina.

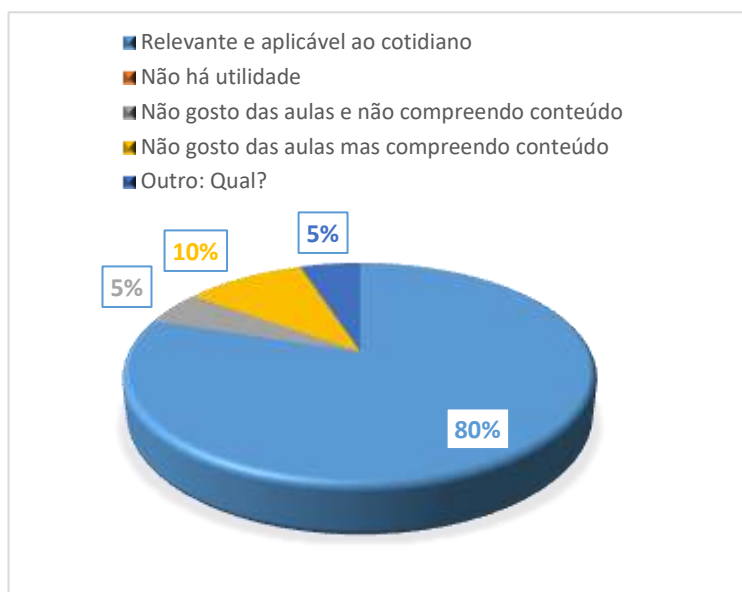


Figura 35- Pergunta 5 - Como define o aprendizado que tem obtido nas aulas de Química Geral?

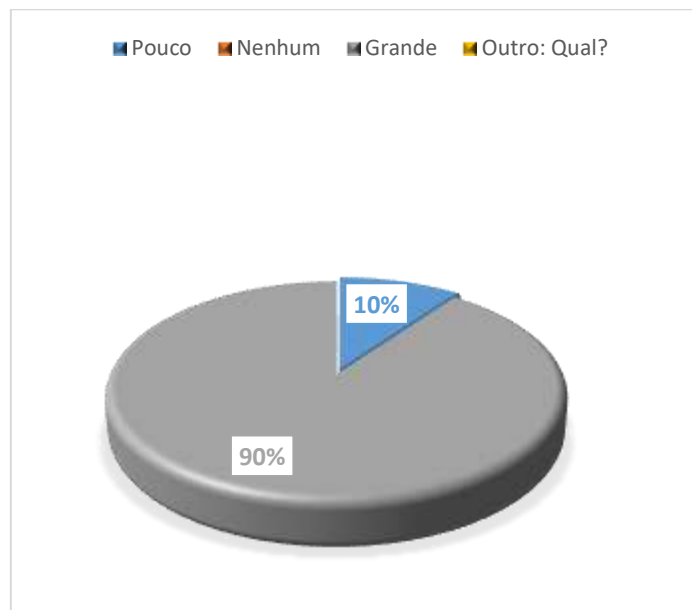


Figura 36- Pergunta 6 - Qual seu interesse pela disciplina Química Geral?

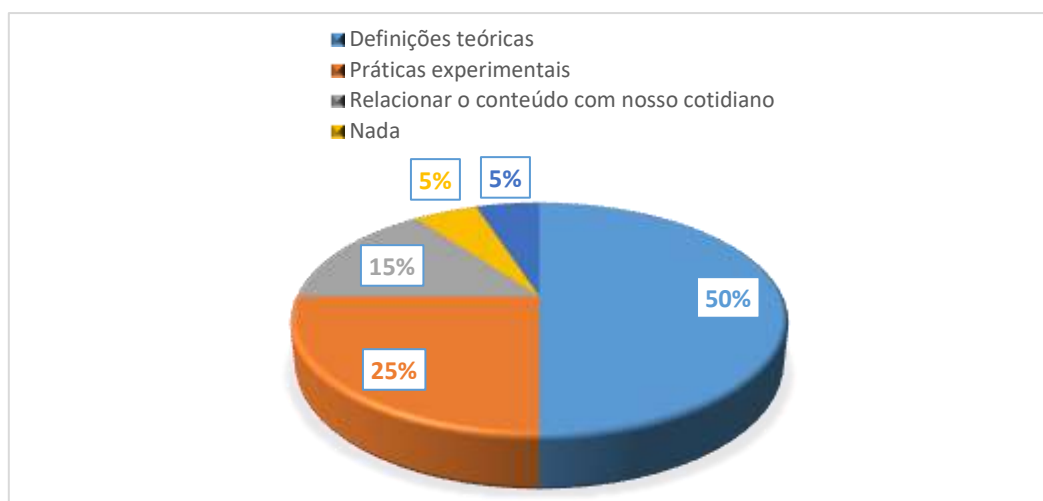


Figura 37- Pergunta 7 - O que deveria ser melhorado nas aulas de Química Geral?

Através da observação da Figura 37, foi possível verificar que 50 % dos alunos responderam que as “definições teóricas” são o que devem ser melhorados nas aulas de Química Geral. 20 % dos alunos responderam “práticas experimentais” 15 % responderam “relacionar o conteúdo com nosso cotidiano” e 5 % escolheram a afirmativa “nada deveria ser melhorado” e 5 % responderam “outra alternativa”.

6.2.2 Aula de Química Geral utilizando a metodologia tradicional com o tema transversal Chuva ácida e desenvolvimento da história em quadrinho (turma 2019)

Um total de 20 discentes, da turma de 2019 de licenciatura em química, participou da aplicação da pesquisa. Os resultados do conteúdo programático sobre o tema Ácidos e Bases com associação ao tema Chuva Ácida se encontram apresentados nas figuras de 38 a 40. Este questionário foi respondido após aula tradicional utilizando a metodologia tradicional com o tema transversal Chuva ácida e desenvolvimento da história em quadrinho Q.

Na Figura 38, foi possível verificar que 70 % dos alunos optaram pela alternativa que afirma que $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}$; $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)}$. Trata-se da opção correta. 15 % dos alunos escolheram a opção $\text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)}$; $\text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$. A alternativa representa uma opção incorreta; 10 % dos alunos optaram pela alternativa $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)}$; $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}$. A alternativa está incorreta; 5 % dos alunos escolheram a opção $\text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$; $\text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)}$. A alternativa é incorreta.

Na Figura 39, foi possível verificar que 95 % dos alunos optaram pela alternativa correta que afirma ser “através da calagem, que é o processo onde se adiciona carbonato de cálcio (CaCO_3) nas águas do rio” para efetuar a neutralização de corpos hídricos afetados pela chuva ácida. 5 % dos alunos escolheram a opção “através da Floculação, os floculadores mantêm a água em movimento, provocando a colisão entre as partículas de impurezas existentes”. Esta alternativa também representa uma opção incorreta.

Na Figura 40, foi possível verificar que 85 % dos alunos escolheram a alternativa que afirma “os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como Chuva Ácida, retirando dos solos os nutrientes, tornando o solo menos fértil e prejudicando o crescimento das plantas”. Trata-se da opção correta. 10 % dos alunos escolheram “os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como Chuva Ácida, retirando dos solos todas as impurezas e formas de poluição”. Esta alternativa é incorreta. 5 % dos alunos optaram pela alternativa que afirma “os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva, tornando os solos mais férteis e favorecendo o crescimento das plantas”. A alternativa está incorreta.

- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}; \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)}; \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}$
- $\text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)}; \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
- $\text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}; \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ (aq)}$

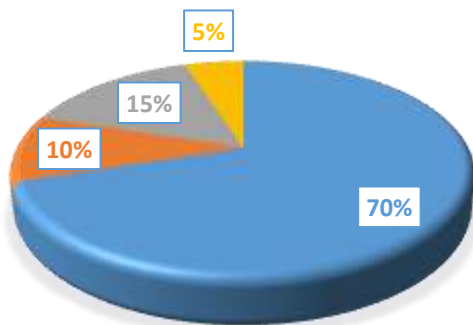


Figura 38- Pergunta 1 - Como ocorre a formação e dissociação do ácido sulfúrico a partir da reação do trióxido de enxofre gasoso ($\text{SO}_3(\text{g})$) e da água (H_2O) presentes na atmosfera?

- Através da calagem, que é o processo onde se adiciona carbonato de cálcio (CaCO_3) nas águas do rio.
- Através da Desinfecção, eliminação dos microorganismos a partir da aplicação do cloro
- Através da Coagulação, para retirar as impurezas que se encontram em suspensão fina, utiliza-se o sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Através da Floculação, os floculadores matam a água em movimento, provocando a colisão entre as partículas de impurezas existentes

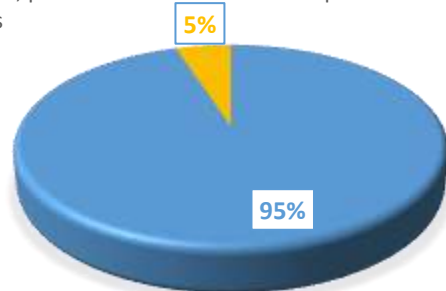


Figura 39- Pergunta 2 - A água de um lago em condições naturais tem o pH em torno de 6,5-7,0, o pH em torno de 5,5 já pode matar larvas, pequenas algas e insetos, prejudicando também os animais que dependem desses organismos para se alimentar. Como se realiza a neutralização das águas ácidas de rios?

- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva, tornando os solos mais férteis e favorecendo o crescimento das plantas
- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x não influenciam na fertilidade dos solos
- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva ácida, retirando dos solos todas as impurezas e formas de poluição
- Os ácidos formados pela reação dos gases, como SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva ácida, retirando dos solos os nutrientes tornando o solo menos fértil e prejudicando o crescimento das plantas

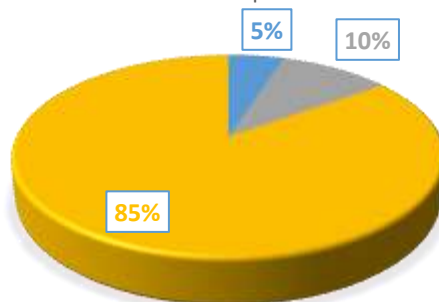


Figura 40- Pergunta 3 - Explique de que maneira os ácidos formados pela emissão de gases, com o SO_x e NO_x , podem influenciar na fertilidade dos solos.

As respostas das perguntas onde à percepção quanto ao uso da metodologia alternativa foi avaliada, estão apresentadas nas Figuras de 41 a 44.

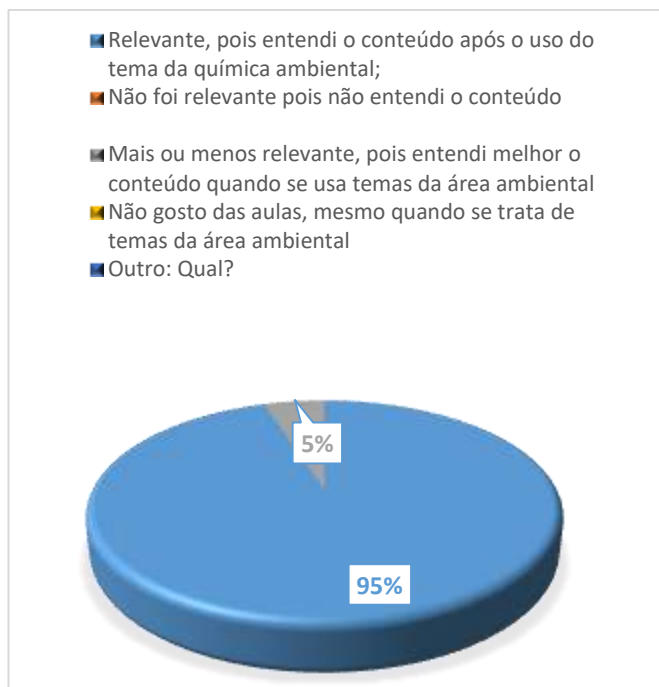


Figura 41- Pergunta 4 - O que você achou do uso do tema Chuva Ácida para o trabalho de conteúdo dos Ácidos e Bases?

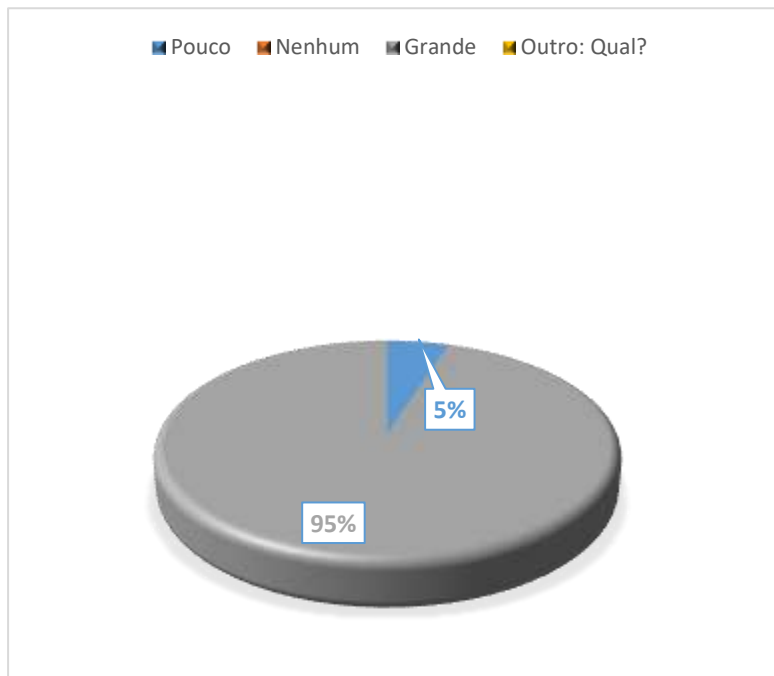


Figura 42- Pergunta 5 - Qual seu interesse pela disciplina Química Geral quando os temas abordam questões ambientais?



Figura 43- Pergunta 6 - Você acha que o conteúdo de Química Geral pode ser auxiliado pelo uso de temas ambientais?



Figura 44- Pergunta 7 - Você acha que o conteúdo de Química Geral pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?

Na Figura 41, foi possível verificar que 95 % dos alunos responderam “Relevante, pois entendi o conteúdo após o uso do tema da química ambiental”. 5 % dos alunos

responderam que “Mais ou menos relevante, pois entendi melhor o conteúdo quando se usa temas da área ambiental”.

Na Figura 42, foi possível verificar que 95 % dos alunos responderam possuir “grande interesse” pela disciplina. 5 % dos alunos responderam possuir “pouco interesse” pela disciplina;

Na Figura 43, foi possível verificar que 100 % dos alunos responderam “sim” a pergunta “Você acha que o conteúdo de química geral pode ser auxiliado pelo uso de temas ambientais?”.

Na Figura 44, foi possível verificar que 90 % dos alunos responderam “sim” a pergunta “Você acha que o conteúdo de química geral pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?”. 10 % dos alunos escolheram “talvez”.

Marques et al. (2013) desenvolveram uma pesquisa com docentes de Licenciatura em Química para entender de que maneira os professores poderiam se associar para tratar questões de química ambiental na sala de aula, por serem componentes curriculares de caráter relevante. Dentro deste estudo, são destacadas algumas limitações com relação à formação pedagógica do docente, que muitas vezes é submetido a um sistema de formação que exclui a área ambiental como base para os estudos de Química.

A falta de experiências curriculares e de formadores que abordem questões ambientais no ensino de Química pode ter como consequência a dificuldade de superar uma fragmentação excessiva no estudo desse assunto na licenciatura, que em um momento trata dos problemas ambientais relacionando-os ao campo da Química e, em outro, ao da Educação, permanecendo a problemática da formação em conteúdos específicos segmentada da formação para a docência. (MARQUES et al., 2013, p. 602)

Tais limitações demonstram a urgência em integrar o debate do tema ambiental ao ensino de química, trazendo a oportunidade de articular os campos do conhecimento e aproximar o estudo ao cotidiano do aluno. Os autores destacam o uso de materiais lúdicos de apoio como uma ferramenta importante a ser adotada,

A discussão das questões ambientais pode ser favorecida por estratégias, tais como a elaboração de material didático alternativo: [...] colocamos explicitamente diversos tipos de produtos que os alunos podem desenvolver [...] desde jogos, softwares de computador, ou tradução de programas que já existam, diversas coisas, um dos tópicos principais que nós colocamos são resolver questões ambientais [...] para que os alunos tentem resolvê-las (P04). (MARQUES et al., 2013, p. 605)

Com as respostas coletadas na 2ª avaliação da turma de 2019, que utilizou o tema ambiental Chuva Ácida como assunto transversal, foi possível perceber que os alunos responderam positivamente ao ensino proposto, acertando as questões objetivas em grande maioria.

Disto, e das respostas de caráter subjetivo, é possível deferir que o uso de temas transversais atrai a curiosidade dos alunos e desperta maior nível de interesse e aprendizado.

6.2.3 Comparação dos resultados dos questionários I e II na aula de Química Geral (turma 2019)

A comparação entre o percentual de acertos as perguntas objetivas dos questionários após o uso da metodologia utilizando aula tradicional e após a aula de Química Geral utilizando o tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos está apresentada na Tabela 2.

Como foi possível observar através dos resultados houve um aumento de 17 % no percentual médio de acertos, além de maior homogeneização na escolha das respostas.

Este resultado mostra que, embora o aumento de acertos não tenha sido tão significativo como o observado na pré-aula (43,3 %), reflete a melhora no percentual de acertos quando a metodologia tradicional é mesclada com o uso de temas do cotidiano da Química Ambiental e o uso de ferramentas como a história em quadrinhos.

O aumento de acertos somado ao fato de que houve uma homogeneização das respostas pode ser explicado a partir de Moreira e Masini (2006 apud CASTRO; COSTA, 2011) que trazem o conceito de aprendizagem significativa.

Deve-se considerar que o material tenha significado lógico, de forma substantiva, não arbitrária e não aleatória, ou seja, que ele tenha fundamento, que represente algo e não esteja sujeito a incertezas, de modo que esta informação possa ser relacionada com os subsunçores do aprendiz. É importante ressaltar que o mesmo material pode apresentar-se de modo diferente para cada indivíduo, podendo ter significado lógico para um aluno e para outro determinado não. No que se refere ao segundo aspecto, a respeito da natureza da estrutura cognitiva do indivíduo, nesta, devem estar disponíveis os subsunçores específicos, os quais serviram de âncora para a nova informação. Já o terceiro aspecto, se refere à disposição que o aluno tem para aprender, porque por mais que o material seja potencialmente significativo e o aprendiz tenha os subsunçores adequados, se ele não tiver motivação para aprender, de nada isto será válido e a aprendizagem será mecânica e sem significado (MOREIRA E MASINI, 2006 apud CASTRO; COSTA, 2011, p. 3).

Por isto, destaca-se que o empenho em desenvolver a HQ interligada ao cotidiano e a espaços de comum reconhecimento dos alunos - como foi o caso de trazer uma praça de Belém para compor o cenário da história - traz resultados positivos de caráter aproximador e de fácil conciliação para o aluno.

Tabela 2 - Indicação do percentual de acerto após a aula de Química Geral tradicional e após a aula de Química Geral utilizando o tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos (Turma de 2019)

Aula de Química Geral Tradicional (% de acertos)		Aula de Química Geral utilizando tema transversal da química ambiental e história em quadrinhos (% de acertos)	
Questões	Avaliação do questionário I	Questões	Avaliação do questionário II
1	85 %	1	70 %
2	40 %	2	95 %
3	100 %	3	85 %
4	40 %		
Média de acertos	66,3 %	Média de acertos	83,3 %

Entende-se, a partir disso, que a aula sobre Ácidos e Bases do jeito que foi planejada e apresentada, com tema ambiental transversal para explicar Ácidos e Bases (1), auxílio de material lúdico para maior envolvimento com o ensino (2) e cenário dentro da HQ (praça municipal) que aproxima os alunos de uma realidade comum (3), conseguiu cumprir seu objetivo de melhorar a interpretação do assunto e absorção do conhecimento a partir de uma aprendizagem mais significativa.

Um estudo produzido por Silva (2019) sobre o uso da História em Quadrinhos no ensino de Química para uma turma de Ensino Médio mostrou que em relação às respostas objetivas, os alunos que acertaram todas as questões sofram um aumento de 47,8 %, legitimando a hipótese de que o auxílio da HQ melhoraria a compreensão do ensino.

A metodologia utilizada pelo professor, assim como as ferramentas que auxiliam a compreensão do conteúdo passado, pode influenciar na melhoria da aula, tornando-a mais produtiva e atraente, garantido aos alunos, uma forma diferente de aprender, que pode resultar numa aprendizagem mais eficaz dos mesmos. (SILVA, 2019, p. 86)

Entende-se, a partir disso, que a aula sobre Ácidos e Bases do jeito que foi planejada e apresentada, com tema ambiental transversal para explicar Ácidos e Bases e auxílio de material lúdico para maior envolvimento com o ensino e cenário dentro da HQ (praça municipal) que aproxima os alunos de uma realidade comum, conseguiu cumprir seu objetivo de melhorar a interpretação do assunto e absorção do conhecimento a partir de uma aprendizagem mais significativa.

Além disso, alunos da turma de 2019 julgaram o conteúdo das aulas de Química relevantes e aplicáveis ao cotidiano (80 %). Em sua maioria, discentes demonstraram interesse pela disciplina (90 %), muito embora tenham endereçado uma série de melhorias, especialmente, em relação às definições teóricas (50 %), às práticas experimentais (25 %) e ao vínculo entre os conceitos químicos e o cotidiano (15 %).

Uma vez compartilhada a HQ (Figura 45), que tinha como tema a “Chuva Ácida”, a maioria dos discentes considerou o conteúdo relevante, pois compreendeu a relevância da Química Ambiental como disciplina (95 %).

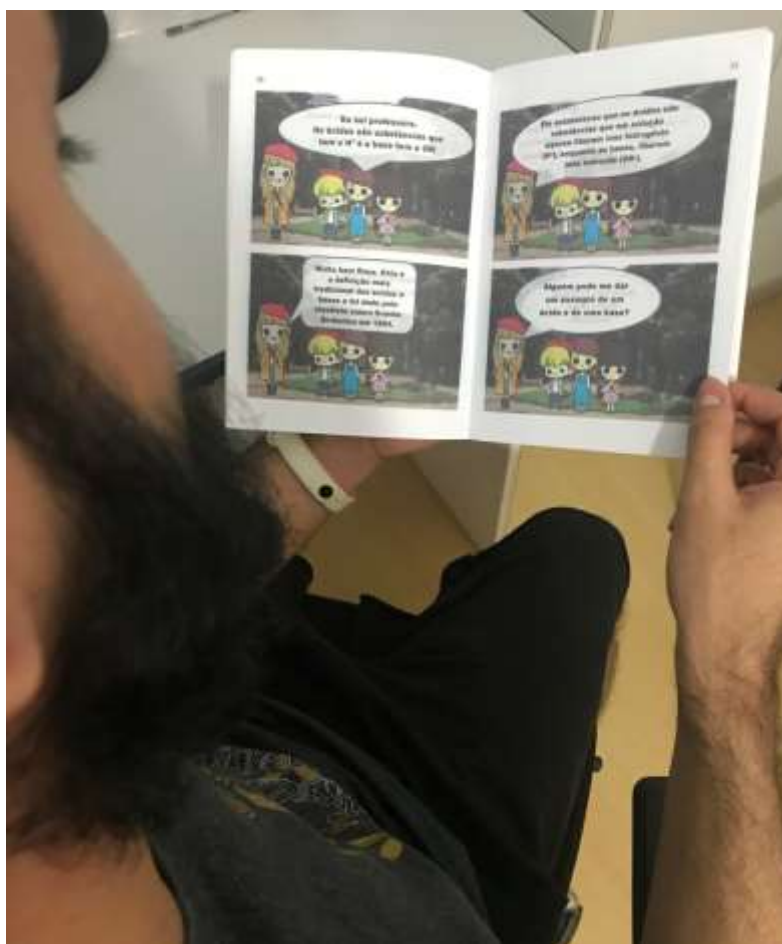


Figura 45- Aluno com revista em quadrinhos

O que se pode avaliar de primeira é que os alunos se sentiram bastante motivados, apoiaram a iniciativa de inclusão da revista em quadrinhos como material auxiliar da disciplina. Para eles foi uma novidade discutir sobre as questões ambientais porque em nenhuma outra disciplina eles já tinham contato com o assunto, então o primeiro contato foi na apresentação da revista e relataram que seria uma grande influência na melhoria do ensino da Química. No geral a turma se mostrou bem receptiva à HQ.

Em uma investigação com alunos da rede pública de ensino superior, desenvolvida por Leite (2017), foi possível identificar que:

A elaboração das HQs para o ensino de química serve para estimular a criatividade dos alunos envolvidos (futuros professores), ficando evidente a busca de situações cotidianas que pudessem ser explicadas através de conceitos científicos. O uso de HQs para o ensino de química teve boa aceitação pelos licenciandos envolvidos. Cabe ressaltar, que o fator lúdico é uma das características que torna esse recurso didático amplamente aceito pelos estudantes, que se demonstraram favoráveis em utilizaras histórias em quadrinhos (futuramente) em suas aulas de Química. (LEITE, 2017, p. 71-72)

O estudo teve o objetivo de fazer uso da história em quadrinhos como ferramenta lúdica e analisar os resultados de acordo com as respostas dos discentes quanto ao material produzido e conteúdo assimilado. Na avaliação com sessenta e quatro (64) discentes da rede pública de ensino superior, foi destacado que o uso das HQ's deve transcender o uso como mero atrativo, usado como forma de conquistar a atenção do aluno (LEITE, 2017). Seu uso deve estar diretamente atrelado ao pensamento crítico e científico

Destacamos a importância de superar a visão das HQs como um recurso apenas para motivar o estudante, visão presente em muitas respostas dos estudantes, mas como um recurso didático que promove o pensamento científico, a prática de leitura (e interpretação de texto). Consideramos que é importante que um número maior de professores se familiarize com as histórias em quadrinhos e façam uso dessa linguagem em sua prática docente. (LEITE, 2017, p. 72)

O estilo de HQ produzido pela turma de 2016 cumpriu o objetivo de inserir conteúdo programático em seus diálogos, para que pudesse auxiliar de fato a compreensão do aluno. Com a turma de 2019 foi possível verificar que este objetivo foi alcançado, ainda assim, sabe-se que a própria forma de complexificar o uso da história em quadrinhos, deve ser adaptada com frequência. A partir do momento que as turmas se adaptarem ao uso desta metodologia, se torna necessário o aprofundamento científico

nas temáticas abordadas. Este estudo teve serve como base para o desenvolvimento de outros materiais, para que não fique restrito apenas à uma pesquisa científica, mas que possa ser adotado no cotidiano do professor de Licenciatura em química.

Um estudo desenvolvido por Junior e Uchôa (2014) com setenta e um (71) estudantes da rede pública, identificou que grande parte dos alunos pesquisados nunca teve contato com HQ's em sala de aula e após a aplicação da revista em quadrinhos, cerca de 65 % dos alunos (45 estudantes) considerou a leitura da história produzida como interessante ou muito interessante. Os autores destacam que:

A partir dos resultados pode-se afirmar que sua recepção foi algo destacável entre os estudantes. Para tanto, a linguagem diferenciada, com imagens e diálogos, bem como a presença de um tema socialmente relevante sem deixar conceitos químicos em segundo plano parece ser fundamental. (JUNIOR; UCHÔA, 2014, p. 92)

No presente estudo, com a turma de 2019, o total de discentes consultados (100 %) avaliou que a oferta de temas localizados na intersecção entre a Química e o Meio Ambiente favorece o aprendizado e a maioria absoluta (90%) considerou que as histórias em quadrinhos auxiliam a compreensão do conteúdo. Com estes resultados, foi possível validar o Produto Pedagógico, pois tanto com as respostas objetivas quanto com as respostas subjetivas, os alunos deram o retorno esperado, que foi de aprovação da inserção tanto do tema transversal, quanto da importância do auxílio da revista em quadrinhos.

7 PRODUTO TÉCNICO

7.1 A ELABORAÇÃO DA REVISTA EM QUADRINHOS

O roteiro escolhido foi adaptado e a história em quadrinhos foi confeccionada conforme mostrada no Anexo IV. A história em quadrinhos impressa foi utilizada na segunda parte da pesquisa.

- CONTEÚDOS

Formação da Chuva Ácida;

Prejuízos para o homem e para o Meio Ambiente;

Efeitos da Chuva Ácida sobre o solo, a água e as florestas;

Efeitos da Chuva Ácida em monumentos e a arquitetura;

Efeitos da Chuva Ácida sobre a saúde humana

- OBJETIVO GERAL

Contribuir para a melhoria da capacidade do aluno de licenciatura em química em compreender os conceitos do tema ácidos e bases e analisar problemas ambientais, utilizando o tema transversal da chuva ácida e a fixação do conhecimento através da história em quadrinhos.

- METODOLOGIA

- Foi utilizado quadrinhos na forma quadrangular como moldura de um momento de ação, bem como balões, onomatopeia, cenários e a narrativa visual.

- Na construção da História em Quadrinhos foi utilizado o Software Hagáquê, com os seus programas, Hagáquê - Paisagens, Hagáquê - Personagens, Hagáquê - Objetos, Hagáquê - Caixas de Diálogo, Hagáquê - Importação de imagens.

- Tutorial do Hagáquê: O Hagáquê é um software educativo de apoio a alfabetização e ao domínio da linguagem escrita. O referido software nos fornece um banco de imagens com os diversos componentes para a construção de cenários, personagens, paisagens, objetos, caixas de diálogos etc. Antes de iniciar a história devemos planejar com antecedência e utilize a sequência: cenário, personagens, balões, falas e onomatopéias.

- Elaboração do roteiro

- Elaboração da história em quadrinho: A história deve ser criada nas seguintes sequências:

- Criar o cenário.

- Definir os personagens.
- Inserir as falas.
- Inserir as onomatopeias.

7.2 A DISPONIBILIZAÇÃO DA REVISTA EM QUADRINHOS

- Impressão da revista ou disponibilização como pdf na web.

8 CONCLUSÕES

Este estudo tentou descobrir que tipo de instruções baseadas em quadrinhos são preferidas pelos alunos de hoje. Também se concentrou nas atitudes dos alunos em relação à aprendizagem aberta à investigação guiada, que é apoiada pela ajuda dos quadrinhos como uma alternativa aos experimentos confirmatórios baseados em práticas prescritas, bem como, permitir a introdução da percepção aos alunos de analisar problemas ambientais.

Diante do cenário erguido pelos questionários aplicados em duas turmas distintas (turma de 2016 e turma de 2019), vimos que a escolha pelas HQs se mostrou acertada, sobretudo, porque os afamados gibis são um gênero narrativo de amplo conhecimento das alunas e alunos. Para além da sua boa aceitação entre os discentes, as histórias em quadrinhos apoiam, pelo menos, um duplo letramento: o da leitura ela mesma (1) — compreender o sentido de palavras encadeadas e organizadas sobre a linha, lidas da esquerda para a direita etc. e o da leitura das imagens — ensinando, especialmente, que o desenho é também narrativo. Lucia Santaella, em seu livro *Leitura de Imagens*, escreve que: “percebemos [nós, os humanos] os elementos de uma imagem de forma simultânea, tudo ao mesmo tempo, mesmo que nossa atenção não se dirija imediatamente a todos os detalhes com igual intensidade” (SANTAELLA, 2012, p. 107). Deste modo, vimos que ilustrações associadas à prosa, à Química e ao Meio Ambiente produzem um efeito concomitante de alfabetização interpretativa, científica e ambiental; compartilhando sentidos estéticos (o traçado, as cores, a história contada etc.) e reforçando as especificidades teóricas, bem como as múltiplas abordagens convocadas por um mesmo acontecimento.

Os resultados esperados, finalmente, guardaram correspondência com os resultados obtidos. A compreensão dos conceitos de Ácidos e Bases se beneficiou, amplamente, da associação com a Chuva Ácida e com as histórias em quadrinhos. A Química deixou de parecer “irrelevante”, “coisa de especialista” e “prática restrita ao laboratório” para se tornar uma disciplina mais acessível e de interesse comum. Os questionários de sondagem confirmaram nossa hipótese. As aulas expositivas tradicionais, simplesmente ocupadas com a entrega não imersiva e interativa do conteúdo, não são uma garantia de compreensão dos conceitos; pelo contrário, favorecem o entendimento de que a Química é pouco relevante para cidadãos comuns, sendo de interesse restrito àqueles pesquisadores metidos entre tubos de ensaio, pipetas

e microscópios. Quer dizer que no imaginário do senso comum, também ele alimentado pela cultura televisiva, a Química é para um grupo minoritário.

Através do trabalho aqui desenvolvido foi possível atender aos objetivos geral e específicos, reconhecendo como pertinente o uso de HQ's como material auxiliar e verificar benefícios tanto para o docente quanto para o discente. A interação participativa da turma na produção de conteúdo permitiu que fosse desenvolvido um material mais interligado ao cotidiano dos alunos, de forma a facilitar e tornar lúdico o exercício de ensino e aprendizagem. As trocas entre aluno e professor, bem como a elaboração deste projeto permitiu definir e revisar temas de química e química ambiental e aplicá-los ao desenvolvimento das histórias em quadrinhos.

REFERÊNCIAS

- AFFELDT, F.; MEINHART, D.; EILKS, I. The use of comics in experimental instructions in a non-formal chemistry learning context. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)**, v. 6, n. 1, p. 93-104, 2018.
- AZEVEDO, E.B. Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, p. 21-25, nov. 1999.
- BENNETT, J. **Teaching and learning science: a guide to recent research and its applications**. London: Continuum, 2003.
- BLOSSER, P. **A critical review of the role of the laboratory in science teaching**. Columbus: Center for Science and Mathematics Education, 1980.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF, 1999, 58p.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF, 2002, 144p.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas Públicas do Ensino Médio. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Vol. 2, Brasília, DF, 2006, 137p.
- BROWN, T. L. *et al.* **Química a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 972p.
- CARUSO, F.; SILVEIRA, C. Quadrinhos para a cidadania. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, 16(1), 217-236, 2009.
- CASTRO, B. J. e COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación em Ciências**, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011.
- CHASSOT, A. Inácio *et al.* Química do cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. **Revista Espaços da Escola**, ano 3, n. 10, p. 47-53, out/dez. 1993.
- CLEMENTINO, C.M. **A importância do ensino da Química no cotidiano dos alunos do Colégio Estadual São Carlos do Ivaí de São Carlos do Ivaí-PR**. 2011. 49f. Monografia. (Graduação em Licenciatura em Química) - Programa Especial de Formação de Docentes, Faculdade Integrada da Grande Fortaleza, Paraná.
- COSTA, T. S. *et al.* A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, p. 31-34, 2005.
- DALACOSTA, K.; KAMARIOTAKI P. M.; PALAYVOS, J.A.; SPYRELLIS, N. Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. **Computers & Education**, v. 52, p. 741-748, 2009.

DAMASCENO, A.P. **Contextualizando o Ensino da Química a partir de temas ambientais**. 2006, 46f. Monografia. (Pós-graduação “Lato Sensu” em Planejamento e Educação Ambiental), Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro.

DANTAS FILHO, F. F.; SILVA, G. N.; COSTA, A. S. Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico. **Holos**, v. 2, p.161-173, 2017.

DE BONI, L; BRANDINI, A.; GOLDANI, E. **Introdução Clássica à Química Geral**. Tchê Química Cons. Educ. LTDA, Porto Alegre, 2007, 294p.

DI FUCCIA, D.; WITTECK, T.; MARKIC, S.; EILKS, I. Current trends in practical work in German science education. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 8, p. 59-72, 2012.

EILKS, I.; PRINS, G. T.; LAZAROWITZ, R. How to organize the chemistry classroom in a student active mode. In: I. Eilks & A. Hofstein (eds), **Teaching Chemistry - A Studybook**, p. 183-212, 2013.

FERTIG, M.; SCHMIDT, C. M. **The role of background factors for reading literacy: Straight national scores in the PISA 2000 study**. IZA Discussion Paper No. 545. Disponível em: http://legacy.iza.org/en/webcontent/publications/papers/viewAbstract?dp_id=545. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

FORNARO, A. Águas de Chuva: Conceitos e breves históricos. Há chuva ácida no Brasil? **Revista USP**, v. 70, p. 78-87, 2006.

GUIMARÃES, E. **Uma caracterização ampla para a história em quadrinhos e seus limites com outras formas de expressão**. Anais do XXII Congresso Brasileiro De Ciências Da Comunicação. Rio de Janeiro, RJ, 1999.

GRUNWALD, P. **Key technology trends: Excerpts from new survey research findings, exploring the digital generation, educational technology**. Washington: Department of Education, 2003.

HENARY, M.; OWENS, E. A.; TAWNEY, J. G. Creative reporting in undergraduate organic chemistry laboratory inspires nonmajors. **Journal of Chemical Education**, v. 92, p. 90-95, 2015.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, p. 28-54, 2004.

HOFSTEIN, A.; KIPNIS, M.; ABRAHAMS, I. Z. Teaching and learning in the chemistry laboratory. In A. Hofstein, & I. Eilks (Eds.), **Chemistry education – A studybook**, p. 153-182, 2013.

HOSLER, J.; BOOMER, K. B. Are comic books an effective way to engage non-majors in learning and appreciating science? **CBE - Life Sciences Education**, v. 10, p. 309-317, 2011.

JUNIOR, W.; UCHÔA, A. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. **Educación Química** (2015) v. 26, p. 87-93, 2014.

KENNEPOHL, D.; ROESKY, H. W. Drawing attention with chemistry cartoons. **Journal of Chemical Education**, v. 85, p.1355-1360, 2008.

KEOGH, B.; NAYLOR, S. Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. **International Journal of Science Education**, v. 21, p. 431-446, 1999.

LEITE, B. histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae (RELuS)**, v. 1, n. 1, p. 58-74, jan./jul. 2017.

LEITE, L.; MENDOZA RODRÍGUEZ, J.; DOURADO, L.; SOARES, Filipa & ALMEIDA, S. Chuva e chuva ácida: um estudo comparativo das concepções de estudantes minhotos e galegos. In E. Canalejas Couceiro & C. García Rodríguez (Coord.). **Boletín das Ciencias – XXIII Congreso de ENCIGA A Coruña**: ENCIGA (Ensinantes de Ciencias de Galicia), p. 1-11, 2010.

LIN, S.-F.; LIN, H.-S. Learning nanotechnology with texts and comics: the impacts on students of different achievement levels. **International Journal of Science Education**, v. 38 p. 1373-1391, 2016.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice. In: ABELL, S. K.; LEDERMANN, N. G. (Ed.), **Handbook of Research on Science Education**, New York, London: Routledge, 2007. p. 393-431.

LUFTI, M. **Os Ferrados e os Cromados, Produção Social e Apropriação Privada do Conhecimento Químico**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. Disponível em http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf. Acesso em 22 de janeiro de 2019.

MARQUES, C.; SILVA, R.; GONÇALVES, F.; FERNANDES, C.; SANGIOGO, F.; REGIANI, A. A abordagem de questões ambientais: contribuições de formadores de professores de componentes curriculares da área de ensino de química. **Química Nova**, v. 36, n. 4, p. 600-606, 2013.

MARKIC, S.; BROGGY, J.; CHILDS, P. How to deal with linguistic issues in the chemistry classroom. In I. Eilks, & A. Hofstein (Eds.), **Teaching chemistry - A studybook**, p. 127-152, 2013.

MARTINS, A. **Chuva ácida**. Produção Didático-pedagógica. (Programa de Desenvolvimento Educacional da Secretaria do Estado da Educação do Paraná), Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010, 16p.

MIDDLETON, P.; RHODES, S.L. Acid rain and drinking water degradation. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 4, p. 99–103, 1983.

OBLINGER, D.; OBLINGER, J.; LIPPINCOTT, J. K. **Educating the Net Generation**. Educause. 2005: 61p.

OLIVEIRA, R. C. **O papel do gibi no processo de aprendizagem, na afetividade e nas emoções**. 2007. Disponível em <http://www.gibiteca.br/ucdp>. Acesso em 13 de setembro de 2019.

PREDIGER, S.; RENK, N.; BÜCHTER, A.; GÜRSOY, E.; BENHOLZ, C. Family background or language disadvantages? Factors for underachievement in high stakes tests. In: LINDMEIER, A.; HEINZE, A. (Ed.), **Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, p. 49-56, 2013.

QUEIROZ, S. L. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, 2004.

RODRIGUES, A; QUADROS, A. O envolvimento dos estudantes em aulas de Ciências por meio da linguagem narrativa das histórias em quadrinhos. **Revista Química Nova na Escola** – São Paulo, v. 40, n. 2, p. 126-137, 2018.

SANTOS, A.S. **Educação Ambiental**: Um tema transversal no ensino de Química. 2009, 33f.Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura Plena em Química) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

SANTOS, W. L. P. **Química e Sociedade**: A ciência os materiais e o lixo. 1 ed. São Paulo, 2005, 128p.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Revista Química Nova na Escola**, v. 4, p. 28-34, 2003.

SILVA, A. História em quadrinhos: Uma mediadora no processo de ensinoaprendizagem em Densidade dos Gases do Ensino de Química. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**. Macapá, AP, v. 2, n. 2, p. 83-88, 2019.

SOUZA, G.P.V.A.; SANTOS, E. A.; SOUZA JR., A. A. **Química para o Ensino de Ciências**. EDUFRN, 2. ed. Natal, 2011, 330p.

SPIEGEL, A. N.; MCQUILLAN, J.; HALPIN, P.; MATUK, C.; DIAMOND, J. Engaging teeanagers with science through comics. **Research in Science Education**, v. 43, p. 2309-2326, 2013.

TATALOVIC, M. Science comics as tools for science education and communication: A brief, explanatory study. **Journal of Science Communication**, v. 8, p. 1-17, 2009.

TOBIN, K. Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. **School Science and Mathematics**, v. 90, p. 403-418, 1990.

VAISTSMAIN, E. P.; VAITSMAN, D. S. **Química & Meio Ambiente**: ensino contextualizado. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

.

APÊNDICE A - EMENTA DISCIPLINA QUÍMICA GERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE QUÍMICA - CAMPUS BELÉM

EMENTA

Definições de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis; pH e pOH; indicadores Ácidos e Básicos; Ácidos e Bases fortes e fracos; principais Ácidos e Bases; Óxidos Ácidos e Básicos; reações de neutralização e sua inter-relação com o fenômeno ambiental; Chuva Ácida — causas e consequências; efeitos da Chuva Ácida sobre o solo, a água e as florestas; efeitos da Chuva Ácida em monumentos e a arquitetura; efeitos da Chuva Ácida sobre a saúde humana e prejuízos para o homem e para o meio ambiente.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 1



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

QUESTIONÁRIO ALUNOS - PRIMEIRA AVALIAÇÃO

Objetivo: Verificar a compreensão dos alunos sobre o tema Ácidos e Bases.

REFERENTE AO TEMA ÁCIDOS E BASES, ASSINALE AS ALTERNATIVAS QUE JULGUE MELHOR ATENDER AOS REQUISITOS DOS ENUNCIADOS ABAIXO:

1. Segundo Arrhenius qual a definição de ácidos e bases?

- a) Substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido, com eliminação de água.
- b) Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-).
- c) São compostos binários oxigenados nos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.
- d) Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons negativos, hidroxilas (OH^-), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+).

2. Qual a principal característica dos ácidos e bases?

- a) Não são bons condutores de eletricidade.
- b) Possuem sabor azedo ou cáustico.
- c) Possuem sabor adstringente
- d) São bons condutores de eletricidade.

3. O que são indicadores ácidos e bases? Dê exemplo

- a) São substâncias que apresentam a capacidade de mudar de cor, na presença de soluções ácidas e de soluções básicas. Exemplo: Fenolftaleína.
- b) São substâncias que não apresentam a capacidade de mudar de cor, na presença de soluções ácidas e de soluções básicas. Exemplo: Azul de bromotimol.
- c) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácido ou sal de acordo com o seu pH. Exemplo: Alaranjado de metila.
- d) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácido ou óxido de acordo com o seu pH. Exemplo: Metilorange.

4. Qual o nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonóides presentes em alguns produtos naturais como o açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores ácidos e bases?

- a) Trietanolaminas.

- b) Antocianinas.
- c) Fenolftaleína.
- d) Valina.

5. Como define o aprendizado que tem obtido nas aulas de Química Geral?

- a) Relevante e aplicável ao cotidiano;
- b) Não há utilidade;
- c) Não gosto das aulas e não compreendo os conteúdos;
- d) Não gosto das aulas, mas compreendo bem os conteúdos.
- e) Outro: Qual? _____

6. Qual seu interesse pela disciplina Química Geral?

- a) Pouco.
- b) Nenhum.
- c) Grande.
- d) Outro: Qual? _____

7. O que deveria ser melhorado nas aulas de Química Geral?

- a) Definições teóricas;
- b) Práticas experimentais;
- c) Relacionar o conteúdo com o nosso cotidiano;
- d) Nada.
- e) Outro: Qual? _____

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

QUESTIONÁRIO ALUNOS - SEGUNDA AVALIAÇÃO

Objetivo: Verificar a compreensão dos alunos sobre o tema Ácidos e Bases utilizando o tema Chuva Ácida.

REFERENTE AO TEMA ÁCIDOS E BASES ASSOCIADO AO CONHECIMENTO DA CHUVA ÁCIDA, ASSINALE AS ALTERNATIVAS QUE JULGUE MELHOR ATENDER AOS REQUISITOS DOS ENUNCIADOS ABAIXO:

1. Como ocorre a formação e dissociação do ácido sulfúrico a partir da reação do trióxido de enxofre gasoso (SO_3 (g)) e da água (H_2O) presentes na atmosfera?

- a) SO_3 (g) + H_2O (l) $\longrightarrow$ H_2SO_4 (aq); H_2SO_4 (aq) $\longrightarrow$ SO_3 (g) + H_2O (l)
- b) H_2SO_4 (aq) $\longrightarrow$ SO_3 (g) + H_2O (l); SO_3 (g) + H_2O (l) $\longrightarrow$ H_2SO_4 (aq)
- c) SO_2 (g) + H_2O (l) $\longrightarrow$ H_2SO_3 (aq); H_2SO_3 (aq) $\longrightarrow$ SO_2 (g) + H_2O (l)
- d) H_2SO_3 (aq) $\longrightarrow$ SO_2 (g) + H_2O (l); SO_2 (g) + H_2O (l) $\longrightarrow$ H_2SO_3 (aq)

2. A água de um lago em condições naturais tem o pH em torno de 6,5 - 7,0. O pH em torno de 5,5 já pode matar larvas, pequenas algas e insetos, prejudicando também os animais que dependem desses organismos para se alimentar. Como se realiza a neutralização das águas ácidas de rios?

- a) Através da Calagem, que é o processo onde se adiciona carbonato de cálcio (CaCO_3) nas águas do rio.
- b) Através da Desinfecção, eliminação dos microorganismos a partir da aplicação de cloro
- c) Através da Coagulação, para retirar as impurezas que se encontram em suspensão fina, utiliza-se o sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- d) Através da Floculação, os floculadores mantêm a água em movimento, provocando a colisão entre as partículas de impurezas existentes.

3. Explique de que maneira os ácidos formados pela emissão de gases, como o SO_x e NO_x , podem influenciar na fertilidade dos solos.

- a) Os ácidos formados pela reação dos gases, como o SO_x e NO_x , reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva, tornando os solos mais férteis e favorecendo o crescimento das plantas.
- b) Os ácidos formados pela reação dos gases, como o SO_x e NO_x não influenciam na fertilidade dos solos.

c) Os ácidos formados pela reação dos gases, como o SOx e NOx, reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva ácida, retirando dos solos todas as impurezas e formas de poluição.

d) Os ácidos formados pela reação dos gases, como o SOx e NOx, reagem na atmosfera com a água e precipitam como chuva ácida, retirando dos solos os nutrientes tornando o solo menos fértil e prejudicando o crescimento das plantas.

4. O que você achou do uso do tema chuva ácida para o trabalho do conteúdo ácidos e bases?

a) Relevante, pois entendi o conteúdo após o uso do tema da química ambiental;

b) Não foi relevante, pois não entendi o conteúdo;

c) Mais ou menos relevante, pois entendi melhor o conteúdo quando se usa temas da área ambiental;

d) Não gosto das aulas, mesmo quando se usa temas da área ambiental.

e) Outro: Qual? _____

5. Qual seu interesse pela disciplina Química Geral quando os temas abordam questões ambientais?

a) Pouco;

b) Nenhum;

c) Grande.

d) Outro: Qual? _____

6. Você acha que o conteúdo de Química Geral pode ser auxiliado pelo uso dos temas ambientais?

a) Sim;

b) Não;

c) Talvez;

d) Outro: Qual? _____

7. Você acha que o conteúdo de Química Geral pode ser auxiliado pelo uso das histórias em quadrinhos?

a) Sim;

b) Não;

c) Talvez;

d) Outro: Qual? _____

APÊNDICE D – HISTÓRIA EM QUADRINHOS

Ácidos e Bases

Efeitos no ambiente



**Universidade Federal do Pará- Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino
das Ciências Ambientais**



Título: História em quadrinhos uma ferramenta pedagógica para o ensino da química: Ácidos e Bases os pilares da vida

Autores: CRUZ, Erivan Souza; PEREIRA, Simone de Fátima Pinheiro

Publicação do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais

Ano: 2019

24 páginas











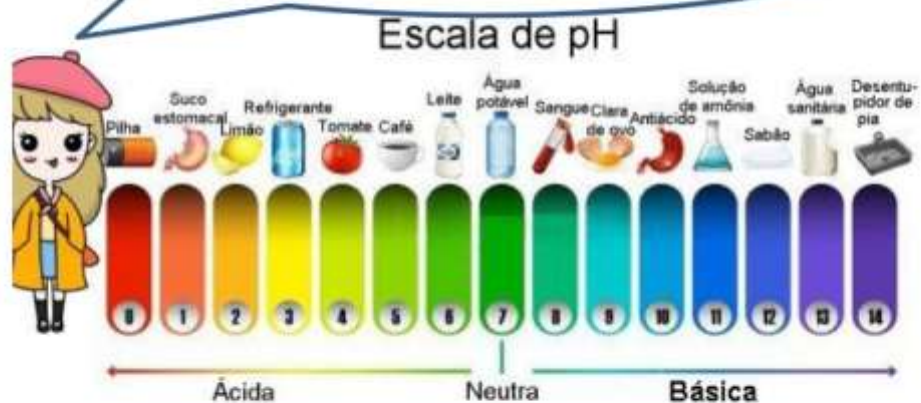




10



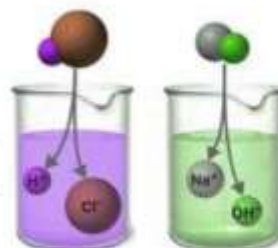
O pH é que determina se uma substância é ácida ou básica. A escala do pH vai de 0 a 14.



Para calcular o pH se usa estas fórmulas. Depois faremos uns exercícios.



$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \\ \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \end{aligned}$$



12





14



15



16



17



Chuva ácida

O mármore, que é o CaCO_3 , reage com o ácido da chuva e forma CaSO_4 parcialmente solúvel em água.

Mármore = CaCO_3
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



1944 1994



Além de destruir os monumentos e edifícios a chuva ácida pode causar outros problemas.



18





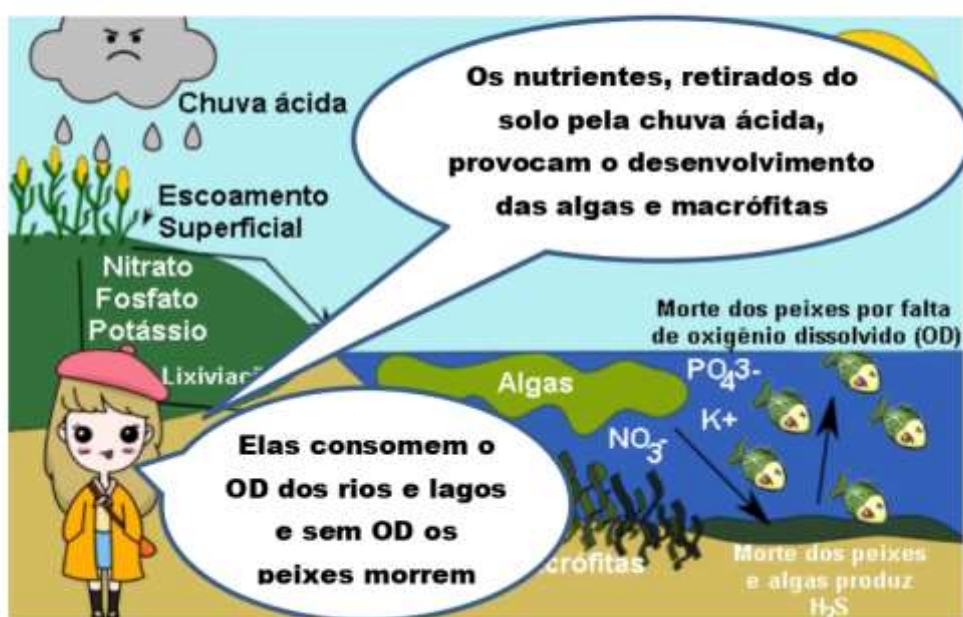


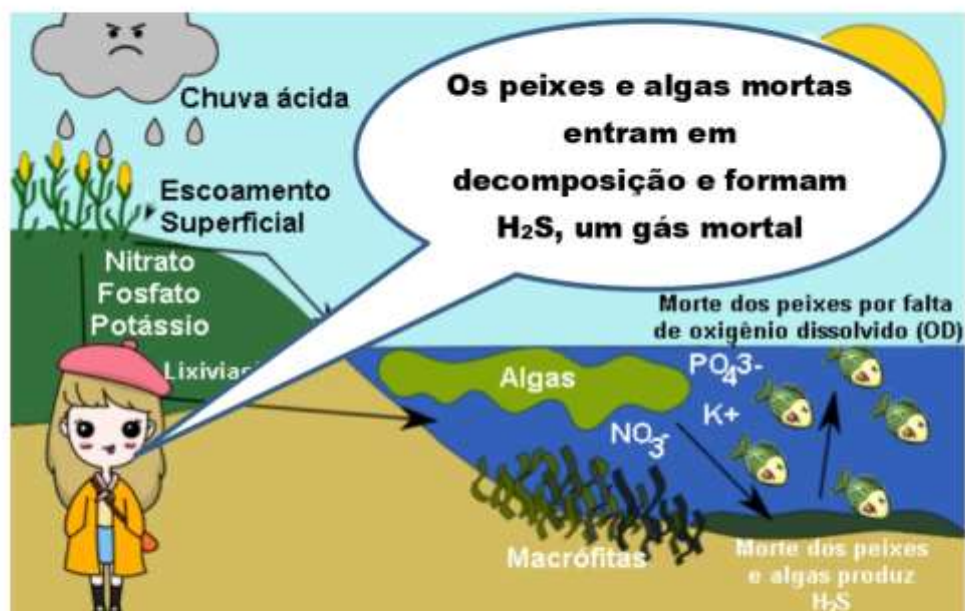












27













