



ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA – UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPEI



**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS**
MESTRADO PROFISSIONAL

HÉLIO GUEDELHA DE LIMA

**USO DO SIMULADOR PhET E DA EXPERIMENTAÇÃO COMO
RECURSOS FACILITADORES PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO
QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE UMA COMUNIDADE
RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA**

Boa Vista – RR
2020

HÉLIO GUEDELHA DE LIMA

**USO DO SIMULADOR PHET E DA EXPERIMENTAÇÃO COMO
RECURSOS FACILITADORES PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO
QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM UMA
COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA**

Dissertação e produto educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Linha de Pesquisa: Métodos Pedagógicos e Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências

Orientadora: Profa. DSc. Ivanise Maria Rizzatti

Boa Vista - RR
2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

USO DO USO DO SIMULADOR PHET E A EXPERIMENTAÇÃO COMO RECURSO FACILITADOR PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA

HÉLIO GUEDELHA DE LIMA

Dissertação e o Produto Educacional apresentados ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Linha de Pesquisa: Métodos Pedagógicos e Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências.

A dissertação e o produto educacional do mestrando foram considerados:

Aprovados

Banca Examinadora



Prof^a. Dr^a. Ivanise Maria Rizzatti
Universidade Estadual de Roraima- UERR
Orientadora



Prof^a. Dr^a. Régia Chacon Pessoa
Universidade Estadual de Roraima - UERR
Membro Interno



Prof^a. Dr^a. Viviane de Araújo Cardoso
Universidade Federal de Roraima - UFRR
Membro Externo

Boa Vista, 19 de junho de 2020.

DEDICATÓRIA

Dedico toda essa conquista aos meus pais Raimundo Inácio de Lima (*in memoriam*) e Maria de Jesus Guedelha.

Aos meus irmãos Eliene, Elizete, Angélica, Euzimar e Euzilene Guedelha de Lima.

Aos amigos professores da Escola Estadual José Bonifácio pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

Pelas angústias, preocupações e sucesso, agradeço primeiramente a meu Deus pela conclusão deste curso e subida de mais um degrau em minha vida.

Aos meus pais Maria de Jesus (Dijé) e Raimundo Inácio (Careca da 11) pelo apoio e segurança a mim conferido a cada dia em suas orações.

À Universidade Estadual de Roraima pela oportunidade de cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e pelo estágio na docência em Ensino Superior.

À comunidade de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco.

À Escola Estadual José Bonifácio por ceder o espaço para a realização desta pesquisa. A gestora, colaboradores e aos alunos do 3º ano.

Aos meus professores que sempre se dispuseram para tirarem as dúvidas nos conteúdos trabalhados.

À minha orientadora, professora Ivanise Maria Rizzatti, pela paciência e o desafio da orientação e por me acompanhar durante todo esse tempo de pesquisa.

E a todos que colaboraram com a realização deste trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar a aprendizagem de estudantes sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico a partir do projeto de simulações virtuais da Universidade do Colorado, o PhET, aliado à experimentação. A pesquisa, com abordagem qualitativa, foi desenvolvida com 11 estudantes do 3º ano da Escola Estadual José Bonifácio, situada no distrito de Santa Maria do Boiaçú, uma comunidade ribeirinha localizada às margens do Rio Branco, na região do Baixo Rio Branco, município de Rorainópolis – RR. Para alcançar o objetivo proposto, foram realizadas aulas no laboratório de informática para uso da aplicação do PhET e na sala de aula para experimentação. Dentro do conteúdo de Equilíbrio Químico, foram abordados os assuntos: ácidos e bases, escala de pH e reversibilidade de reações. Foram utilizados como caminho da pesquisa, isto é, sequência didática: uma aula motivacional, dois questionários, um inicial e outro final; duas listas de exercícios, uma inicial e outra final; a aplicação de três simulações, cada um para cada assunto abordado; e a reaplicação do questionário final e lista de exercício final. Os resultados apontam que conhecimento mais sólido em Equilíbrio Químico não depende apenas de aulas teóricas, mas de um conjunto de atividades, como por exemplo, neste trabalho foi utilizado aplicativos e aulas experimentais como recursos facilitadores no ensino de química. A aprendizagem requer mais do que um conjunto de teorias, cabe ao professor proporcionar ao aluno as possibilidades para que este possa aprender de maneira mais significativa. Os próprios alunos sentiram a necessidade e chamaram a atenção dos professores, para que possam trabalhar de forma mais dinâmica as aulas de química. O produto educacional da pesquisa consiste no desenvolvimento de uma Sequência Didática para o ensino de Equilíbrio Químico, desenvolvido a partir dos Três Momentos Pedagógicos, disponível a todos os professores de química do ensino médio que queiram proporcionar melhorias na qualidade do ensino envolvendo o PhET e a experimentação.

Palavras-Chave: Simulador virtual PhET. Aprendizagem significativa. Equilíbrio químico.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the learning of students about the content of Chemical Equilibrium from the project of virtual simulations of the University of Colorado, the PhET, allied to experimentation. The research, with a qualitative approach, was developed with 11 3rd year students of the José Bonifácio State School, located in the district of Santa Maria do Boiaçú, a riverside community located on the banks of the Rio Branco, in the region of Baixo Rio Branco, municipality of Rorainópolis - RR. To achieve the proposed objective, classes were held in the computer laboratory to use the PhET application and in the classroom for experimentation. Within the chemical equilibrium content, the subjects were addressed: acids and bases, pH scale and reversibility of reactions. They were used as a research path, that is, didactic sequence: a motivational class; two questionnaires, one initial and one final; two lists of exercises, one initial and one final; the application of three simulations, each for each subject addressed; and the reapplication of the final questionnaire and final exercise list. The results indicate that more solid knowledge in Chemical Balance depends not only on theoretical classes, but on a set of formal activities, such as the use of applications and experimental classes as facilitating resources in Chemistry Teaching. Learning requires more than a set of theories. It is up to the teacher to provide the student with the possibilities for him to have significant knowledge. The students themselves felt the need and called the attention of the teachers so that they can work more dynamically the chemistry classes. The educational product of the research consists in the development of a Didactic Sequence for the teaching of Chemical Balance, available to all high school chemistry teachers who want to provide improvements in the quality of education involving PhET and experimentation.

Keywords: PhET virtual simulator. Meaningful learning. Chemical Balance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização do Distrito de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.....31
- Figura 2:** Meio de transporte fluvial, durante todo o ano de Santa Maria para Manaus ou para Caracaraí.....32
- Figura 3:** Meio de transporte aéreo em temporada de turismo no distrito de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.....32
- Figura 4:** Pousada Itapará, às margens do Rio Itapará, Rorainópolis, Roraima.....33
- Figura 5:** Exemplar de tucunaré no Rio Itapará, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima34
- Figura 6:** Vista aérea do distrito de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.....35
- Figura 7:** Rua José Venâncio. Ao lado esquerdo o Destacamento da PM; ao fundo a instalação da Roraima Energia – Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, RR35
- Figura 8:** Escola Estadual José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.....36
- Figura 9:** Representação da escala de pH feita pelos alunos do 3º ano da escola José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.....49
- Figura 10:** Alunos realizando a atividade no PhET no laboratório de informática.....51
- Figura 11:** Janela 1 da Escala de pH. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.....52
- Figura 12:** Janela 2 da Escala de pH. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.....52
- Figura 13:** Janela 3 da Escala de pH. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.....53
- Figura 14:** Janela 1 de soluções ácido-base. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.....54
- Figura 15:** Janela 2 de soluções ácido-base. A letra, na figura, representa a ordem com que a atividade foi realizada.....55
- Figura 16:** Realização da atividade experimental. Alunos adicionando açaí em solução de soda cáustica.....57

Figura 17: Figura 16: Alunos realizando reação de neutralização exemplificando reversibilidade de reações.....58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Sequência das atividades desenvolvidas nesta pesquisa.....	38
TABELA 2: Perguntas referentes ao uso das TIC's relacionadas ao ensino de equilíbrio químico.....	44
TABELA 3: Substâncias ácidas e básicas, conforme os alunos, referente a questão 7 da LEI.....	49
TABELA 4: Aula prática para identificação das substâncias sugeridas no PhET. As informações são os resultados conforme análise dos alunos.....	56
TABELA 5: pH das substâncias antes e depois de adicionar água e retirar solução, conforme análise dos alunos.....	59
TABELA 6: Concentrações dos íons (mol/L) dissociados ou ionizados das substâncias antes e depois de adicionar água e retirar solução.....	60
TABELA 7: Respostas dos alunos do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre o açaí.....	67
TABELA 8: Respostas dos alunos do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre reações reversíveis.....	68
TABELA 9: Respostas do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre os conteúdos de Equilíbrio Químico no PhET.....	70
TABELA 10: Respostas dos alunos do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre a aprendizagem em Equilíbrio Químico depois de utilizar o PhET e a experimentação.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A1 – Aluno 1

A2 – Aluno 2

A3 – Aluno 3

A4 – Aluno 4

A5 – Aluno 5

A6 – Aluno 6

A7 – Aluno 7

A8 – Aluno 8

A9 – Aluno 9

A10 – Aluno 10

A11 – Aluno 11

PhET – Simulações Interativas da Universidade do Colorado

TIC – Tecnologias da informação e Comunicação

LEI – Lista de Exercício Inicial

LEF – Lista de Exercício Final

**CNE/CEB – Conselho Nacional da Educação / Câmara da Educação
Básica**

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

3MP – Os Três Momentos Pedagógicos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 PRESSUPOSTO TEÓRICO	17
1.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO ALIADAS AO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM	17
1.2 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	20
1.3 A EXPERIMENTAÇÃO E O USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO DO CAMPO.....	25
1.3.1 Modelos fundamentais no ensino de equilíbrio químico na Educação do Campo	28
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
2.1 NATUREZA DA PESQUISA.....	30
2.2 ÁREA DE ESTUDO.....	30
2.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	37
2.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL.....	41
3.1.1 Questionário inicial	41
3.1.2 Lista de exercício inicial (LEI)	46
3.2 UTILIZANDO O SIMULADOR PHET.....	51
3.3 ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	55
3.4 REAPLICAÇÃO DO PHET	59

3.5 DIAGNÓSTICO FINAL – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	62
3.5.1 Lista de Exercício Final (LEF).....	62
3.5.2 Questionário final.....	64
3.5.3 Reaplicação do questionário final e da LEF.....	66
PRODUTO FINAL.....	74
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
ANEXOS.....	82
ANEXO A.....	82
ANEXO B.....	83
ANEXO C.....	86
ANEXO D.....	89
APÊNDICES.....	90
APÊNDICE A.....	90
APÊNDICE B.....	91
APÊNDICE C.....	93
APÊNDICE D.....	96
APÊNDICE E.....	98

INTRODUÇÃO

Vivemos numa era em que a tecnologia digital está na palma da mão. Fazemos tudo de forma prática e rápida, com um simples toque na tela de um computador ou celular. Essa tecnologia digital tem crescido tanto que agora seu uso se faz presente nos mais diversos meios de vida e cultura da sociedade. Na educação, por exemplo, não se pode negar que sua existência tem contribuído com processo de ensino e de aprendizagem, tornando as aulas mais dinâmicas.

Como exemplo, pode-se citar o uso de programas e aplicativos educacionais que facilitam o entendimento de diversos conteúdos nas disciplinas curriculares. No ensino de química também tem se mostrado bastante útil, uma vez que existem programas internacionais e nacionais que auxiliam o ensino e a aprendizagem dos conteúdos mais abstratos, em especial sobre equilíbrio químico.

Durante minha vivência, enquanto professor de química, pude perceber que existem muitas diferenças no ensino e na aprendizagem. Os métodos utilizados não prendiam a atenção dos alunos e cada vez mais eles não tinham interesse pelos conteúdos da disciplina. Foi então o momento em que fiz uma retrospectiva nas minhas metodologias de ensino. Estava precisando de mais aulas práticas, dinâmicas e com cunho pedagógico voltado para a realidade deles.

A partir dessa reflexão, antes de ingressar no Mestrado, surgiu a ideia de usar um aplicativo em que os alunos pudessem ter acesso fácil, e usamos o Laboratório de Reações 3D, desenvolvido pela EvoBooks Editora Digital S.A., com a finalidade de estudar as substâncias e a definição, classificação, propriedades e formulações das soluções iônicas (ácidos, bases, sais e óxidos) no celular. Foram realizadas duas aulas rápidas, mas que despertou bastante a curiosidade e atenção deles.

A escolha por fazer o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências partiu da curiosidade de trabalhar os conteúdos de química de forma mais dinâmica e interativa com os alunos, a fim de proporcionar novas maneiras metodológicas facilitadoras, atribuindo ao aluno uma aprendizagem mais sólida nos conteúdos mais difíceis de tais disciplinas.

Ao verificar as linhas de pesquisas, “Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências” foi a mais próxima do desejo que tinha em trabalhar com aplicativos em sala de aula.

Como a proposta inicial era trabalhar com aplicativos que pudesse facilitar o ensino e a aprendizagem, propusemos, inicialmente, o desenvolvimento de um aplicativo para celular, como produto dessa pesquisa, para avaliarmos o seu efeito na aprendizagem dos alunos em Equilíbrio Químico em uma escola estadual na sede do município de Rorainópolis. Mas, devido alguns problemas técnicos de desenvolvimento, bem como o curto prazo para se encerrar a pesquisa, optamos por avaliar uma sequência didática, usando o mesmo conteúdo, mas agora com o PhET, um programa de simulações virtuais. Dentro do PhET, analisamos e selecionamos os temas: ácidos e bases, reversibilidade de reações e escala de pH.

Por que o desenvolvimento dessa sequência didática? A grande dificuldade na aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico foi o principal motivo para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Devido minha lotação para trabalhar em Santa Maria do Boiaçú, uma comunidade ribeirinha do Baixo Rio Branco e sendo o distrito polo dessa região, a pesquisa, que ainda estava no prazo de desenvolvimento, passou a ser realizada nessa localidade, especificamente na escola Estadual José Bonifácio, meu novo local de trabalho, a única que atende aos alunos do Ensino Médio regular da região.

A comunidade, que na verdade é um distrito do município de Rorainópolis, tem aproximadamente 400 moradores, sendo a menor e a mais antiga de todos os distritos do município, tem a maior economia da região do Baixo Rio Branco. Possuindo escola municipal, uma estadual, um hospital, uma Unidade Básica de Saúde (UBS) e estruturas poliesportivas, tem uma cultura bem diversificada, abrigando pessoas de vários lugares do Brasil.

Como professor de Ciências, Biologia e Química na escola estadual dessa comunidade, trabalhamos com os alunos desde o 6º ano do ensino fundamental até o 3º ano do ensino médio. A pesquisa foi realizada somente com os alunos do 3º ano, uma vez que eles já haviam estudado Equilíbrio Químico no 2º ano. Dessa forma seria mais fácil ter um diagnóstico da aprendizagem e assim elaborar a sequência de atividades para ver os resultados da pesquisa aplicada.

O objetivo geral desta pesquisa consiste em “avaliar a contribuição do software PhET aliado a experimentação no processo de aprendizagem sobre Equilíbrio

Químico com alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola ribeirinha do Baixo Rio Branco, no município de Rorainópolis – RR”.

Os objetivos específicos são:

- ✓ Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes do 3º ano do ensino médio na Escola Estadual José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçú, sobre equilíbrio químico;
- ✓ Elaborar e aplicar uma sequência didática baseada nos três momentos pedagógicos (3MPs), incluindo o uso do simulador virtual PhET e de uma atividade experimental no processo de aprendizagem dos conceitos ácidos, bases e reversibilidade de reações com os alunos do 3º ano;
- ✓ Avaliar a sequência didática e possibilitar, através dela, uma metodologia facilitadora para o ensino e a aprendizagem no tema equilíbrio químico.

A dissertação está dividida em três capítulos, sendo o primeiro o pressuposto teórico embasando o desenvolvimento da pesquisa através de autores que trabalharam o ensino de ciências por meio de metodologias diferenciadas. No segundo capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos, mostrando a classificação da pesquisa, a área de estudo, os 3 MPs e o desenvolvimento da sequência didática. E no terceiro são apresentados os resultados e discussões. Por fim são apresentadas as considerações finais.

1 PRESSUPOSTO TEÓRICO

1.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO ALIADAS AO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A vinda da era digital trouxe transformações recorrentes aos seus usuários por causa da necessidade de humanismo renovado, de um sujeito recolocado no centro da relação entre homem e máquina. Essas transformações são citadas como responsabilidades técnicas que valorizam a essência do indivíduo pensante, aprofundando a relação entre mídia e desenvolvimento, sendo um dos aspectos mais importantes para o crescimento do desenvolvimento humano (JENKINS, 2009; SHIRKY, 2010).

Além disso, De Kerckhove, Carvalho e Soares (1997) afirmam que qualquer pessoa pode publicar opiniões e conhecimentos em uma ferramenta tecnológica digital, fazendo com que outros usuários tomem conhecimento de tais aprendizagens. A esse termo eles deram o nome de “inteligência conectiva” com a intenção de fazer com que cada indivíduo inserido possa participar de uma grande rede de aprendizagem e inovação, o que faz melhorar os softwares utilizados no processo e, principalmente, a interatividade e intelectualidade das pessoas que fazem uso deles. Dessa forma, com o modo de pensar diferente, pode-se dizer que o uso das tecnologias digitais traz consigo o desafio de transformar a informação em conhecimento e a valorização desse conhecimento em atitudes, pensamentos e intercâmbio de saber com a troca de diálogos.

Pela análise de Burbules, Callister e Thomas (2000), o uso das tecnologias traz, em si, uma forma real na modificação cultural do usuário, pois ativa inteligências e habilidades de formas diferentes no qual favorece novas competências. Conforme a adoção dessas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no nosso cotidiano, os autores afirmam que “é possível mudar o que queremos realizar, o que tentamos realizar e o que pensamos que seja possível realizar; muda os objetivos, interpretações e significados” de tudo o que nos cerca (PISCHETOLA, 2016 p. 20).

O campo das TICs é um universo muito amplo e é necessário considerar “vários aspectos como a segurança, a disponibilidade, o uso de sistemas e legislação vigente”, por exemplo, para que a utilização desta seja de forma segura e viável ao

meio em que está inserida, isto é, a fim de que a utilização de suas informações seja um diferencial (SOUSA, 2016, p.19).

Na sociedade da informação, não há conexão entre as pessoas, negócios, instituições e desenvolvimento de ferramentas de trabalho sem o uso da tecnologia, pois conforme Castells (2003), essa tecnologia é o elemento central da atividade humana. Isso demonstra que ela veio pra ficar de modo definitivo e altera a forma de ser, pensar, estar, sentir o mundo. O autor denomina-a como a “a sociedade da informação”.

As TICs têm, em alto grau, influenciado o meio social, profissional e pessoal, que a última década do século XX foi referenciada pelo início da “geração Y” ou simplesmente “geração digital” onde o uso da internet cresceu e revigorou a potencialidade em todas as esferas da sociedade e criou uma nova oportunidade para o desenvolvimento da educação (*ADVERTISING AGE EDITORIAL*, 1993; TAPSCOTT, 1999). No início do século XXI essa geração foi chamada de “nativos digitais” (PRENSKY, 2001), para se fazer referência à primeira geração que cresceu e se desenvolveu com o uso da internet e juntamente com ela desenvolveu a habilidade no uso técnico das mídias digitais e dos recursos da web, o que tem favorecido a criação e utilização de softwares nas mais diversas esferas da sociedade, incluindo a educação.

Associar as TICs ao ensino e aprendizagem é ampliar as possibilidades pedagógicas, porque facilita o armazenamento, distribuição e o acesso à informação independentemente do local onde esteja professor e aluno (MENDONÇA; MENDONÇA, 2010). Por isso informática se tornou aliada à educação porque traz ao processo educacional um conjunto de características essenciais como simulação, modelagem, jogos e linguagem de programação que podem ser utilizados com base no estudo de caso a que se observa em cada contexto.

As tecnologias digitais têm crescido bastante no meio educacional e tem mostrado várias alternativas para que os professores trabalhem de forma mais dinâmica e contextualizada seus conteúdos em sala de aula. Dessas tecnologias, pode-se destacar os softwares educacionais que têm sido, de forma vasta, mostrados aos profissionais da educação uma eficácia na aproximação entre os conteúdos estudados e contextualizados com a realidade de aprendizagem de cada aluno.

Agora, os professores têm até dificuldade em escolher com o que trabalhar, por causa da diversidade.

Por conta dessa diversidade, Rocha (1996) analisa alguns pontos que devem ser levados em consideração na escolha de um software educacional. Deve haver inter-relacionamento da natureza do software com o que se está em estudo ou análise e uma fundamentação teórico-pedagógica para o construtivismo com um *feedback* entre o saber e sua construção. Além de que a tecnologia cumpre funções fundamentais educativas quando se utiliza o fator “construtivista de ensino”, pois favorece a “solução de problemas, o desenvolvimento de conceitos e o raciocínio crítico do que a simples aquisição de conhecimento de fato” (CASTRO, 2008, p. 2).

Para que um software com finalidade educacional proporcione aos professores e alunos uma qualidade no ensino e na aprendizagem, Salgado (2008) concorda com Rocha (1996) e acrescenta que é necessário observar as especificações e a quem se destina o software escolhido, além de escolher materiais de suporte relacionados ao seu uso, estímulo à criatividade, imaginação, raciocínio, nível de envolvimento de quem está usando e o trabalho em grupo. Com todas essas características, é possível ter resultados satisfatórios ao utilizar tal meio alternativo de recurso tecnológico digital em sala ou não de aula.

A seleção de um software deve enfatizar a aprendizagem do aluno como foco principal e a ação do projeto pedagógico entra como papel de fundo para a análise do professor frente ao trabalho desenvolvido como forma de reflexão.

O uso de um software não pode ser visto como, em particular, um tratamento clínico para os alunos se beneficiarem dele e deixar o professor de escanteio sem a utilidade de se estar na sala de aula. Até porque, conforme Araújo, Freitas e Matos (2017), essas tecnologias não trarão nenhuma garantia quanto a mudança de comportamento e atitudes diferentes de professores e alunos. Portanto, a ferramenta digital deve ser adaptada ao cotidiano para atender eficientemente as necessidades do processo de ensino e aprendizagem. Tanto aluno quanto professor devem ver a ferramenta a mão como um auxílio para sanar ou diminuir as dúvidas. Deve ser um elemento de fonte de ideias ou resolução de problemas e nunca o único meio para ensinar e aprender (VALENTE, 1993).

1.2 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

A preocupação com o aprendizado em química tem trazido ao professor grandes dificuldades para relacionar os conteúdos planejados com o cotidiano dos alunos, tornando-se uma das principais causas na falta de estímulo neste processo de ensino e aprendizagem. Com isso, o “movimentar das coisas” extraído do poema Ode Marítima de Álvaro de Campos, Pessoa (2008, p. 98) traz reflexão ponderada a novos rumos de mudança de pensamento e perspectivas, como é o caso do homem do poema que age de forma investigativa diante de impactos desconhecidos dentro de sua sociedade. Essa investigação nos faz concluir que essas mudanças estão associadas ao uso de tecnologias no ensino, propondo uma maneira diferente para aquilo que já é corriqueiro e sem sucesso no âmbito educacional (AMARAL-ROSA, 2016).

Para Pozo e Crespo (2009), antes dessa visão de mudança, ainda com os aspectos tradicionais, o Ensino de Ciências era trabalhado de forma teórica e apresentação apenas dos principais conceitos, impedindo a interpretação da verdadeira natureza envolvida nos processos de ensino onde os professores se encaixavam melhor no verbo conjugado “ eu explico” e os alunos no “tu escutas” e “copias”, pois o professor detinha todo o conhecimento (AMARAL-ROSA, 2016).

Como as mudanças formativas ocorrem com frequência na sociedade, é interessante que as pessoas pensem em procedimentos que possam acompanhar essas mudanças, favorecendo melhorias na capacidade de aprendizagem e tornando-se adeptos às exigências intelectuais da sociedade contemporânea (POZO; CRESPO, 2009). Porém, não pode haver uma troca deste sistema de ensino bruscamente pela midiatização da tecnologia; o que deve ser feito é uma conexão entre ambos a fim de que haja uma troca de saberes tal qual seja suficiente para uma melhor aprendizagem.

O aprender tecnológico traz efeitos na cognição e ampliação de habilidades mentais como a criação de metáforas; criação de categorias cognitivas, quer novas quer não; geralmente, potencialização da atividade intelectual; fortalecimento das habilidades psicológicas; e a internalização de ferramentas simbólicas. Esses efeitos introduzidos por Salomon não deixam dúvidas quanto à eficácia da tecnologia na estruturação da forma de pensamento e decisão dos alunos, bem como de seus

professores. O resultado é uma relação intelectual harmônica para a sociedade (POZO; CRESPO, 2009; AMARAL-ROSA, 2016).

E como aplicar todos esses conceitos de tecnologias digitais no ensino de química? Como fazer uso de softwares para solucionar problemas de aprendizagem? Podemos começar a discutir esse assunto com as palavras de Kenski (2004, p. 23):

As novas tecnologias de informação e comunicação, caracterizadas como midiáticas, são, portanto, mais do que simples suportes. Elas interferem em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente e adquirirmos conhecimentos. Criam uma nova cultura e um novo modelo de sociedade.

Aqui o autor sugere o uso de novas tecnologias com o ensino da química de modo a sugerir interação cultural e mediação escolar útil para esse fim e direcionar o conhecimento como um meio procedimental para os alunos terem uma sensação mais sólida do aprender.

A aprendizagem sólida em química requer, como fonte primária do saber, os três níveis de representação para o conhecimento químico propostos por Johnstone (1982): i) descritiva e funcional (macroscópico); ii) explicativa (microscópico) e iii) representacional (simbólico). Esses três níveis são a base para o estudo da química, visto ser esta uma disciplina que exige modelos visuais de seus componentes, pois a compreensão de seus conceitos vai além daquilo que podemos observar a olho nu.

Os níveis macroscópico e microscópico são os mais comuns, pois os gráficos, experimentações, fórmulas e conceitos são tão antigos quanto a química o é. Porém, a representação simbólica está sendo inserida pouco a pouco, fazendo o aluno ter mais clareza no entendimento de seus conteúdos estudados, uma vez que apresenta uma evolução histórica na linguagem representacional, e este nível deve representar o problema e ajudar o aluno a resolvê-los (NETO; RAUPP; MOREIRA, 2009). Com isso, Johnstone (1983) e Talanquer (2011) afirmam que os profissionais da química – neste caso os professores – são capazes de construir a leitura e interpretação da realidade conforme esses três níveis e os alunos também o fazem no nível observável, e assim ocorre a aprendizagem.

O conceito aqui definido desses três níveis pode ser comprovado por pesquisas já realizadas com alunos ao utilizarem *softwares* na construção de modelos moleculares de Raupp, *et al* (2010), onde puderam perceber que os estudantes envolvidos na pesquisa foram capazes de absorver conhecimento mais sólido no

conteúdo com maior complexidade e adequação. Em uma pesquisa anterior, Santos e Schnetzler (1996) pesquisaram professores de química, os quais consideraram que o uso dos níveis macroscópicos e microscópicos já são bem aceitos na aprendizagem de muitos alunos, mas ainda requer o uso de modelos simplificados que esteja ao nível de aprendizado cotidiano deles.

Levando em consideração que as ferramentas tecnológicas não são apenas objetos técnicos, mas artefatos de amplo uso e representação simbólica nos mais diversos conteúdos de química, deve-se levar em consideração que estas proporcionam novos modelos mentais para se compreender informações muito necessárias que, por vezes, foram despercebidas pelos alunos e que dificulta o processo do ensino e aprendizagem. Em outras palavras, essas ferramentas são parceiras no ensino de química que favorecem um modo diferente de pensar e construção de saber concreto a tal ponto de fazer o aluno entender até os conteúdos mais complexos de forma mais simples e dinâmica (PAULETTI *et al*, 2017).

Fazer uma relação entre o estudo da química e o cotidiano dos alunos se tornou uma tarefa um tanto difícil para os professores. A abstração desta ciência tem tornado complexo o seu entendimento, inclusive professores tem tido dificuldades para trabalhar por não conseguirem visualizar modelos que possibilitem transpor as ideias do conteúdo de forma simples.

Para Dowbor (2001), com toda essa dificuldade de abstração torna-se necessário a mediação do uso das mais variadas formas de tecnologias e seu ensino para que a transposição didática seja realmente “didática” e as técnicas de ensino mudem, uma vez que o professor também deve alterar sua própria concepção de ensino e educação (AMARAL-ROSA, 2016).

Por meio do digital é possível transpor o abstrato para o visual através de representações simbólicas como imagens ilustrativas e simulações de vídeos, o que torna a aprendizagem em química mais significativa e atraente. Por isso, todos os meios didáticos tecnológicos como jogos, simuladores, cálculos, representações gráficas e experimentos podem ser aliados ao ensino de química a ponto de promover mudança na qualidade da aprendizagem, sendo que o aluno agora pode ser capaz de observar todos os fenômenos químicos com facilidade em seu cotidiano (CLEOPHAS; CAVALCANTI; LEÃO, 2015)

É papel do professor fazer a mediação entre o conteúdo e o cotidiano do aluno. Mas isso nem sempre é fácil, pois os recursos, por vezes, são limitados. Como o professor não busca inovação por não possuir recursos, o aluno fica impedido de enxergar tudo o que ele vê em sala de aula na prática do dia-a-dia, porque tudo o que ele copia, tudo que anota, todas as fórmulas estão um passo à frente, porém não são estimulados a observarem com cuidado. Isso significa dizer que o professor é o principal responsável por facilitar o entendimento dos conteúdos, mostrando um caminho mais prático e curto para a aprendizagem (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

Por outro lado, apesar de o docente estar limitado com recursos, na pesquisa realizada por Amaral-Rosa (2016), ele afirma que grande parte destes considera importante a inserção das tecnologias digitais no ensino de química, apesar de que seja difícil e trabalhoso, e ainda aclamam as vantagens da motivação na aprendizagem. São os alunos que têm dificuldade de entender que um laboratório de informática também é um espaço tecnológico para aprender química.

Levando em consideração essa dificuldade, cabe ao professor propor melhoria na qualidade de ensino com o uso de ferramentas digitais dentro de suas possibilidades, de maneira que o aluno consiga visualizar o conhecimento que se está construindo.. E, como já foi dito anteriormente, os meios digitais não farão a mudança sozinhos, precisam estar em sintonia com as diretrizes de cada escola e necessidades de cotidianas de cada aluno (EICHLER; DEL PINO, 2000). Além disso, auxiliarão o aluno a raciocinar acerca dos principais fenômenos e princípios químicos, fazendo conexão deste com a química e a sociedade.

Em navegação pela rede mundial de computadores (internet), Santos, Wartha e Filho (2010) realizaram uma pesquisa a respeito de *softwares* livres e encontraram, pelo menos, 52 programas ou aplicativos que fazem referência à química e fizeram o seguinte levantamento: 30% destes softwares faziam referência ao conteúdo “tabela periódica”, porém com poucas informações sobre os elementos em relação aos encontrados em tabelas convencionais. Ainda, 11,5% correspondem a “jogos educacionais” e 17,4% a “experimentos”. Dentre outros, essas três categorias foram as que mais se destacaram. Mas existe dificuldade em serem utilizados pelos professores e alunos, pois a maioria está em inglês ou não possui uma versão online, dificultando o acesso em sistemas operacionais e lugares diversos (AMARAL-ROSA, 2016).

Perrenoud (2000) confirma que programas educativos personalizados, se aplicado de forma planejada, são um dos melhores recursos para auxiliar alunos a entenderem conteúdos complexos nas disciplinas de ciências. Dentro desse planejamento, podemos incluir a utilização de ferramentas tecnológicas no ensino de química, explicitando um caráter dinâmico. Assim pode-se chegar ao que almejamos como melhoria na aprendizagem sem um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, o que não deve ocorrer dentro da química. A interdisciplinaridade deve ocorrer para a vida e devemos efetivar esse fato para uma realidade mais próxima e mais vantajosa no presente momento (SOUSA; MIOTA; CARVALHO, 2011).

No ensino de Química, o uso de ferramentas tecnológicas tem demonstrado valor para facilitar o ensino e aprendizagem (NICOLL, 2011) e isso tem gerado oportunidades para se expressar opinião e reflexão.

Uma das reflexões ponderantes é a necessidade de inovação em relação ao uso do livro didático. Ele não sustenta sozinho o ensino na representatividade de diversos conteúdos em Química, pois muitos deles requerem um modelo tridimensional de ampla visualização e que se pode encontrar em programas educativos digitais especialmente desenvolvidos para esse fim. Esses programas não tem a intenção de substituir os livros, mas ajudar na formação de conceitos e melhorar a qualidade da aprendizagem dos estudantes (EICHLER, 2010).

Alguns softwares em desenvolvidos para o ensino de Química são muito utilizados pelos professores para facilitar o ensino e melhorar a aprendizagem nos alunos. Um exemplo é o *Equil*, um software que possui uma característica inovadora pronto para trabalhar os conteúdos de Equilíbrio Químico nos três níveis representacionais da química, o macroscópico, o microscópico e o simbólico (GOMES; RECENA, 2008, apud MEDEIROS, 2014).

Um outro exemplo que se destaca no ensino de química, bem como em outras disciplinas experimentais, apesar de ainda não ser utilizado por muitos professores, é o Projeto de Simulações Interativas da Universidade do Colorado – PhET. Este projeto tem por finalidade disponibilizar simulações gratuitas nas áreas de química, física, biologia, matemática e ciências da terra. No Brasil, o acesso é em português e qualquer computador, tablet ou celular que possua o JAVA ou o FLASH pode ter

acesso à plataforma para baixar quaisquer das simulações disponíveis a partir do link http://phet.colorado.edu/pt_BR.

Uma inovação exclusiva do PhET é que as simulações podem ser baixadas e utilizadas no modo offline, independente do lugar ou acesso à internet, e transferidas via whatsapp ou cabo USB para outros dispositivos.

A plataforma dispõe de 40 simulações na área de química geral e 13 em química quântica. As pesquisas podem também ser realizadas por nível de ensino na aba ao lado esquerdo do site.

As simulações podem ser utilizadas em salas de aula e fora delas também, sendo uma ótima ferramenta para auxiliar tanto professor quanto aluno – no contexto de aulas teóricas – exemplificando o conteúdo trabalhado sem ter acesso a um laboratório físico, facilitando a compreensão dos mesmos e contribuindo de forma satisfatória para o processo de ensino e aprendizagem. Isso justifica a utilização do terceiro nível de representação na aprendizagem química – o representacional ou simbólico.

Alguns trabalhos realizados demonstram que o uso do simulador PhET é uma oportunidade para se adaptar o conhecimento em construção com a realidade em cada contexto. Sampaio (2017) estudou a aquisição de novos conceitos nos conteúdos de química com alunos do ensino médio e verificou que a construção do conhecimento nos estudantes foi satisfatória, uma vez que eles se sentiram bem em rever os conteúdos numa plataforma virtual de ensino.

Os estudantes que ainda não têm conceitos formados ou têm dificuldades de assimilação nos assuntos mais abstratos em disciplinas como Química, Biologia, Física e Matemática, encontram oportunidade para desenvolver tais conceitos, melhorando sua aprendizagem. Isso porque esses modelos representacionais mudam a visão de ensino, tornando-se parte integrante de projetos educacionais, pois melhoram a qualidade do processo educativo.

1.3 A EXPERIMENTAÇÃO E O USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO DO CAMPO

O contexto do Ensino de Ciências tem sido marcado pela fragmentação e descontextualização (MALDANER; ZANON, 2004), em especial, no contexto de

Educação do Campo, necessitando urgentemente “de uma reestruturação e organização curricular e metodológica” (SILVA *et al.*, 2019, p. 222).

A educação da “zona rural” tem sofrido bastante com a diferença de localidade. E para que se tornasse, de fato, uma Educação do/no Campo, isto é, uma educação “do” campo e “para” o campo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) defendem que não pode haver separação entre o que se trabalha em sala de aula com o modo de vida das pessoas do assentamento (BRASIL, 1998); e o que ocorre, na realidade, é o inverso, ou seja, os materiais didáticos para o ensino do campo não tem base nenhuma no modo de vida dos camponeses, perpassando um ensino surreal e utópico, digo, de difícil entendimento e vivência.

Dessa forma, baseada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/1996) e nas Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo, a Educação do Campo deve estar voltada exclusivamente para a realidade dos que vivem neste espaço. Os saberes e as experiências desses povos devem ser levados em consideração para que seja desenvolvida e utilizada a verdadeira identidade rural, promovendo as adaptações necessárias para uma educação rural eficiente (BRASIL, 2002).

A valorização da Educação do Campo leva em consideração as reivindicações dos movimentos sociais. A causa justa é que esses movimentos têm trazido força para solidificar tal educação nesse espaço e os trabalhadores do campo, bem como seus movimentos, são os protagonistas dessa ação.

Há, portanto, a necessidade de infraestrutura educacional primordial para o ensino das ciências na Educação do Campo, uma vez que existe grande falta de recursos e o professor somente pode contar com sua voz. Entre esses recursos, destacam-se a ausência e formação adequada de recursos humanos, bem como os materiais e livros didáticos que não contemplam a realidade do ensino do campo, contendo imagens de realidades urbanas e não rurais, por exemplo. Nesse caminho, Caldart (2003) defende que o diálogo não pode apenas se limitar à linguagem oral e que, além disso, o texto e o objeto são indispensáveis para o trabalho complexo do ensinar e aprender.

Uma ferramenta muito importante e indispensável para o Ensino de Química no campo é estrutura natural específica que sustenta todo o processo educativo. Traz

grande oportunidade para exploração da diversidade local, e o contato direto com essa diversidade possibilita a compreensão mais nítida dos fenômenos, bem como dos conteúdos de difícil entendimento. Essa ligação com esses recursos naturais dinamiza o ensino e a aprendizagem, deixando os estudantes mais motivados.

A experimentação com os recursos locais ainda é a ferramenta mais à mão a ser trabalhada nesse espaço e é fundamental que trabalhe essa realidade. A esse tipo de atividade atribui-se o termo “contextualização” que é o fator base do contexto pedagógico para um ensino de qualidade (BRASILEIRO, 2013).

Para Nascimento (2003), as aulas práticas são sugestões de estratégias de ensino que auxiliam o estudante na assimilação dos conteúdos estudados. Portanto, é importante que o professor tenha o cuidado de inserir em suas metodologias de ensino essas estratégias. Mas, parece que o quadro não é satisfatório para o ensino das ciências. Hamburguer (2007) concorda com Caldart (2003) e comenta que mesmo que tenha um ensino superior específico para o Ensino de Ciências na Educação do Campo, os professores ainda continuam aprendendo pouca ciência e continuam com dificuldades para tratar os termos científicos no meio rural. O resultado disso é que gera despreparação para a realização de atividades experimentais ou observações em classes com os alunos.

Esse resultado é refletido na vida acadêmica do estudante. Mesmo assim, o professor não pode ser limitado apenas aos livros, uma vez que ele está inserido num “campo” de oportunidades para atividades experimentais. Outra característica que possui no campo é que, dependendo da localidade, possuem luz elétrica, o que pode ser um acesso às tecnologias, como por exemplo o uso de computadores ou celulares com acesso à internet. Esse fator pode ajudar o professor em suas aulas, sendo aliadas as teorias e as práticas ao estudo representacional através de simuladores virtuais, por exemplo.

É um direito do homem do campo ter uma educação voltada para ele com ensino contextualizado de acordo com as questões que são inerentes ao seu modo de vida, pois como diz a normativa da Resolução CNE/CB1, de 3 de abril de 2002, na qual institui as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo, Brasil (2002, p. 1)

A identidade da escola do campo é definida pela sua vinculação às questões inerentes à sua realidade, ancorando-se na temporalidade e saberes próprios

dos estudantes, na memória coletiva que sinaliza futuros, na rede de ciência e tecnologia disponível na sociedade e nos movimentos sociais em defesa de projetos que associem as soluções exigidas por essas questões à qualidade social da vida coletiva no país.

É a âncora para firmar a verdadeira identidade da educação nesse espaço, utilizando de tecnologia disponível e recursos adaptados para se fazer ciência e preservar a cultura camponesa. É o aspecto fundamental e primordial para a qualidade social da vida e da educação dos povos que vivem nesses lugares.

1.3.1 Modelos fundamentais no ensino de equilíbrio químico na Educação do Campo

Algo não tão fácil de realizar em sala de aula é mostrar qualquer coisa que não podemos ver para os alunos, mas precisamos imaginar e ter certeza de que o que imaginamos é algo certo. Então é ainda mais difícil imaginar um modelo de átomo sem que nunca o temos visto para mostrar aos alunos e fazê-los entender esse modelo.

Fatos como esse é comum encontrarmos na sala de aula do campo ao se trabalhar química, pois os alunos já criaram um bloqueio e esse aspecto parte da falta de motivação na qual já foi comentado anteriormente (LIMA, 2014).

O conteúdo de equilíbrio químico estudado, geralmente, pelos alunos do 2º ano do ensino médio tem essa natureza desafiadora da imaginação ao passo em que se encontra bastante dificuldade para os processos de ensino e aprendizagem. Sua natureza abstrata desdém a aprendizagem, o que já foi estudado por autores que muito se preocuparam com esse contexto (JOHNSTONE; MACDONALD; WEBB, 1977).

Dessa abstração e pensando na melhoria do ensino de equilíbrio químico, Van Driel e Gräber (2002), ressaltam que analogias e modelos podem ser utilizados como apoio pedagógico para esse cunho, pois ajudará o aluno a entender sua organização e dinâmica, além de poder diferenciar situações de equilíbrio ou não-equilíbrio em uma reação química. Para tanto, o uso de TICs no campo, desde que haja disponibilidade de recursos, é uma ferramenta à mão poderosa

A necessidade do uso de um modelo ou analogia é sugerida quando se trabalha, em sala de aula, com conteúdo dessa natureza. Podemos perceber, ao utilizar analogias no ensino de equilíbrio químico, a importância para a comparação

de coisas ou fatos conhecidos com outros fatos pouco conhecidos ou totalmente desconhecidos.

A analogia surge com o envolvimento do objeto de estudo em comparação com alguma fonte ou banco de dados como base para o estudo e, por fim, o estabelecimento de relações entre os processos que compõem ambos os casos. O análogo propõe uma representação simplificada ou exagerada do objeto em comparação com a indagação científica (HARRISON; DE JONG, 2005).

Dessa forma, o ensino de equilíbrio químico deve ser contextualizado levando em conta as relações entre a base do conhecimento já definido com o objeto de interesse no estudo. Um recurso a ser explorado cada vez mais, pois já mostrou ter interesse para o ensino desse conteúdo, é um software que promova entre aluno e professor uma dinâmica relacional e que leve ao melhoramento do processo de ensino e aprendizagem.

O análogo, para o caso do equilíbrio químico, se dará por meio de ferramentas importantes para o processo da aprendizagem e aqui cabe ressaltar o uso de jogos, experimentos, histórias dinimizadas, modelos diversos, softwares, entre outros. Mas, o cuidado com o uso de analogias deve ser coerente, principalmente porque os conceitos estudados podem ser entendidos de forma errada; o objeto de estudo pode não ser embasado com o conceito real do conteúdo, além de reter apenas aspectos superficiais. Se o meio utilizado para o conteúdo evitar essas situações, então será de grande proveito utilizá-lo nas aulas de equilíbrio químico (RAVILOLO; GARRITZ, 2008).

Entre tantos outros, podemos destacar também a ausência de instigação e investigação para o embelezamento de metodologias que devam ser utilizadas para corrigir erros de ensino e processos cautelosos na aprendizagem. Mesmo que o professor tente buscar outras tentativas para facilitar o entendimento de equilíbrio químico, os livros didáticos se espelham muito trazer à tona uma noção muito matemática, esquecendo de mostrar a essência química do conteúdo. Gera desconforto no aluno por não aprender como deveria e no professor por achar que não esteja ensinando da forma mais adequada (FLORES; MÓL, 2006).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 NATUREZA DA PESQUISA

Entende-se que pesquisa é todo processo de investigação em que se interessa descobrir fatores que envolvem fenômenos, situações ou coisas. É ainda um “procedimento de reflexão sistemática, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis em qualquer campo do conhecimento científico” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 155) com fins de orientação para busca de determinado conhecimento.

Esta pesquisa é de caráter qualitativo, e Moreira (2011, p.76) comenta que:

O interesse central dessa pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse.

Os pesquisadores que fazem uso da pesquisa qualitativa devem reconhecer que ela ocorre de forma imprevisível e que o conhecimento dele, pesquisador, é crucialmente importante no processo. O que se busca são resultados aprofundados, pequenos ou grandes, que sejam capazes de produzir novas informações (DESLAURIERS, 1991).

2.2 ÁREA DE ESTUDO

À margem esquerda do Rio Branco, navegando cerca de 267 km ao sul do estado de Roraima (em torno de 20h de navegação), partindo da sede do município de Caracaráí, está localizado o distrito mais antigo do município de Rorainópolis – Santa Maria do Boiaçu (Figura 1), fundado em 15 de abril de 1950 pelo senhor Francisco Damásio. O distrito é o centro mais populoso e é a primeira vila descendo de Caracaráí, tendo a maior economia da região do Baixo Rio Branco e com aproximadamente 400 moradores.

Figura 1: Localização do Distrito de Santa Maria do Boiaçu, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: Rota51, 2019.

A economia está baseada principalmente na pesca e no turismo, sendo o último a principal fonte de recursos financeiros para uso coletivo da comunidade; embora alguns moradores comercializam estivas em geral, gasolina, gás, entre outros produtos de primeira necessidade.

O meio de transporte mais utilizado pela população é o fluvial (Figura 2), através de barcos pessoais e voadeiras, tanto para Caracarái como para Manaus. Porém, de outubro a março, temporada de turismo local, dois dias na semana tem aviões monomotores e bimotores (Figura 3) que fazem o tráfego Santa Maria / Manaus / Santa Maria, transportando turistas, onde é disponibilizado, no mínimo, duas vagas nas aeronaves para os moradores da vila, sem cobrança de valores ou taxas de custos.

Figura 2: Meio de transporte fluvial, durante todo o ano de Santa Maria para Manaus ou para Caracaraí.



Fonte: Albuquerque, 2019.

Figura 3: Meio de transporte aéreo em temporada de turismo no distrito de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: Pesquisa Direta, 2019.

O turismo não acontece diretamente na sede da vila, mas em uma zona estratégica às margens do Rio Itapará, afluente do Rio Branco, no município de Rorainópolis (Figura 4). O rio já é famoso por que conta com os maiores exemplares naturais de Tucunarés da Amazônia (Figura 5), e as espécies deles existentes, nesse rio, são açu, paca, azul e borboleta. Além deles, é comum ver o Pirarucu, Pirarara, filhote de Piraíba, surubins, entre outros. Como é uma área de preservação, a pesca é permitida se for esportiva no regime “pesque e solte”, havendo um controle por guias de turismo e pessoas competentes no local. Os amantes da pesca e da natureza podem desfrutar de um pacote completo, desde Manaus, que incluem as principais refeições, traslado, dias de pesca, hospedagem e guia turístico para duplas.

Figura 4: Pousada Itapará, às margens do Rio Itapará, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: Pesca Sem Fronteiras, 2019.

Figura 5: Exemplar de tucunaré no Rio Itapará, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: Pesca Sem Fronteiras, 2019.

Por ser o distrito mais distante e de difícil acesso de Rorainópolis, a vila possui um administrador que é servidor público municipal e tem responsabilidades de cuidado geral como limpeza da vila; outros funcionários de limpeza; um presidente e sua direção, eleitos pela comunidade, do Fundo Comunitário – associação responsável por administrar os recursos provindos do turismo, o qual gerencia todos os gastos, necessidades e anseios da comunidade bem como manutenção das máquinas de limpeza, iluminação, saúde, educação, esporte e cultura. A Figura 6 apresenta imagem aérea do distrito.

Todas as ruas são iluminadas e as principais asfaltadas (Figura 7). Possui um campo de futebol iluminado; uma quadra de esportes em construção; uma base do destacamento de Polícia Militar; um hospital; uma Unidade Básica de Saúde; uma base da Roraima Energia (energia elétrica funciona 24 horas) e duas escolas – uma Municipal e outra estadual. Ainda possui internet wi-fi 24 horas em quatro pontos fixos distribuída gratuitamente para a população. Por ter toda essa estrutura, é o único distrito de todo o Baixo Rio Branco que atende os moradores dessa região em atendimento médico e odontológico.

Figura 6: Vista aérea do distrito de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: UFRR, 2019.

Figura 7: Rua José Venâncio. Ao lado esquerdo o Destacamento da PM; ao fundo a instalação da Roraima Energia – Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, RR.



Fonte: Souza, 2019.

O distrito tem uma escola municipal que atende alunos da Educação Infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental, a uma escola estadual (Figura 8) que atende alunos do Ensino Fundamental II e Médio, ambos regular e EJA, possuindo 98 alunos, sendo 60 do ensino fundamental e 38 do ensino médio.

Figura 8: Escola Estadual José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: Souza, 2019.

Um critério importante para o desenvolvimento dessa pesquisa ocorrer na Escola Estadual José Bonifácio é que, segundo informações de alguns professores da rede estadual, são desenvolvidos poucos estudos com o auxílio de ferramentas tecnológicas voltadas ao ensino de ciências, bem como em química nas escolas no sul do estado, em especial no Baixo Rio Branco, além de ser o local de trabalho do pesquisador.

Os elementos básicos para desenvolvimento desta pesquisa foram alicerçados no problema, objetivos e sujeitos pesquisados. Todo processo foi desenvolvido com 13 alunos da turma do 3º ano do Ensino Médio, porém apenas 11 participaram do início ao fim da pesquisa. Os que participaram desde o início estão na faixa etária entre 17 e 54 anos, sendo dois homens e nove mulheres. O conteúdo pesquisado e trabalhado foi de Equilíbrio Químico, visto que este conteúdo já foi abordado no 2º ano, no quarto bimestre, e ainda considerado de difícil compreensão por parte dos alunos.

A escola possui um laboratório de informática com 15 computadores funcionando perfeitamente, pois atende aos alunos da UNIVIRR (Universidade Virtual de Roraima); o sistema operacional é o Windows. Como todos os computadores

estavam funcionando, não foi necessário utilizar os celulares para instalação e utilização do PhET.

2.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) propostos por Delizoicov e Angotti (1990), investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), é um estudo teórico-prático que resume a aprendizagem escolar do aluno a partir de três etapas: problematização inicial; organização do conhecimento; e aplicação do conhecimento promovendo um deslocamento em relação aos conceitos de educação de Paulo Freire para educação formal.

São os 3MP importantes pelo fato de que subsidiam um trabalho didático-pedagógico que permite a compreensão de duas frentes: uma é a apreensão dos conceitos, leis, relações do ensino e sua utilização e a outra é a ligação dos fenômenos com a realidade vivida de cada aluno (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

O primeiro momento, que é a “problematização inicial”, parte de todas as questões ou situações que o aluno vivencia em seu cotidiano e que esteja ligado ao conteúdo estudado. Aqui eles são desafiados a expor o que pensam sobre essas situações, de modo que o professor possa compreender o que pensam, seus conhecimentos e dúvidas. É importante que, a partir desse momento, o aluno sinta a necessidade de novos aprendizados que ainda não faz uso.

O segundo momento se refere a “organização do conhecimento” e necessita da orientação do professor. Esse será o momento em que os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e do problema já formulado sejam inicialmente estudados.

A “aplicação do conhecimento”, o terceiro MP, faz alusão ao conhecimento incorporado pelo aluno. É o momento em que ele analisa e interpreta todas as situações iniciais de seu conhecimento e também as que, embora não estejam ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas por esse mesmo conhecimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Partindo desses três momentos pedagógicos, esta pesquisa foi desenvolvida seguindo essa sequência, com o uso do simulador PhET.

Para atender com eficiência os objetivos deste estudo, a pesquisa foi realizada seguindo as etapas descritas na tabela 1.

Tabela 1: Sequência das atividades desenvolvidas nesta pesquisa.

MOMENTOS PEDAGÓGICOS	ATIVIDADES	TEMPO DE AULA	QUESTIONÁRIO – QUANTIDADE DE QUESTÕES	APÊNDICE
Primeiro MP Problematização Inicial	Apresentação do projeto – aula motivacional (momento em que se motiva os alunos a participarem da pesquisa, explicando sua contribuição e importância para o estudo)	60 min.		1
	Aplicação do questionário inicial	60 min.	10	2
Segundo MP Organização do Conhecimento	Aplicação da Lista de Exercício Inicial (LEI)	60 min.	08	3
	Aplicação do simulador Escala de pH	60 min.		
	Aplicação do simulador Soluções Ácido-Base	60 min.		

	Aula prática	60 min.		
	Reaplicação dos dois simuladores	60 min.		
Terceiro MP Aplicação do Conhecimento	Análise da interação dos estudantes com o software e sua avaliação a partir dos registros, observações e Lista de Exercício Final (LEF)	60 min.	10	4
	Questionário final com a turma para análise da diferença da assimilação de conteúdo antes e depois do uso do software	30 min.	09	5
	Reaplicação de questionário final e LEF após 60 dias	60 min.	09	6

Fonte: Pesquisa Direta, 2019.

Dentro de equilíbrio químico, os conteúdos revisados e simulados foram: soluções ácido-base, escala de pH e reversibilidade de reações.

Os arquivos (*acid-base-solutions_pt_BR* e *ph-scale_pt_BR*), todos no formato HTML, foram instalados em 12 computadores do laboratório de informática da escola, sendo 11 para os alunos e 1 para o pesquisador, via cabo USB, para que todos tivessem acesso aos simuladores.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados conforme a ordem descrita na tabela 1, partindo da autorização da gestão da escola para desenvolver a pesquisa. Onze alunos participaram da aula motivacional, onde foi explicado a importância da participação do projeto para a aprendizagem deles e como estavam contribuindo para a melhoria do ensino de Química no Brasil. Foi nesse momento que eles tiveram a oportunidade para tirar dúvidas em relação ao projeto e ao processo de ensino e aprendizagem em Química. Em seguida responderam o questionário inicial. A partir dessa etapa, se seguiram todas as outras.

Ao início da pesquisa somente onze alunos participaram, apesar de a turma possuir treze alunos, pois os dois estavam viajando e quando chegaram, a pesquisa já estava em andamento. Estes, participaram das atividades, mas suas respostas não foram consideradas pelo fato de não terem respondido o questionário inicial e a LEI. Os alunos foram identificados pelas siglas A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será apresentado a análise e discussão dos dados obtidos durante a aplicação da pesquisa desenvolvida com alunos do 3º ano do ensino médio da Escola Estadual José Bonifácio, localizada na comunidade ribeirinha de Santa Maria do Boiaçú. Para alcançar os objetivos propostos, inicialmente serão apresentados os resultados que mostram os conhecimentos dos alunos, antes e após a aplicação da sequência didática. Foi avaliado o conhecimento assimilado pelos alunos sobre o conteúdo Equilíbrio Químico, por meio das atividades propostas e descritas no capítulo anterior.

3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL

3.1.1 Questionário inicial

A aplicação do questionário inicial teve como objetivo identificar as dificuldades dos alunos com a disciplina de Química e conhecer um pouco sobre como ocorriam as aulas dessa disciplina. A primeira questão buscou identificar se tiveram alguma dificuldade ao entrar no ensino médio, e dos 11 alunos, três responderam que tiveram dificuldade. A1 Disse que teve dificuldade porque repetiu a 4ª série e por causa de sua transferência. Além disso, ela já está com *“idade avançada e são muitas as disciplinas. É difícil dar conta de tudo”*. A2 e A5 afirmaram que tiveram dificuldade para entender os assuntos das disciplinas, pois segundo eles: *“são muito desenvolvidas as matérias”*

O outros oito alunos não relataram alguma dificuldade para entrar no Ensino Médio. As principais dificuldades dos três se baseia no entendimento das disciplinas de exatas, que são as mais comuns, entre todos eles. Um caso particular ocorreu com A1, pois está terminado o ensino médio com 54 anos de idade, que segundo ela é o que mais lhe faz sentir dificuldades na aprendizagem; mas, algo chamou bastante a atenção – seus colegas sempre a auxiliam nas atividades, inclusive no desenvolvimento de toda a atividade da pesquisa, o que a motiva e não a deixa desistir.

Devido algumas novas disciplinas entrarem no componente curricular no 1º ano, os alunos também sentem novas dificuldades. A Química é uma delas. Nesse

caso, foi perguntado como eles veem essa nova disciplina. As respostas foram bem diferentes:

A8 – *“Ela nos mostra como aprender mais sobre fórmulas entre outras coisas”*.

A10 – *“É um pouco difícil, mas é divertida quando tem experimentos; as pessoas aprendem mais”*.

A11 – *“Essa matéria é muito boa, mas eu não entendo nada”*.

Os demais alunos comentaram apenas a importância de estar na grade curricular, mas preferiram ou não quiseram explicar o motivo.

Em face a essa questão, o professor deve buscar inovar suas aulas. Por essa razão, os questionamos em relação ao tipo de aula que mais se adequaria como melhor metodologia de ensino. Para A5 as *“aulas de campo”* seriam mais interessantes porque o contato com os materiais fora da sala de aula é o meio mais didático para o aluno desenvolver o aprendizado, independente da matéria; A3 comentou que *“aulas inovadoras com o uso de celulares ou meios didáticos digitais são mais eficazes”*, pois o aluno tem a possibilidade de observar microscopicamente como as reações ocorrem, além de poder manusear os reagentes ácidos e alcalinos sem trazer riscos ou danos para a saúde; os demais nove alunos defenderam que a melhor forma de aprender Equilíbrio Químico, bem como outros conteúdos da Química, é através de aulas práticas. Nas palavras de um deles:

A7 – *“Esperamos a vida toda para ter esse contato com a química. E o que mais pretendemos fazer são os experimentos. É muito chato quando o professor só usa aqueles conceitos e cálculos difíceis. A gente presta até mais atenção quando há uma promessa de aula prática depois”*

Ou seja, existe uma necessidade emergente, por parte dos estudantes, em se fazer utilização de aulas mais contextualizadas ao cotidiano deles. Essa contextualização, conforme Maldaner (2003), requer uma brusca mudança na abordagem dos conteúdos de química. Pois a principal preocupação é, ao que parece, que não há ensino, por essa razão a aprendizagem está longe de ocorrer.

Durante a análise dos dados em relação ao conceito de Equilíbrio Químico, nenhum dos alunos concordaram que o ensino e a aprendizagem é fácil ou muito fácil; três acham muito difícil; três disseram que é difícil; e cinco acham moderado, pois

conforme seus relatos, essa classificação ocorre por conta das metodologias utilizadas pelos professores em sala de aula.

Todo esse processo de aprendizagem se deve, também, ao conteúdo trabalhado e as metodologias utilizadas pelo professor quando estudaram Equilíbrio Químico ainda no 2º ano. Por isso eles defenderam que esse conteúdo pode ser mais focado em aulas práticas e que sejam inovadoras a ponto de mostrar, no real, como os processos químicos ocorrem, facilitando o entendimento dos conteúdos estudados.

Mas não é tão fácil assim, depende de um conjunto de fatores para que essas aulas sejam mais didáticas ao cotidiano do aluno. Silva (2019) conclui que não há preocupação em como ou o que ensinar em Equilíbrio Químico ainda na formação teórico-prática dos futuros professores. Esse contexto segue adiante e, quando na realidade profissional, muitos professores não despertam o desejo no aluno em utilizar ferramentas inovadoras no ensino desse conteúdo, o que o torna mais abstrato ainda, trazendo consigo sérios problemas futuros na aprendizagem em Equilíbrio Químico.

O conteúdo de Equilíbrio Químico não é muito bem-vindo a muitos alunos por causa de sua abstração. Com isso, Rocha, Cardoso e Mello (2010), em pesquisa realizada em escolas da rede pública do estado de Mato Grosso, detectaram que esse conteúdo, dentro da Química, é um dos mais difíceis de serem trabalhados. Em consequência disso, a aprendizagem é automaticamente afetada.

Medeiros (2014) aponta que essa dificuldade pode ocorrer também porque os estudantes não tiveram o contato com conteúdos básicos ou que estudaram superficialmente a Cinética Química, Reações Químicas e o Estudo dos Gases, por exemplo, que são requisitos para Equilíbrio Químico, o que é comum em muitas escolas por falta de preparo dos professores. Com isso, é difícil trabalhar conteúdos muito abstratos e complexos, pois o aluno não consegue formar seu conceito sobre o assunto estudado.

Pela complexidade, é normal os alunos terem dificuldade de aprendizagem, pois isso “está relacionado com a forma pela qual eles organizam seu conhecimento a partir de suas próprias posições argumentativas sobre a matéria” (UEHARA, 2005, p. 38). E é interessante que o aluno reconheça que se o estado de Equilíbrio Químico fosse alcançado tão rapidamente nos organismos vivos, possivelmente não existiria vida em nosso planeta (RAMIREZ, 1985, apud UEHARA, 2005). Por isso é importante

que ele tenha esse contato com Velocidade das Reações para compreender como é importante estudar Equilíbrio Químico.

Existem muitas formas de trabalhar esse conteúdo utilizando meios didáticos digitais, sempre tomando o cuidado para não substituir o livro didático ou fugir do contexto do ensino em sala de aula. O uso de computadores ou celulares é uma ótima opção, desde que haja disponibilidade desses recursos na escola ou que os alunos tenham acesso a um celular próprio.

Ainda nesse ponto do diagnóstico inicial, eles foram questionados sobre a importância do estudo de Equilíbrio Químico em aplicativos em celulares ou computadores. Suas respostas estão organizadas na Tabela 2.

Tabela 2: Perguntas referentes ao uso do celular ou computadores no ensino de equilíbrio químico.

1) Você acredita que o uso de celulares ou computadores, de forma controlada e para fins didáticos, pode auxiliar no ensino de equilíbrio químico?			
SIM		NÃO	
10		01	
2) Você já fez uso ou apenas conhece algum aplicativo ou simuladores virtuais de equilíbrio químico?			
SIM		NÃO	
02		09	
3) Se já fez uso, este lhe trouxe alguma experiência inovadora na aprendizagem em equilíbrio químico?			
MUITO	POUCO	MUITO POUCO	NENHUMA
00	02	00	09
4) O uso de aplicativo ou simuladores virtuais em equilíbrio químico pode ser uma forma de aproximar o conteúdo ao cotidiano do aluno?			
SIM		NÃO	

10	01
----	----

Os alunos que responderam “SIM” na primeira pergunta (Tabela 2) acreditam que o uso de TICs é uma forma de auxiliar na aprendizagem:

A8 – *“Porque eles irão nos mostrar, além do que os livros nos mostram, nos ajudará mais com o conteúdo de equilíbrio químico”*.

A6 defende que *“Haverá mais desempenho entre professor e aluno”*

A7 completa: *“Para que possamos interagir mais sobre os assuntos e suas experiências”*.

No entanto, A11 não concorda que as TICs ajudam no ensino desse conteúdo, mas também não defendeu sua discordância.

Em relação ao uso e/ou conhecimento de algum aplicativo ou simulador virtual (segunda pergunta – Tabela 2), nove responderam NÃO e apenas dois responderam SIM, entretanto, não foram indagados quanto ao tipo ou nome de tais programas.

A terceira pergunta faz alusão à segunda. Então, somente os que responderam SIM na segunda disseram que a experiência inovadora que tiveram foi pouca, isto é, por dois motivos essa experiência não foi muito satisfatória, apesar de não ser também tão ruim: 1- não tiveram um bom tutorial e preparo para manusear o aplicativo, ou; 2- não souberam interpretar e fazer conexão do conteúdo com o aplicativo. Já os que marcaram a opção NENHUMA é porque nunca fizeram uso de aplicativos ou simuladores. Por essa razão, preferiram marcar essa opção.

Independentemente de os alunos conhecer/ter acesso ou não à aplicativos em Equilíbrio Químico, na quarta pergunta, dos dez que responderam SIM, cinco justificaram suas respostas:

A6 – *“Não ficamos limitados a estudar e rever os conteúdos somente em livros e dentro da sala, podemos usar fora dela também”*.

A5 – *“É muito mais fácil para nós entendermos as formas e fórmulas químicas”*.

A10 – *“Porque é mais fácil, coisas que podemos aprender e pôr as aulas em prática”*.

A9 e A7 disseram que *“Traz mais informações sobre o assunto e o aluno fica mais interessado em aprender, ao passo que eles podem interagir entre si”*.

O único que respondeu NÃO, foi A11, disse que *“os aplicativos virtuais podem ser muito complicados porque não consigo acompanhar os mais novos”*.

Pelas respostas da maioria dos alunos é possível perceber como o uso de aplicativos no ensino de Equilíbrio Químico é importante para o aprendizado deles. As respostas mostram que até a forma de abordar o conteúdo é mais atraente e traz benefícios para a aprendizagem. É o que dizem Moreno e Heidelmann (2017), a tecnologia utilizada em sala de aula tem um dos melhores resultados no ensino de química, pois é através dessa ferramenta que os estudantes, que não conseguem ficar desconectados do celular, principalmente, encontram a oportunidade de aprender, basta um simples gesto do professor de aderir essa forma de metodologia para que suas aulas se tornem mais dinâmicas.

Com os autores acima, concordam Locatelli, Zoch e Trentin (2015) quando discutem que tanto os recursos da internet como os diferentes dispositivos digitais e softwares educacionais oferecem novas possibilidades aos alunos e professores, promovendo novas formas de ensinar, e aos alunos novas condições para construir seu conhecimento. É do que o ensino em química precisa – um novo modelo de ensino e aprendizagem, onde ele, o aluno, passa a ter um papel mais ativo e autônomo no seu aprendizado.

3.1.2 Lista de exercício inicial (LEI)

Os alunos responderam a LEI, com o intuito de conhecer seus conceitos sobre Equilíbrio Químico (ácido, base, reversibilidade e perturbação de equilíbrio), sem nenhuma interferência, ainda, do uso do simulador ou aula prática.

Em relação ao conceito geral apenas dois alunos A4 e A6 responderam o esperado sobre quando uma reação entra em equilíbrio:

A4 – *“O equilíbrio é atingido quando, na mistura reacional, as velocidades das reações direta e inversa, reagentes formam produtos e vice-versa.”*

A6 – *“Um equilíbrio químico ocorre quando as substâncias dos reagentes formam produtos na mesma velocidade que produtos formam reagentes.”*

Os alunos A1; A2; A3; A5; A7; A9 e A10, de forma geral, responderam que é *“quando existe uma ótima concentração; nem aumenta nem diminui, ou seja, fica neutra; quando não se movimenta para lado algum”*. O A11 preferiu não responder.

Por sua vez, A8 fez uma comparação: *“É quando você está andando em uma linha, não balança e nem cai nem para um lado nem para o outro”*.

O termo “equilíbrio” tem origem latina e significa nível igual dos pratos numa balança. A ideia que existe é que não há mudança, de que o objeto está parado. Um equilíbrio químico tem essa mesma definição desde que visto de forma macroscópica, o que se observa que certa reação para de acontecer, mas, microscopicamente observando, a velocidade de reação direta é igual a velocidade da reação inversa, independentemente das concentrações (DE BONI, 2007). Isto quer dizer que os reagentes formam produtos na mesma proporção que produtos formam reagentes, o que não para de acontecer, é constante (CANTO, 2015).

Quanto a reversibilidade de reações, duas respostas foram distintas:

A6 – *“As reações reversíveis são aquelas em que os reagentes são regenerados pela reação entre os produtos.”*

A1, A2 e A10 disseram que corresponde a neutralização de um ácido em uma base *“Porque o ácido volta para sua cor inicial quando coloca uma base dentro dele”*. Em referência a isso, esses três alunos fizeram menção ao processo de reação de neutralização, mas talvez tenham lembrado de alguma experiência entre ácidos e bases em que ocorreu a mudança de cor e relacionaram com reversibilidade. Os outros alunos não responderam.

Em relação a questão: Quando uma reação em equilíbrio pode ser perturbada? Todos os alunos responderam que somente a temperatura, a pressão e a concentração de reagentes ou produtos podem alterar o equilíbrio em qualquer reação. Logo em seguida, a questão 4 da LEI pedia que eles explicassem o “Princípio de L^ê Chatelier”, ao passo que A4, A6 e A11 responderam da seguinte forma: *“É a consequência da lei da conservação da energia e pode ser descrita da seguinte forma – quando um sistema em equilíbrio é sujeito a uma perturbação como a alteração da temperatura”*. Em contrapartida, os outros alunos não souberam responder, apesar de já terem dito quais os fatores que perturbam o equilíbrio.

A escala de pH serve para identificar se a substância é ácida ou básica. De acordo com a definição de ácidos e bases pelos alunos:

A1 – “Ácido: quando as soluções aquosas liberam íons positivos de hidrogênio. Base: também em soluções aquosas liberam hidroxilas, íons negativos.”

A2 – “Ácido: é quando as soluções aquosas liberam íons + de hidrogênio (H^+). Base: em soluções aquosas liberam hidroxilas (OH^-).”

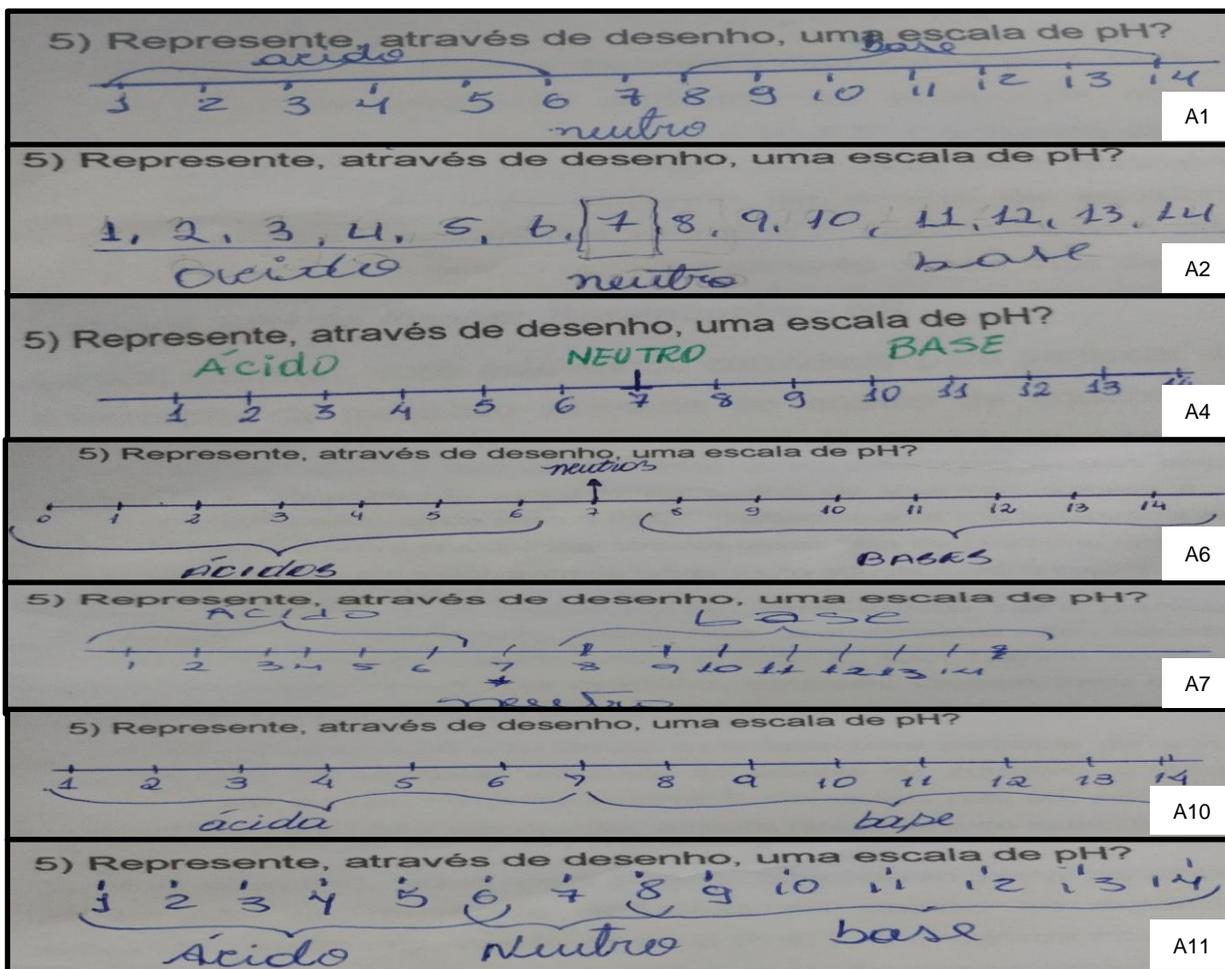
A4 – “Ácido é como substâncias que em solução aquosa liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa liberam hidroxilas, íons negativos.”

A6 – “Ácido é o que tem odor picante ou sabor azedo como o vinagre. Base é toda substância que, em solução aquosa, sofre dissociação iônica liberando o ânion OH^- .”

A10 – “Ácidos são substâncias que, numa ligação química, podem receber pares eletrônicos, enquanto as bases são aquelas que cedem estes pares.”

Depois da definição de ácidos e bases, os alunos representaram, através de desenho, uma escala de pH das substâncias (ilustração 11). Apenas sete alunos fizeram a representação em desenho. Numa escala de pH, substâncias que apresentam o número 7 são consideradas neutras; as que apresentam número menor que 7 são ácidas e maior que 7 são básicas. Em relação a neutralidade, os alunos A2, A4 e A10 foram os mais precisos. Para A6 e A7 valores decimais entre 6 e 8 são neutros e para A1 e A11, especificamente, valores inteiros entre 6 e 8 são neutros. Apenas A7 acredita que pH ácidos partem do 0.

Figura 9: Representação da escala de pH feita pelos alunos do 3º ano da escola José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçu, Baixo Rio Branco, Rorainópolis, Roraima.



Fonte: Pesquisa Direta, 2019.

Depois que eles desenharam a escala de pH, a próxima questão da LEI, responderam marcando ácido (A) ou base (B) para cada substância proposta, descritas. As respostas nessa questão são mostradas na Tabela 3.

Tabela 3: Substâncias ácidas e básicas, conforme os alunos, referente a questão 7 da LEI.

ALUNOS	ÁCIDOS	BASES
A1	leite; canja de galinha; café; suco de laranja; refrigerante; vômito; água de bateria	amoníaco; sabonete; sangue; cuspe; soda caustica

A2	leite; café; suco de laranja; refrigerante; vômito; água de bateria	amoníaco; sabonete; sangue; cuspe; canja de galinha; soda caustica
A4	leite; canja de galinha; café; suco de laranja; refrigerante; vômito; água de bateria; soda caustica	amoníaco; sabonete; sangue; cuspe;
A6	amoníaco; leite. Cuspe; suco de laranja; refrigerante; soda caustica	sabonete; sangue; canja de galinha; café; vômito; água de bateria
A7	refrigerante; água de bateria; soda caustica	amoníaco; sabonete; sangue; leite; cuspe; canja de galinha; café; suco de laranja; vômito
A8	sabonete; sangue; cuspe; refrigerante; vômito	amoníaco; leite; canja de galinha; café; suco de laranja; água de bateria; soda caustica
A10	leite; café; suco de laranja; refrigerante; vômito; água de bateria	amoníaco; sabonete; sangue; cuspe; canja de galinha; soda caustica
A11	amoníaco; suco de laranja; refrigerante; vômito; água de bateria; soda caustica	sabonete; leite; cuspe; canja de galinha; café

Pela análise dos alunos, apenas A1 marcou corretamente as substâncias ácidas e básicas, comprovadas por eles mesmos depois de usarem o simulador PhET. O amoníaco foi acrescentado na atividade, mesmo não estando no PhET, por ser um produto conhecido no cotidiano deles.

Em relação à questão 8 da LEI, foi suposto que uma solução A tenha $\text{pH}=1.00$ e B tenha $\text{pH}=11.00$. O que aconteceria com o pH dessas soluções se adicionasse, em qualquer quantidade, água? A1, A2 e A9 responderam que o líquido aumentaria, mas não explicitaram a mudança de pH. Os demais A8, A7, A4, A11 e A6 não souberam responder.

Como essas respostas são referentes a LEI, momento em que eles ainda não tiveram o contato com o PhET, no qual mostraria todas essas diferenças, eles não responderam o que se esperava em relação ao pH, o que mudou após uso do simulador na LEF.

3.2 UTILIZANDO O SIMULADOR PHET

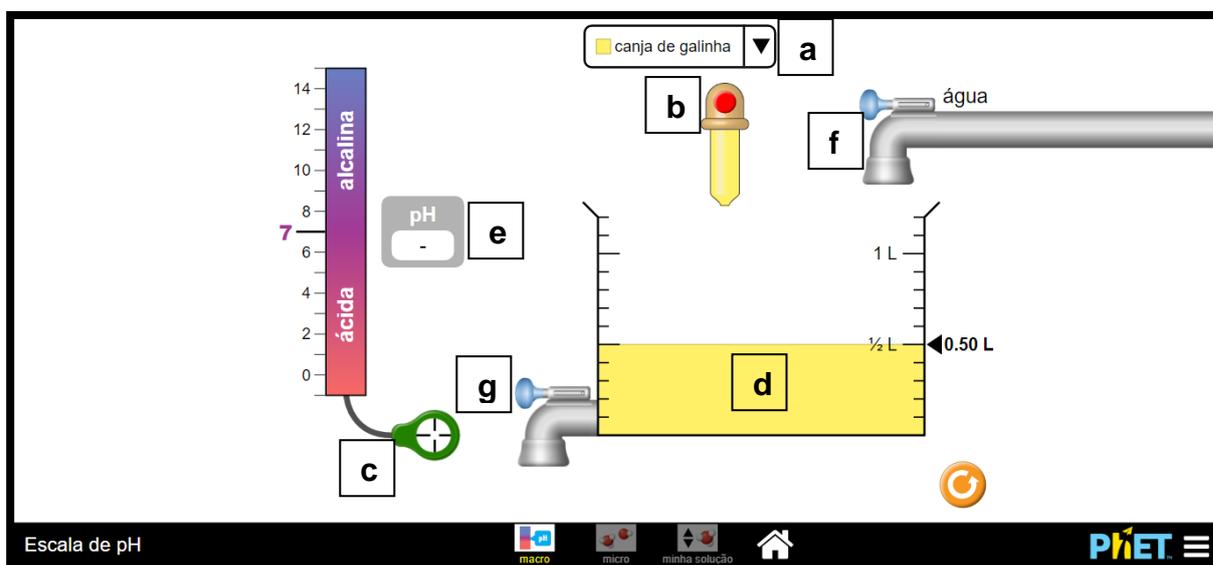
Após a LEI, já no laboratório de informática, foi apresentado o tutorial das duas simulações trabalhadas. Cada aluno com seu respectivo computador ligado, iniciamos apresentando a Escala de pH, para que pudessem relembrar os conceitos de ácido e base, vistos no questionário inicial e LEI. A Figura 10 mostra os alunos utilizando o PhET no laboratório de informática.

Figura 10: Alunos realizando a atividade no PhET no laboratório de informática.



Fizemos uma única demonstração seguindo a ordem das letras (Figura 11). Primeiro foi escolhida a substância (a); em seguida (b), esta foi gotejada pressionando com o mouse o ponto vermelho até atingir o volume, em litros, desejado (d). O medidor (c) foi arrastado até a solução (d) para se verificar o pH e determinar (e) se a solução era ácida ou básica. Pôde-se adicionar mais água (f) e retirar solução (g).

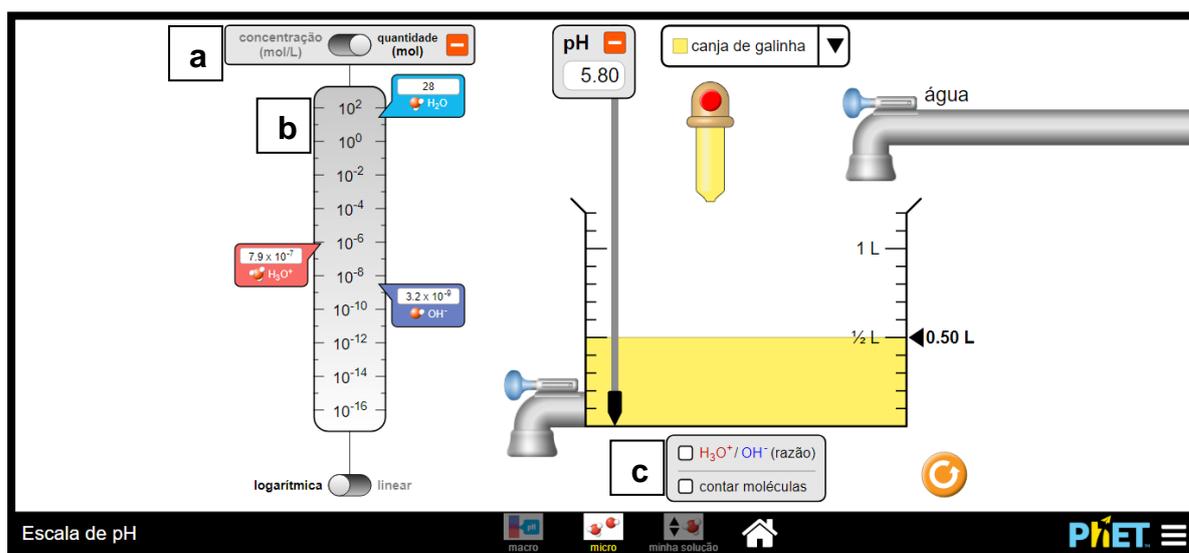
Figura 11: Janela 1 da Escala de pH. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.



Fonte: PhET Colorado, 2019.

O painel da janela na Figura 12 permite a visualização das soluções microscopicamente. É possível contar a quantidade de moléculas (b) e alterná-las entre concentração (mol/L) e quantidade de mol (a). Também é possível fazer a contagem de moléculas na solução e ver a razão entre os íons H_3O^+ / OH^- (c). As demais funções são observadas como na Figura 11, onde já foram descritas.

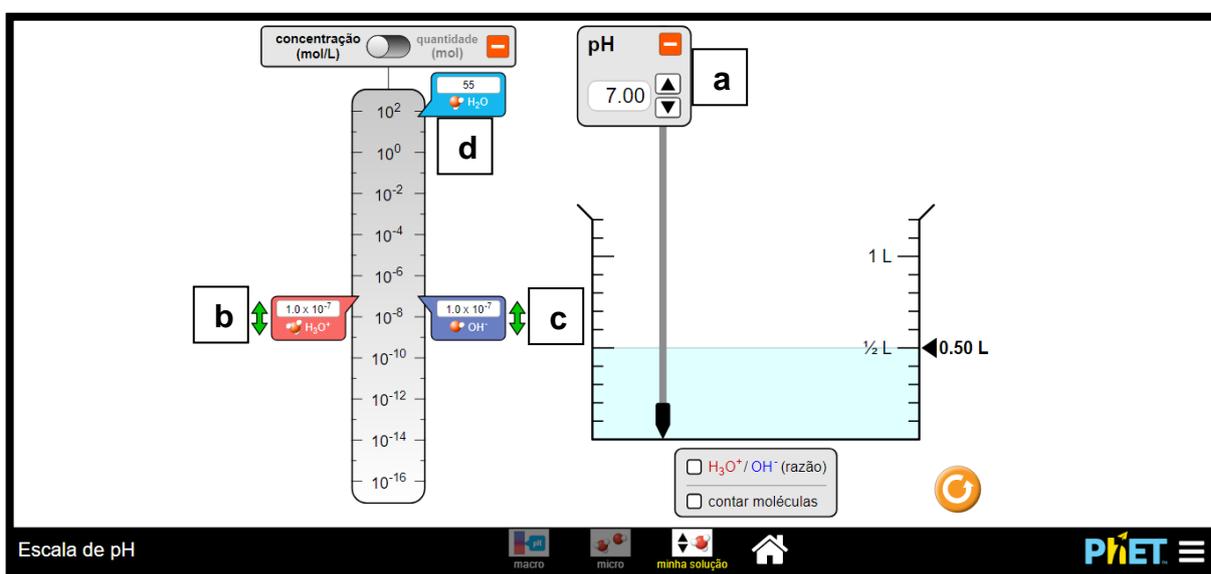
Figura 12: Janela 2 da Escala de pH. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.



Fonte: PhET Colorado, 2019.

Nesta última janela (Figura 13) o aluno tem a possibilidade de preparar sua própria solução controlando o pH movimentando as setas para cima e para baixo (a) ou movimentando as setas verdes (b) e (c). À medida que se aumentam os íons H_3O^+ (b), se diminuem os íons OH^- (c) e vice-versa. Quando (b) e (c) são movimentados, (a) automaticamente muda para ácido (ou mais ácido) ou para alcalino (ou mais alcalino). Em contrapartida, a quantidade de H_2O (d) permanece inalterada, pois não é possível adicionar ou retirar água nessa janela, apenas controlar o pH da solução.

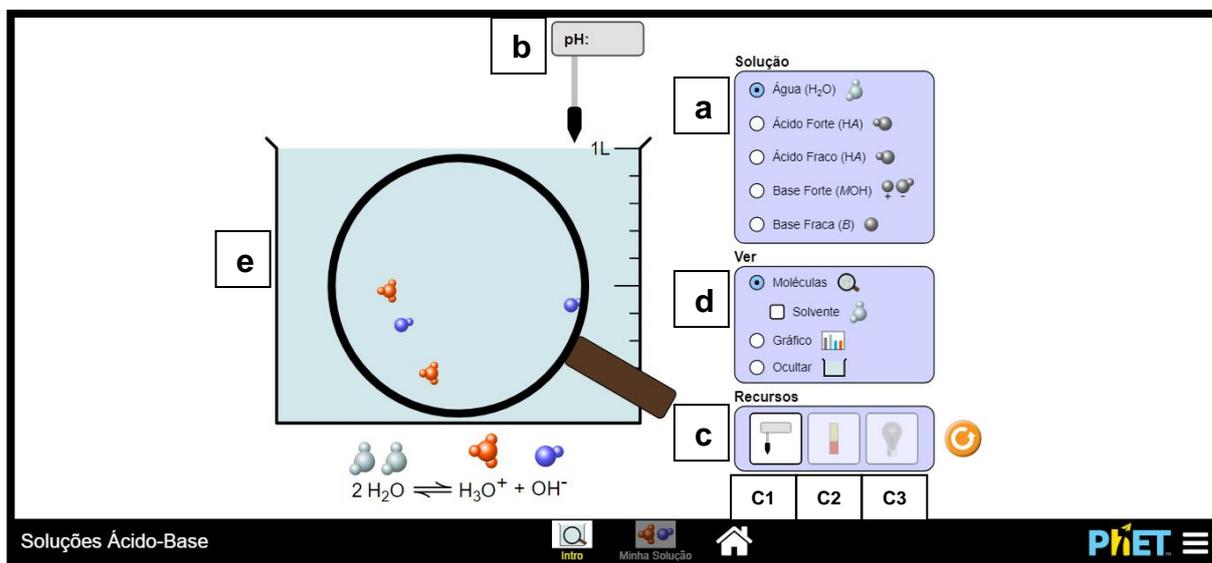
Figura 13: Janela 3 da Escala de pH. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.



Fonte: PhET Colorado, 2019.

As Figuras 14 e 15 mostram as janelas do segundo simulador (soluções ácido-base), utilizadas nessa pesquisa.

Figura 14: Janela 1 de soluções ácido-base. As letras, na figura, representam a ordem com que a atividade foi realizada.



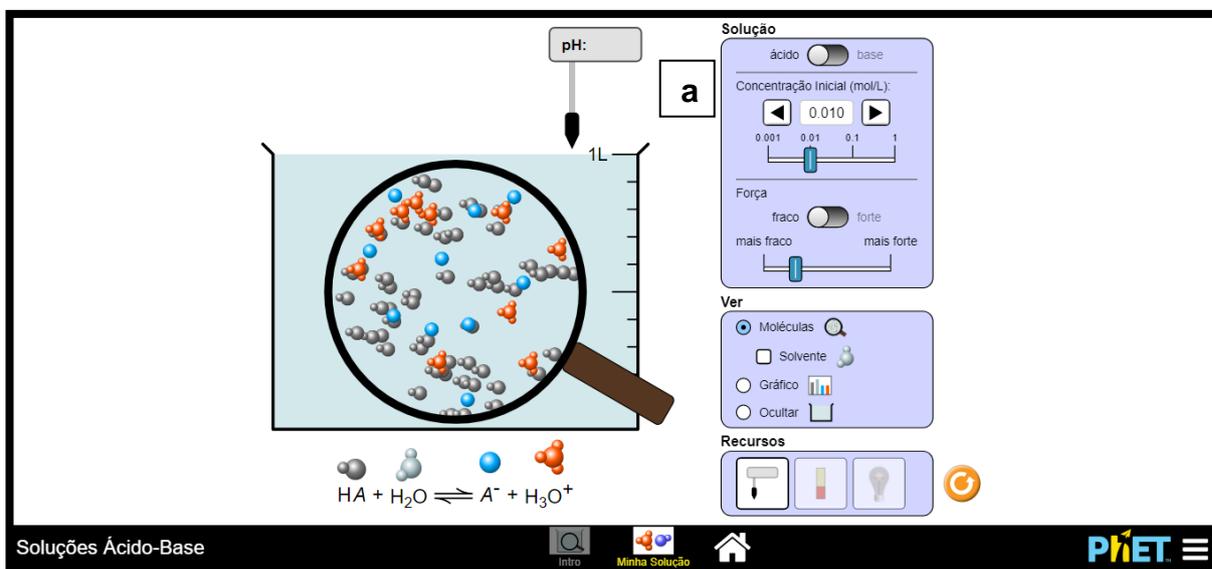
Fonte: PhET Colorado, 2019.

Depois que os alunos tiveram o tutorial sobre escala de pH (Figuras 11, 12 e 13), o segundo passo foi apresentar o tutorial, como apresentado na figura 14, das soluções ácido-base. A solução pode ser definida clicando em uma das abas (a); em seguida, a seta de pH (b) deve ser mergulhada na solução (e). Caso o aluno queira alternar entre os recursos para verificar o pH ou a força das soluções, deve clicar em um desses recursos (c), onde é possível visualizar o pH em números (c1), em fitas e pela cor (c2) e na intensidade da luminosidade da lâmpada (c3).

Os alunos ainda foram orientados a visualizar, na solução (e), as moléculas dos íons participantes (H_3O^+ e OH^-), bem como o solvente (H_2O), ou o gráfico contendo a concentração em mol/L, ou ainda, simplesmente, ocultar qualquer informação (c), clicando em qualquer uma das abas.

Na figura 15, eles foram orientados a prepararem suas soluções.

Figura 15: Janela 2 de soluções ácido-base. A letra, na figura, representa a ordem com que a atividade foi realizada.



Fonte: PhET Colorado, 2019.

A única diferença da Figura 14, é que aqui (Figura 15) os alunos foram orientados a fazer a própria solução levando em consideração o que a atividade pedia, se ácido ou base; qual a concentração que varia entre 0,001 e 1,0; qual a força; se mais fraco ou mais forte (a).

No desenvolvimento das atividades, o primeiro exercício foi identificar os ácidos e as bases na escala de pH, para ver se eles conseguiram entender, durante o tutorial, como os simuladores funcionam. Como já entenderam que o pH menor que 7 é ácido e maior que 7 é alcalino, as repostas descritas, do A1 ao A10 foram semelhantes, ou seja, das 11 substâncias eles responderam que 4 são bases e 7 são ácidas. Apenas o A11 não respondeu. A1, A3, A5, A6, A8 e A10 responderam apenas se as substâncias eram ácidas ou básicas. Já A2, A4, A7 e A9, além de identificar e classificar as substâncias, colocaram o pH de cada uma delas ao lado, de acordo com os resultados obtidos no PhET.

3.3 ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Todos os que responderam o exercício anterior, descrito no parágrafo acima, fizeram a aula prática sobre a identificação de pH de algumas substâncias, a saber: o líquido secante foi trocado por soda cáustica (NaOH); sabonete; cuspe; leite; café; suco de laranja; refrigerante. Os resultados representados na Tabela 4 mostram os

valores de pH aproximados conforme análise através de indicador universal em fita, alaranjado de metila e indicador natural açaí.

Tabela 4: Aula prática para identificação das substâncias sugeridas no PhET. As informações são os resultados conforme análise dos alunos.

SUBSTÂNCIA	FITA DE pH	ALARANJADO DE METILA	AÇAÍ	pH PhET	CLASSIFICAÇÃO
Soda cáustica	14.0	Amarelo forte	Verde	13.0	Básica
Sabonete	10.0	Amarelo	Roxo-esverdeado	10.0	Básica
Cuspe	7.5	Alaranjado	Roxo	7.4	Básica
Leite	6.0	Alaranjado	Roxo-leitoso	6.5	Básica
Café	5.0	Rosa claro	--	5.0	Ácida
Suco de laranja	3.0	Vermelho	Rosa claro	3.5	Ácida
Refrigerante	3.0	Vermelho	Rosa intenso	2.5	Ácida

Os valores de pH identificados pelos alunos são aproximados ao relativo à escala presente no PhET. As diferenças mais acentuadas no suco de laranja e no refrigerante é que o suco utilizado era natural e o refrigerante era do tipo soda limonada, uma vez que o simulador não sugere o tipo, optamos por este. Além disso, foi sugerido que usassem também os indicadores alaranjado de metila e açaí natural, pois os tínhamos disponíveis. Na Tabela 4 estão os resultados observados por eles em cada um dos indicadores. Optamos e focamos com bastante atenção no suco de açaí por ser um produto regional e de fácil acesso no Distrito de Santa Maria.

Figura 16: Realização da atividade experimental. Alunos adicionando açaí em solução de soda cáustica.



Ao final da atividade prática realizamos um processo de reação de neutralização¹ para exemplificar como as reações em Equilíbrio Químico são reversíveis, isto é, reagentes formam produtos e produtos formam reagentes na mesma proporção. Para isso, 4 gotas de fenolftaleína foram gotejadas na solução de soda cáustica apresentando coloração rosa. Ao adicionar suco de limão concentrado, a solução se tornou novamente incolor, indicando que estava perto do neutro ou levemente ácida, pois fenolftaleína não indica ácidos, apenas bases.

Para comprovar essa reversibilidade nas reações em equilíbrio, foi adicionado mais soda cáustica. À medida que se acrescentava soda à solução, esta se tornava rosa. Os alunos fizeram esse procedimento – acrescenta-se soda e depois suco de limão conforme Figura 17 – até que não era mais possível mudar de cor a solução.

Enquanto observavam o processo de mudança na coloração da solução, era explicado a eles que toda reação em equilíbrio, mesmo não vendo a olho nu, está formando produtos e reagentes na mesma velocidade e ao mesmo tempo. O propósito

¹ Reação de neutralização ocorre entre ácidos e bases. Foi utilizada apenas para referir-se a equilíbrio químico e mostrar, como exemplo, como a reversibilidade de produção de produtos e reagentes ocorre nas reações. Esta não é uma reação em equilíbrio.

dessa atividade foi demonstrar a dinâmica dos participantes de uma reação em equilíbrio. Depois que não era mais possível observar a mudança de cor, foi-lhes explicado que visivelmente uma reação entra no equilíbrio a partir do ponto que não se pode enxergar mais nenhuma mudança na cor ou temperatura, mas microscopicamente continua ocorrendo.

Figura 17: Alunos realizando reação de neutralização exemplificando reversibilidade de reações.



Foi perguntado o porquê das cores diferentes do açaí quando entrava em contato com as soluções. As respostas foram:

A3, A4, A8, A9 e A11 responderam que *“as características do suco de açaí são responsáveis por deixar as bases com cores mais do roxo para o verde. Quanto mais verde, mais básica; e as cores dos ácidos do roxo, passando pelo rosa e ficando mais vermelho, sendo este último mais ácido”*.

A3, A4, A6, A8, A9, A10 e A11, responderam que se a solução não muda de cor, permanecendo a mistura da cor da solução com a cor do açaí, ela é neutra, como na água.

A atividade com o açaí serviu ao propósito de mostrar que a fruta natural, muito comum na comunidade de Santa Maria, é uma possibilidade de trabalhar o conteúdo de Equilíbrio Químico de forma experimental e baixo custo, uma vez que ele é um indicador natural de substâncias ácidas e básicas. E os alunos conseguiram identificar essa diferença, visualizando e descrevendo as características dos materiais submetidos a ele.

3.4 REAPLICAÇÃO DO PHET

Em relação à concentração das soluções, foi solicitado que os alunos adicionassem água para verificar o que ocorreu com a concentração e a variação de pH. A Tabela 5 mostra os valores de pH ao adicionar água e retirar solução do recipiente. Já na Tabela 6 estão contidos os resultados da concentração dos íons ionizados ou dissociados dos ácidos e das bases, respectivamente. Como todos tiveram a mesma concentração inicial, adicionaram a mesma quantidade de água e retiraram a mesma quantidade de solução, os resultados foram os mesmos para cada substância.

Tabela 5: pH das substâncias antes e depois de adicionar água e retirar solução, conforme análise dos alunos.

SUBSTÂNCIA	pH INICIAL EM 0,5 L	pH AO ADICIONAR ÁGUA ATÉ 1,0 L	pH AO RETIRAR SOLUÇÃO ATÉ 0,5 L
Soda cáustica	13,0	12,7	12,7
Sabonete	10,0	9,7	9,7
Cuspe	7,4	7,24	7,24
Leite	6,5	6,68	6,68
Café	5,0	5,3	5,3
Suco de laranja	3,5	3,8	3,8
Refrigerante	2,5	2,8	2,8

Tabela 6: Concentrações dos íons (mol/L) dissociados ou ionizados das substâncias antes e depois de adicionar água e retirar solução.

SUBSTÂNCIA	CONC. INICIAL EM 0,5 L			CONC. AO ADICIONAR ÁGUA ATÉ 1,0 L			CONC. AO RETIRAR SOLUÇÃO ATÉ 0,5 L		
	H ₂ O	H ₃ O ⁺	OH ⁻	H ₂ O	H ₃ O ⁺	OH ⁻	H ₂ O	H ₃ O ⁺	OH ⁻
Soda cáustica	55	$1,0 \times 10^{-13}$	$1,0 \times 10^{-1}$	55	$2,0 \times 10^{-13}$	$5,0 \times 10^{-2}$	55	$2,0 \times 10^{-13}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Sabonete	55	$1,0 \times 10^{-10}$	$1,0 \times 10^{-4}$	55	$2,0 \times 10^{-10}$	$5,0 \times 10^{-5}$	55	$2,0 \times 10^{-10}$	$5,0 \times 10^{-5}$
Cuspe	55	$4,0 \times 10^{-8}$	$2,5 \times 10^{-7}$	55	$5,7 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-7}$	55	$5,7 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-7}$
Leite	55	$3,2 \times 10^{-7}$	$3,2 \times 10^{-8}$	55	$2,1 \times 10^{-7}$	$4,8 \times 10^{-8}$	55	$2,1 \times 10^{-7}$	$4,8 \times 10^{-8}$
Café	55	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-9}$	55	$5,1 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-9}$	55	$5,1 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-9}$
Suco de laranja	55	$3,2 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-11}$	55	$1,6 \times 10^{-4}$	$6,3 \times 10^{-11}$	55	$1,6 \times 10^{-4}$	$6,3 \times 10^{-11}$
Refrigerante	55	$3,2 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^{-12}$	55	$1,6 \times 10^{-3}$	$6,3 \times 10^{-12}$	55	$1,6 \times 10^{-3}$	$6,3 \times 10^{-12}$

Em análise dos alunos, somente a adição de água é capaz de alterar tanto o pH (Tabela 5) quanto a concentração dos íons (Tabela 6), pois a retirada de solução não interfere no processo. O volume inicial de 0,5 L é automático do sistema PhET. Ao solicitar que acrescentassem água até o volume final de 1,0 L, ligeiramente o pH aumentou nos ácidos e diminuiu nas bases (Tabela 5). Logo em seguida, verificaram também que a concentração dos íons H₃O⁺ e OH⁻ também foram alteradas com a adição da água. Por exemplo, em soda cáustica H₃O⁺ aumentou de $1,0 \times 10^{-13}$ para $2,0 \times 10^{-13}$ e OH⁻ diminuiu de $1,0 \times 10^{-1}$ para $5,0 \times 10^{-2}$; mas no refrigerante os valores caíram em H₃O⁺ de $3,2 \times 10^{-3}$ para $1,6 \times 10^{-3}$ e OH⁻ aumentou de $3,2 \times 10^{-12}$ para $6,3 \times 10^{-12}$ (Tabela 6).

Ao perguntar o porquê dessas diferenças do pH (referente à Tabela 5) e na concentração dos íons (referente à Tabela 6) ao adicionar água, as respostas foram:

A1: “A água aumenta a quantidade da solução, alterando o pH e deixando os ácidos mais fracos e as bases também mais fracas.”

A2: “A concentração dos íons fica mais forte com pouca ou nada de água e mais fraca com muita água, pois o pH vai diminuir nas bases e aumentar nos ácidos.”

A3: *“o pH se altera com adição de água, mas na retirada de solução ele fica inalterado. Se tem mais OH⁻ e menos H₃O⁺ para os ácidos, eles se tornam mais fracos com adição de água. Já para as bases é assim: mais H₃O⁺ e menos OH⁻ ela fica mais fraca também.”*

A4: *“Se não fosse a água, não seria possível mudar nem a concentração e nem o pH.”*

A5: *“Essa quantidade de íons se deve ao fato de ter água. Sempre se colocar mais água, as bases e os ácidos vão ficando mais fraquinhos até não ser mais percebido.”*

A6: *“A concentração dos íons vai depender da quantidade de água presente na solução. Se tem muita água na solução, eles ficam dissolvidos e mais fracos.”*

A7: *“É só lembrar que a água tem a capacidade de diluir as soluções e deixá-las mais fracas. Foi isso o que aconteceu com o pH e os íons nas soluções do PhET.”*

A8: *“Mais água, menos concentrada é a base e o ácido. Menos água, mais concentrada é a base e o ácido porque o pH sempre vai ser mudado com mais água, mas não muda com a saída de solução.”*

A9: *“Quanto mais água, mais OH⁻ para os ácidos e menos para as bases. Quanto mais água, mais H₃O⁺ para as bases e menos para os ácidos.”*

A10: *“Fazendo essa simulação fica mais fácil entender que a água, como um solvente universal, tem capacidade de diluir as soluções deixando os íons menos concentrados. Quanto mais água menor é essa concentração. Então os ácidos e as bases ficam menos concentrados, pois os íons ficam mais que dispersos.”*

A11: *“Eu não entendi muito bem, mas acho que é a água que faz as soluções ficarem mais fracas porque quando o professor pediu pra colocar mais água, a luzinha ficou quase apagada e o pH do ácido aumentou e da base diminuiu.”*

Nas tabelas 5 e 6 os resultados estão organizados na adição e retirada de água para verificar o pH e a concentração dos íons, respectivamente. Como o PhET oferece, dependendo do conteúdo simulado, várias opções para se testar pH, força de ácidos e bases através da fita de indicador universal, quantidade de moléculas e íons e a intensidade da luz, os alunos responderam conforme o que mais lhe chamaram atenção. A11, mesmo tendo dificuldade para entender, destacou a

concentração e o pH através da luz submetida em solução. Em contrapartida, A3, A9 e A10 responderam de forma mais técnica e conforme o esperado em relação à atividade. Os demais alunos responderam correto, mas de forma superficial.

Fazendo a relação entre a Tabela 5 e as respostas escritas dos alunos, A1; A2; A3; A4; A7; A8 e A11 fizeram menção à mudança de pH nas soluções quando água era acrescentada. A3 e A8 ainda explicaram que a retirada de solução não vai alterar o pH, somente a adição de água pode fazer essa alteração.

Todos os alunos responderam que a adição da água interfere na concentração dos íons. A11, apesar de dizer que não entendeu muito bem, mencionou a intensidade da luz, uma parte da atividade que foi solicitada para verificar essas concentrações – quanto mais intensa a luz, mas concentrada a solução, quanto menos intensa, mas fraca a solução. A7 e A10 lembraram até de “diluição de soluções” e exemplificaram ainda a água como solvente universal.

3.5 DIAGNÓSTICO FINAL – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

3.5.1 Lista de Exercício Final (LEF)

Depois de reaplicado o PhET, os alunos responderam uma nova lista de exercício, já como parte do diagnóstico final, contendo 10 questões, para se verificar o desenvolvimento de aprendizagem após o uso do PhET e aulas práticas.

As perguntas 1, 2, 3 e 4 fazem referência a pH, ácidos e bases.

A primeira questão dessa lista pede a diferença entre ácido e base, ao passo que todos responderam que quando o pH é menor que sete a substância é ácida e maior que 7 é básica. Apenas o A4 frisou que, quando a substância tem pH igual a 7 é neutra.

Todos os alunos disseram que o açaí, na segunda questão da lista, é um indicador de ácido e base. Porém A3 e A9 acrescentaram:

A3 – *“Além de ser indicador de ácido e base, é uma coisa bastante comum no nosso meio e eu não sabia que podia ser usado em aulas de química”.*

A9 – *“Eu não sabia que uma fruta tão comum em Santa Maria seria algo pra se estudar e entender de forma fácil os conteúdos de ácido e base. Eu gostei demais”.*

Com exceção do A2 que respondeu que em ácido o açaí se comportou com a cor avermelhada e em base, azulada, todos os alunos disseram que em ácidos a cor ficou vermelha, mas nas bases a cor visualizada foi esverdeada.

As questões 5, 6 e 7 faz menção a reversibilidade de reações em equilíbrio.

Foi perguntado o que aconteceu com a solução de soda cáustica que continha o indicador açaí, com coloração esverdeada, quando foi adicionado limão concentrado. Todos os alunos disseram que houve uma reação de neutralização, fazendo com que a cor da soda voltasse a sua coloração inicial, ou seja, incolor. Em seguida foi perguntado o que houve quando colocado mais soda. Alguns alunos já responderam dessa forma:

A3 – *“Apesar de essa ser uma reação de neutralização, o professor explicou que a gente ia observar apenas para mostrar uma reação reversível em equilíbrio, onde a reversibilidade foi percebida no momento em que não era mais possível ver a mudança de cor”.*

A4 – *“O que houve foi que quando a gente não viu mais mudança na cor, a reação chegou num equilíbrio, mesmo sendo uma reação de neutralização”.*

A8 – *“Eu nunca tinha visto e nem tinha prestado atenção nesse negócio de equilíbrio químico. Essa aula foi muito chata ano passado, mas agora estou vendo o que a professora explicou sobre isso e é verdade mesmo, equilíbrio é quando a reação vai e volta, a gente nem percebe, mas ela tá lá acontecendo mesmo assim”.*

A9 – *“Eu sempre achei química legal, mas não tinha tido ainda a oportunidade de ver coisas simples de experimentos para entender melhor sobre como as reações são reversíveis em equilíbrio”.*

A10 – *“Eu gostei demais e aprendi que essas reações reversíveis não se veem só no laboratório, a gente pode ver em casa também e na sala de aula”.*

As questões de 8 a 10 fala a respeito da diferença das concentrações quando se acrescenta água na solução. Eles responderam que se a água é acrescentada as bases ficam o pH menor, portanto, menos concentradas e os ácidos com pH maior, se tornando também menos concentrados.

Somente A3, A4, A5, A7, A8, A9, A10 e A11 responderam a última pergunta em relação a interferência a concentração na força dos ácidos e das bases. Eles

responderam que quanto maior for a quantidade de íons na solução, ela será mais forte, assim como a menor quantidade a deixará mais fraca. Apenas A5 respondeu que *“numa solução ácida quanto mais íons H^+ tiver, mais ácida será; quanto mais íons OH^- tiver, mais básica será”*.

Pelo exercício respondido pode-se perceber que os alunos conseguiram entender a diferença entre ácidos e bases através do pH; a reversibilidade das reações no exemplo citado (neutralização entre limão e soda caustica); que a adição de água é capaz de aumentar o pH dos ácidos e diminuir das bases, deixando-os mais fracos. Além disso, verificaram que o açaí é um ótimo indicador natural de ácido-base presente no cotidiano deles e que, por sinal, eles nem sabiam dessa informação.

3.5.2 Questionário final

Depois que todas as atividades foram desenvolvidas e concluída a LEF, mais um questionário foi aplicado aos alunos com o intuito de avaliar o uso do simulador PhET, bem como a aprendizagem nos conteúdos escolhidos em equilíbrio químico.

Quando foi perguntado se o simulador virtual tinha ajudado a revisar e entender os conteúdos de ácido e base e reversibilidade dentro do equilíbrio, sete alunos responderam que ajudou muito na aprendizagem; estes foram os que acompanharam todas as atividades no simulador. Três alunos afirmaram que ajudou pouco, mas o suficiente para revisar conteúdos mais abstratos em química como equilíbrio químico, apesar de terem participado de todas as simulações. E apenas um respondeu que ajudou muito pouco e ainda justificou dizendo que não assistiu todas as simulações, o que dificultou no acompanhamento e realização dos exercícios e aula prática.

Em relação ao uso de simuladores virtuais na aprendizagem em Equilíbrio Químico, todo os alunos acreditam que qualquer recurso digital pode ser uma ferramenta inovadora no ensino de equilíbrio químico. Fazendo uma correlação com a Tabela 2, até o A11, que não concordava que os aplicativos ou simuladores virtuais não auxiliava no ensino desse conteúdo porque esses podem ser muito complicados, concordou ao final que podem ajudar bastante na aprendizagem em química de forma geral. Percebe-se assim como o uso desses recursos pode ser uma metodologia facilitadora e mediadora entre o ensino e a aprendizagem.

E depois de usar o PhET, como você classifica sua aprendizagem em equilíbrio químico? Essa foi a terceira pergunta do questionário. Quatro alunos disseram que sua aprendizagem foi boa. A3 disse que *“por eu mesmo ter perdido uma simulação fiquei com um pouco de dificuldade de acompanhar as atividades seguintes. Mas foi só isso mesmo”*. A4 comentou que tem *“dificuldade para acompanhar, porque os assuntos são um pouco complexos, mas o aplicativo ajudou a entender”*. Já os outros sete alunos afirmaram que a aprendizagem foi muito boa. A2 e A7 comentaram: *“não tivemos uma boa definição de equilíbrio químico no ano passado. Se a professora tivesse usado esse programa a gente teria entendido de forma mais rápida e é bem legal”*.

A quarta pergunta foi em relação à importância do uso do computador e do livro didático, então qual dos dois é mais eficiente?

A1 – *“Apesar de o livro ser muito importante, pois nele a gente encontra todas as informações para aprender, os programas que têm nos computadores são um meio de ajudar a entender os conteúdos, por isso é importante os dois.”*

A10 – *“Se todos os alunos estudassem direitinho, eles aprendiam mais, pois fica mais fácil comparar as coisas que a gente estuda no livro lá nos computadores.”*

Esses comentários justificam que todos os alunos acham importantes as duas ferramentas para a aprendizagem. Até porque o livro jamais deve ser substituído por recursos digitais. E eles mesmos defenderam que se estudassem mais aprendiam também mais, pois o que se vê nos livros e ainda fica complicado para entender, nos simuladores ou interações virtuais a dúvida pode ser sanada.

Todos os onze alunos responderam que o professor deveria, sim, utilizar mais aulas práticas e com tais simuladores como o PhET, referente à quinta questão. Isso porque acreditam que é a forma mais dinâmica de aprender conteúdos em Química como Equilíbrio Químico. *“Além disso, a realidade do ensino mudaria muito no lugar onde a gente mora, pois aqui os recursos de mídia são mais difíceis”*, comentou A9. *“Visto que aqui tem um laboratório de informática e a gente viu na aula prática que dá pra fazer atividade com o que temos na comunidade como o açai que é um indicador de ácido e base, os professores deveriam usar as aulas dessa forma”*, defendeu A5. Para A6 *“os professores de matemática e física poderiam usar esse PhET, pois o professor de química e biologia já usa e eu gostei muito”*.

A3 – *“Poderia não só usar esses aplicativos como também fazer bastante aula prática. Eu achei bem melhor e olha que a gente só teve uma até agora.”*

A7 – *“Tudo o que tem cálculo eu tenho dificuldade, mas no computador e na aula prática que o professor fez eu vi e entendi sobre o pH e reações reversas, o que não entendia nas aulas.”*

Dez alunos responderam que o professor deveria usar essas aulas, pois facilitaria tanto o ensino quanto a aprendizagem. Os outros dois disseram que não ajuda muito, não pela metodologia, mas pelo professor. *“Se ele não quiser então não ajuda em nada aulas dessa natureza”*, comentaram A9 e A11.

Os próprios estudantes observaram a necessidade de mudança no ensino. Isso ocorreu porque a eles foi mostrado uma nova forma de trabalhar esses conteúdos mais complexos na química. Por um lado, é fato, para Bezerra (2006) que a utilização de aulas experimentais é fundamental para o ensino da Química, tornando as aulas mais dinamizadas e contextualizadas. Por outro lado, Santana et al (2011) concorda com Guerra (2000) afirmando que os recursos computacionais é o melhor diálogo entre a teoria e a prática; entre aluno e professor, pois aquece a dinâmica do ensino e aprendizagem, sendo uma estratégia que minimiza a carência de formação do conhecimento, o que é muito comum em nossas escolas.

3.5.3 Reaplicação do questionário final e da LEF

Após 60 dias contados a partir do dia de aplicação do questionário final, fizemos novamente a aplicação deste mesmo questionário e da LEF, com o intuito de avaliar os conhecimentos sobre Equilíbrio Químico a partir das atividades experimentais e uso de simuladores virtuais, neste caso o PhET.

Apesar desse intervalo de dois meses, os alunos se lembraram das atividades realizadas e puderam responder com satisfação o questionário e a LEF. De propósito, nesse período não mencionamos, em nenhum momento, nada sobre o conteúdo trabalhado ou com o PhET para podermos avaliar a aprendizagem.

Nas próximas Tabelas estão relatadas as respostas da LEF de alguns alunos antes e depois de 60 dias.

Tabela 7: Respostas dos alunos do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre o açaí.

Por que o açaí mudou a coloração das substâncias ácidas e básicas?	
LEF'a	LEF'd
A1 – Porque ele é um indicador natural de ácidos e bases.	A1 – É um meio mais simples de mostrar como as substâncias são ácidas ou básicas.
A4 – Quando a gente coloca o açaí dentro dessas substâncias elas mudam de cor indicando o pH delas.	A4 – Eu não sabia que o açaí era tão importante assim. Eu descobri e vi que ele me ajudou a ver quais são os ácidos e quais são as bases.
A7 – Eu acho que o açaí é muito importante, pois ele é o meio mais fácil de indicar um ácido e uma base onde a gente vive.	A7 – É um meio pelo que a gente descobriu que as bases se tornam verdes e os ácidos mais vermelhos e a gente nem comprou, eu levei de casa.
A11 – Porque na prática ele pode ser usado para dizer quais são bases e quais são ácidos.	A11 – Ele mostra o que são as bases e o que são os ácidos.

Em relação aos ácidos, bases e escala de pH, os alunos se lembraram, principalmente, da atividade experimental e citaram o indicador natural de açaí como material mais importante para indicar um ácido e uma base presente na comunidade.

O encantamento foi por causa do produto natural tão acessível na vida deles. Um aluno, A4, nesse momento da LEF até comentou: *“quando falei para meu pai no roçado que o açaí não servia apenas para comer, mas também pra estudar química,*

ele ficou surpreso e quis saber como. Eu então comecei a explicar para ele o que a gente aprendeu na aula de química e ele me disse: tá vendo filho como é bom estudar, você aprendeu e agora está me ensinado o que eu não sabia. Ele até brincou, vamos ter que tirar mais açaí pra quando seu irmão estudar já saber disso também”.

É perceptível que eles defenderam muito bem o uso do açaí como sendo um indicador de grande importância por ser um produto da comunidade, podendo ser adquirido sem custo ou baixo custo, uma vez que em cada quintal tem uma plantação de açaí.

Tabela 8: Respostas dos alunos do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre reações reversíveis.

Na aula prática sobre reações reversíveis, como você pode explicar a mudança de cor?	
LEF'a	LEF'd
A3 – Apesar de essa ser uma reação de neutralização, o professor explicou que a gente ia observar apenas para mostrar uma reação reversível em equilíbrio, onde a reversibilidade foi percebida no momento em que não era mais possível ver a mudança de cor.	A3 – Foi uma reação mostrada pra gente entender melhor sobre reações reversíveis quando elas acontecem no equilíbrio químico.
A4 – O que houve foi que quando a gente não viu mais mudança na cor, a reação chegou num equilíbrio, mesmo sendo uma reação de neutralização.	A4 – Eu entendi que as reações reversíveis são reações em que o equilíbrio acontece. Parece que quando as cores não mudam mais essa reação entrou no equilíbrio. Pelo menos foi isso que a gente viu na aula prática com o limão e a soda

<p>A8 – Eu nunca tinha visto e nem tinha prestado atenção nesse negócio de equilíbrio químico. Essa aula foi muito chata ano passado, mas agora estou vendo o que a professora explicou sobre isso e é verdade mesmo, equilíbrio é quando a reação vai e volta, a gente nem percebe, mas ela tá lá acontecendo mesmo assim.</p>	<p>A8 – Eu queria colocar a mesma coisa, mas nem me lembro mais. Mas a aula foi muito boa e eu pude entender sobre as reações que no equilíbrio elas não mudam mais, pelo menos na nossa vista.</p>
<p>A9 – Eu sempre achei química legal, mas não tinha tido ainda a oportunidade de ver coisas simples de experimentos para entender melhor sobre como as reações são reversíveis em equilíbrio.</p> <p>A10 – Eu gostei demais e aprendi que essas reações reversíveis não se veem só no laboratório, a gente pode ver em casa também e na sala de aula.</p>	<p>A9 – Eu simplesmente gostei porque eu tive a oportunidade de ver como esse tipo de reações acontece e ainda é bem simples.</p> <p>A10 – Eu queria mais tempo pra poder aprender mais sobre essas coisas da química. A gente até aprende mais assim.</p>

Os alunos puderam entender que as reações reversíveis são as que continuam acontecendo mesmo sem poder visualizar a olho nu. O que quer dizer que mesmo depois de 60 dias eles lembraram que no experimento realizado com soda caustica e limão a mudança de cor da soda para sua cor inicial – incolor – representa que toda reação em equilíbrio tende a formar reagentes e produtos ao mesmo tempo.

Tabela 9: Respostas do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre os conteúdos de Equilíbrio Químico no PhET.

O simulador virtual lhe ajudou a revisar e entender os conteúdos de ácido e base e reversibilidade dentro de Equilíbrio Químico. Justifique?	
QUESTIONÁRIO ANTES	QUESTIONÁRIO DEPOIS
A1 – Me ajudou demais.	A1 – Sim. Eu gostei e aprendi bastante.
A3 – Sim, tive uma nova visão dos conceitos desse conteúdo. Eu não aprendi nada no ano passado.	A3 – Eu tenho dificuldade pra entender as coisas ainda mais de química, mas depois dessas aulas eu passei a entender melhor.
A5 – Sim. Eu gostei porque essas atividades no computador me deixou mais claro as coisas de equilíbrio químico.	A5 – Sim. Eu queria colocar a mesma coisa, mas nem me lembro mais. Mas a aula foi muito boa e eu pude entender sobre as reações que no equilíbrio elas não mudam mais, pelo menos na nossa vista.
A6 – Sim. Com certeza essa foi a melhor forma de aprender equilíbrio químico. Não aprendi tudo, mas me deixou claro as coisas sobre os ácidos, as reações que são reversíveis e também sobre as forças lá das bases e dos ácidos.	A6 – Sim. Sinceramente falando a única coisa que me lembro de equilíbrio químico é aquele cálculo horrível, não que eu aprendi, porque não aprendi nada. Mas agora eu pude entender sobre os ácidos e as bases e ainda o que são reações reversíveis. Essas experiências me ajudaram muito.

<p>A8 – Sim. Eu acho que todo professor de química podia trazer essas aulas pra gente. Eu sempre morei aqui e nunca tive essa oportunidade de aprender bem mais fácil. Eu nem sabia que a gente podia aprender química no computador com essas coisas de jogos.</p>	<p>A8 – Sim. Uma coisa que ajudou bastante foi a gente ter usado os computadores do laboratório. Eu pensei que só podia estudar química na sala ou no laboratório se a escola tivesse, mas agora vi que a gente aprende em qualquer lugar só depende do professor.</p>
---	--

Pode-se perceber que A3 tem certa dificuldade para entender os conteúdos de Química, mas que depois das atividades ele passou a entender melhor os conteúdos estudados em Equilíbrio Químico. A5 comenta que utilizar o computador foi uma maneira de deixar mais claro o entendimento do conteúdo.

Após os 60 dias, A6 disse que a única coisa que se lembrava no conteúdo estudado eram os cálculos, talvez esteja se referindo aos cálculos de K_c , K_p , pK_a e pK_b ; mas defendeu que após o estudo, de forma bem mais dinâmica, conseguiu entender os processos de ácidos, bases e reversibilidade de reações.

A8 fez quase que um apelo aos professores de química defendendo que tais deveriam trabalhar com simuladores e aulas diferenciadas. Completa ainda que, mesmo morando na comunidade, nunca havia tido aulas com metodologias facilitadoras e que nem sabia que se podia aprender conteúdos da disciplina em computadores. Para Flores e Mól (2006), o professor deve estar ciente que as TICs não realizam milagres em sala de aula, mas é um caminho para a aprendizagem significativa. É um recurso com finalidade escolar que ajuda a atingir objetivos educacionais. Só que o professor deve ser o mediador (SAMPAIO, 2017).

Todos os alunos concordaram que simuladores, jogos ou outras atividades virtuais ajudam muito na aprendizagem em Equilíbrio Químico. Com isso a tabela 10 mostra como eles classificam a sua aprendizagem no conteúdo estudado.

Tabela 10: Respostas dos alunos do diagnóstico final antes e depois de 60 dias sobre a aprendizagem em Equilíbrio Químico depois de utilizar o PhET e a experimentação.

E depois de usar o PhET e a experimentação, como você classifica sua aprendizagem em equilíbrio químico?	
QUESTIONÁRIO ANTES	QUESTIONÁRIO DEPOIS
A1 – Muito melhor do que antes.	A1 – Agora está bem melhor. Eu aprendi muita coisa e o professor ainda continua levando a gente pro laboratório de informática pra estudar outros conteúdos.
A2 – Eu aprendi tudo em pouco tempo o que não aprendi nada no ano passado.	A2 – Eu não sabia de nada, mas agora já posso dizer que aprendi muita coisa.
A3 – Eu agora sei de alguma coisa de equilíbrio químico.	A3 – Já posso dizer que o conteúdo não é tão difícil assim.
A4 – Agora eu posso dizer que já sei pelo menos da parte básica, agora só falta entender os cálculos.	A4 – Como agora comece a aprender, queria que tivesse mais aulas assim.
A5 – Espero que os outros alunos possam aprender como a gente aprendeu agora, eles não vão ficar tão perdidos como a gente ficou no 2º ano.	A5 – Equilíbrio químico é um conteúdo difícil, mas com esse método a gente aprende com mais facilidade.
A6 – Eu aprendi muita coisa.	A6 – Queria que tivesse mais aulas assim, porque assim eu aprendi.
A7 – Minha aprendizagem está bem melhor do que era antes.	A7 – A gente esquece muita coisa, mas eu aprendi muito.

A8 – Eu aprendi muita coisa legal e até achei mais interessante essa parte da química.	A8 – Esse simulador de ajudou bastante pra aprender equilíbrio químico.
A9 – Eu sempre tive afinidade com a química, mas agora ficou até mais divertido esse novo jeito de estudar.	A9 – O PhET, que eu não conhecia foi a forma mais prática e fácil de aprender equilíbrio químico.
A10 – Equilíbrio químico é um conteúdo muito difícil. Mas eu consegui aprender muita coisa.	A10 – A minha aprendizagem melhorou muito e agora eu consegui aprender mais sobre isso.
A11 – Muito melhor agora.	A11 – Eu aprendi mais agora e se gente tivesse estudado isso antes, com certeza a gente não tinha tanta dificuldade nos outros conteúdos.

De modo geral percebe-se a satisfação dos alunos na aprendizagem dos conteúdos estudados dentro de Equilíbrio Químico e como o simulador virtual e a experimentação os auxiliaram nesse contexto de aprendizagem.

A utilização de experimentação é fundamental para o ensino de química, sendo ela a responsável pela relação entre a teoria e a prática, além de que ela torna as aulas mais dinâmicas, contextualizadas e interessantes ao aluno, despertando nele o desejo e aprender (PAULETTI *et al*, 2017).

Amaral-Rosa (2016) defende que é mediante os recursos computacionais que o ensino de química é beneficiado, e os softwares educacionais são aplicativos que os professores podem e devem fazer uso deles para melhorar a qualidade da aprendizagem. Os alunos estão sedentos por isso.

PRODUTO FINAL

O produto final dessa dissertação foi intitulado: Manual PhET para o Ensino de Equilíbrio Químico. Este é o resultado da pesquisa realizada na Escola Estadual José Bonifácio localizada na comunidade ribeirinha de Santa Maria do Boiaçú, Baixo Rio Branco, município de Rorainópolis-, RR.

Este manual trata da utilização do simulador virtual PhET, para tratar os estudos básicos de Equilíbrio Químico (Reações ácido-base, Reações Reversíveis, Escala de pH), sendo este um recurso facilitador utilizando os 3 Momentos Pedagógicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A título de conhecimento, essa pesquisa teve como problemática avaliar a contribuição das atividades experimentais, bem como o uso do simulador virtual PhET, nos conteúdos de Equilíbrio Químico estudados pelos alunos do 2º ano do ensino médio, mas revisado, nesta pesquisa, pelos anos do 3º ano.

A pesquisa se inicia com o estudo do conhecimento prévio dos alunos através de questionário inicial e lista de exercício. Através desse ponto, foi possível diagnosticar o conhecimento deles e traçar uma metodologia facilitadora para verificar a aprendizagem através dos recursos digitais disponíveis e materiais de experimentação de fácil acesso.

A metodologia foi baseada nos Três Momentos Pedagógicos, respeitando a sequência didática que consiste na problematização inicial – primeiro momento; organização do conhecimento – segundo momento; aplicação do conhecimento – terceiro momento.

Uma sequência didática foi elaborada para poder viabilizar o desenvolvimento da pesquisa a partir dos 3 MPs.

Através dos 3 MPs, verificou-se como a aprendizagem dos estudantes tem melhoras significativas quando utilizado recursos facilitadores como o PhET. Verificou-se também que o Ensino de Química não deve ser limitado a uma sala de aula ou que o professor não possa realizar aulas experimentais caso não haja um laboratório de ciências.

Através do diagnóstico final pode-se perceber que os próprios alunos anseiam por aulas mais dinâmicas, pois isso trouxe uma perspectiva inovadora de conhecimento. Como na escola tínhamos disponibilidade de computadores, mesmo sem acesso à internet, foi possível realizar a pesquisa trazendo satisfação e resultados positivos, conforme a avaliação deles mesmos.

Outro fator importante a ser destacado é o uso de materiais alternativos disponíveis e de fácil acesso na comunidade para realização das atividades experimentais. Como não tinham conhecimento do uso do açaí na indicação de ácido-base, houve um despertar ao uso de recursos naturais locais para se utilizar em atividades futuras.

Constata-se então que o ensino de Equilíbrio Químico, bem como dos conteúdos mais abstratos e difíceis da Química não deve ser apenas um papel de

transmissão de conhecimento. O professor deve ser o mediador e ele é fundamental no processo de ensino e aprendizagem, sendo que os recursos facilitadores para que haja um conhecimento sólido devem ser ministrados por ele.

As TICs estão disponíveis a todo tempo, e a cada dia que passa são disponibilizados cada vez mais recursos para auxiliar o professor e o aluno no ensino e na aprendizagem. Talvez o aluno não conheça uma ferramenta facilitadora porque o professor não tem a curiosidade de pesquisar ou não quer ter o trabalho de buscar apresentar ao aluno.

O professor não deve ser o transmissor, mas o mediador do conhecimento. E aliar o conteúdo dos livros didáticos aos programas computacionais educacionais e experimentações no ensino de química é um “jogo” que requer paciência e demanda tempo para o planejamento.

Contudo, a escola e a comunidade têm espaço para desenvolvimento da melhoria da educação e os professores são os responsáveis para atuar na melhoria da qualidade do ensino.

Por fim, o produto dessa pesquisa consiste numa sequência didática no ensino de Equilíbrio Químico para os professores trabalharem com os alunos do 2º ano do ensino médio disponível em manual impresso, destacando-se os objetivos da ferramenta elaborada como recurso facilitador ao ensino e à aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ADVERTISING AGE EDITORIAL. **Generation Y**. v. 64, n. 36, p. 16, 1993.

AMARAL-ROSA, M. P. **As tecnologias digitais e o ensino de Química: o caso do Programa de Desenvolvimento Profissional para Professores**. 2016. 259p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

ARAÚJO, S. da S.; FREITAS, D. G. da S.; MATOS, P. F. Avaliação do software educacional e-Sinais no ensino-aprendizagem da língua portuguesa escrita e da LIBRAS. *In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 6, 2017, Vitória da Conquista. Anais [...]. Vitória da Conquista: IFBA, 2017, p. 323-332.

BEZERRA, G. F. **Práticas cotidianas: estratégia que potencializa e motiva o estudo de química no ensino médio**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas, Manaus, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**, Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais: química**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Educação Fundamental, 2002.

BRASILEIRO, S. P. **Experimentação no ensino de química para a educação do campo: projeto de produção de sabão**. 2013. 29 f. Monografia (Licenciatura em Educação do Campo) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

BURBULES, N. C.; CALLISTER, J. R.; THOMAS, A. Universities in transition: The promise and the challenge of new technologies. **Teachers College Record**, v. 102, n. 2, p. 271, 2000.

CALDART, R. S. A escola do campo em movimento. **Currículo Sem Fronteiras**, v. 3, n. 1, p. 60-81, 2003.

CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 1. ed. São Paulo, Saraiva, 2015.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede – a era da informação: economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

CASTRO, V. G. de. **RobEduc: especificação de um software educacional para o ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D; LEÃO, M. B. C. As tics e o seu potencial lúdico. **Revista Tecnologias na Educação**, Recife, v. 7, n. 12, p. 1-17, 2015.

DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E. **Introdução clássica à química geral**. 1. ed. Porto Alegre, Tchê Química, 2007.

DE KERCKHOVE, D.; CARVALHO, C.; SOARES, L. **A pele da cultura: Uma investigação sobre a nova realidade eletrônica**. 1.ed. Rio de Janeiro, Editada da UFRJ 1997.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. & Pernambuco, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DESLAURIERS J. P. **Research Qualitative**. Montreal: McGraw Hill, 1991.

DOWBOR, L. **Tecnologias do conhecimento: os desafios da educação**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C.; Computadores em educação química: equilíbrio químico e princípio de Le Chatelier. **Ci. Huma. e Soc. em Rev. Seropédica**, v. 32 n.1 Janeiro/Junho 45-64 2010.

_____. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, v.23, n.6, p. 835-840, 2000.

FLORES, K.K.A.; MÓL, G. de S. **O uso do software educacional ACD/Chemsketch como ferramenta dinâmica no ensino de química orgânica**. 29a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cd29ra/resumos/T0005-1.pdf>>. Acesso em 15 set. 20172019.

GUERRA, M. **A escola que aprende**. Porto: Asa, 2000.

GOMES, J. N.; RECENA, M. C. P. **Concepções sobre equilíbrio químico de alunos ingressantes no curso de química** – Licenciatura da UFMS. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), UFPR, Curitiba, 21 a 24 de julho de 2008.

HAMBURGUER, M. **Personalidades múltiplas**. 1.ed. Belo Horizonte: A Verdade da Poesia, 2007.

HARRISON, A. G.; DE JONG, O. Exploring the use of multiple analogical models when teaching and learning chemical equilibrium. **Journal of Research in science Teaching**, v. 42, n. 10, p. 1135-1159, 2005.

JENKINS, H. **Cultura da convergência**. 2. ed. São Paulo: Aleph, 2009.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**, p. 64-377, 1982.

_____, A. H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, n. 70, p. 701-704, 1983.

JOHNSTONE, A. H.; MACDONALD, J. J.; WEBB, G. Misconceptions in school thermodynamics. **Physics education**, v. 12, n. 4, p. 248, 1977.

KENSKI, V. M. Reflexões e indagações sobre a sociedade digital e a formação de um novo profissional/professor. **Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa-RELATEC**, v. 3, n. 2, p. 99-107, 2004.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A, S. Tics no ensino de química: um recorte do estado da arte. **Tecnologias na Educação**, a. 7, n. 12, p. 1-12, 2015.

MALDANER, O. **A formação continuada de professores de química**. Ijuí: Unijuí, 2003.

MALDANER, O. A. ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Unijuí, 2004.

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

MEDEIROS, I. J. S. **A concepção do conceito de equilíbrio químico dos estudantes do curso de licenciatura em química da Universidade Estadual de Roraima campus Boa Vista após a utilização do software equil**. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2014.

MENDONÇA, G. A. A.; MENDONÇA, A. F. de. A Utilização de ambientes virtuais no apoio ao aprendiz na EAD. **Anais da ABED**. Goiânia, 2010. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2010/cd/1942010094738.pdf>> . Acesso em: 03 abr. 2018.

MOREIRA, M. A. **Metodologia de pesquisa em ensino**. Porto Alegre; Livraria da física, 2011.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P. Recursos Instrucionais e inovadores para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017.

MUENCHEM, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NASCIMENTO, E. L. **O sortilégio da cor: identidade, raça e gênero no Brasil**. 1.ed. São Paulo: Selo Negro, 2003.

NETO, A. S. A.; RAUPP, D. T.; MOREIRA, M. A. A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos

conceituais. VII ENPEC - **Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**. Florianópolis, nov. 2009.

NICOLL, G. A qualitative investigation of undergraduate chemistry student's macroscopic interpretations of the submicroscopic structure of molecules. **Journal of Chemical Education**, v.80, p.143-156. 2011.

PAULETTI, F.; *et al.* Ensino de química mediado por tecnologias digitais: o que pensam os professores brasileiros? **Interações**. n. 44, PP. 144-167. 2017.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 2000.

PESSOA, F. **Poemas de Álvaro de campos Campos: obra poética IV. Organização, introdução e notas Jane Tutikian**. Porto Alegre, RS: L&PM, 2008.

PISCHETOLA, M. **Inclusão digital e educação: a nova cultura da sala de aula**. 1.ed. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2016.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Naila Freitas (trad.). 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, 2001.

RAUPP, D.; *et al.* Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.1, p. 18-34, 2010.

RAVIOLO, A.; GARRITZ, A. Analogias no ensino do equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 13-25, 2008.

ROCHA, E. F. da; CARDOSO, M. S.; MELLO, I. C. de. **As dificuldades de aprendizagem dos conhecimentos químicos pelos estudantes do ensino médio: a perspectiva dos professores**. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília-DF, 2010.

ROCHA, H. V. **Análise de softwares educativos**. Porto Alegre, Mimeo, 1996.

SALGADO, M. U. C. **Tecnologias da educação: ensinando e aprendendo com as TIC: guia do cursista**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação à Distância, 2008.

SAMPAIO, I. da S. **O simulador PhET como recurso metodológico no ensino de reações químicas no primeiro ano do ensino médio com aporte na teoria de Ausubel**. 2017. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2017.

SANTANA, J. C.; SANTOS, C.; CARVALHO, L. C. **A experimentação no ensino de química e física: concepções de professores e alunos do ensino médio**. São Cristóvão, 2011. Disponível em: < www.ead.unb.br >. Acesso em: 10 out. 2019.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; FILHO, J. C. da S. Softwares educativos livre para o ensino de química: análise e categorização. **ENEQ-Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 15, 2010. Disponível em: <www.portalseer.ufba.br>. Acesso em: 13 out. 2018.

SANTOS, G. L. L. **Laboratório virtual: um recurso inovador no auxílio ao ensino de química**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão? **Química Nova na Escola**, 4, p. 28-34, 1996.

SHIRKY, C. **Cognitive surplus**: How technology makes consumers into collaborators. Penguin, 2010.

SILVA, F. N. S. *et al.* Educação do campo e ensino de ciências no Brasil: uma revisão dos últimos dez anos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (RBECT)**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 221-239, jan./abr. 2019.

SOUSA, L. C. A tic na educação: uma grande aliada no aumento da aprendizagem no brasil. **Eixo**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 19-25, 2016.

SOUSA, R. P., MIOTA, F. M. C. S. C., CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias digitais na educação [online]**. 1.ed. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. **Internacional Journal of Science Education**, v.33, n.2, p. 179-195, jan., 2011.

TAPSCOTT, D. **Geração digital: A crescente e irreversível ascensão da geração net**. 1.ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

UEHARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico**. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação. In: J. A. Valente (org.), **Computadores e conhecimento: repensando a educação. Primeira versão**. Campinas, SP: NIED-Unicamp, p. 24-44, 1993.

VAN DRIEL, J. H.; GRÄBER, W. The teaching and learning of chemical equilibrium. In: **Chemical education: Towards research-based practice**. Springer Netherlands, p. 271-292, 2002.

ANEXOS

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO

Instituição: Universidade Estadual de Roraima -UERR / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Título: USO DO SIMULADOR PHET COMO RECURSO FACILITADOR PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA

Hélio Guedelha de Lima, o pesquisador do presente projeto, compromete-se a:

- Desenvolver o projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Roraima ficando responsável por qualquer alteração que realizar, sem a devida autorização do CEP/UERR, que venha a causar danos ao participante pesquisado. Caso haja a necessidade de alteração, o pesquisador compromete-se a enviar emenda ao projeto seguindo os trâmites da Plataforma Brasil para análise e consequente aprovação;
- Anexar os resultados por meio de relatórios via Plataforma Brasil, anexando a digitalização dos TCLE e/ou TALE devidamente assinados para aprovação com isto garantindo o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais em conformidade com o que diz a Norma Operacional nº 001/2013 do Conselho Nacional de Saúde no item 3, inciso 3.3, alínea "c".

Boa Vista, _____ de _____ de _____.

Assinatura

do

Pesquisador:

RG: _____

ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Aluno menor de 18 anos

Instituição: Universidade Estadual de Roraima -UERR / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Título: USO DO SIMULADOR PHET COMO RECURSO FACILITADOR PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA

Pesquisador: Hélio Guedelha de Lima

Pesquisadora (Orientadora): DSc. Ivanise Maria Rizzatti, professora efetiva da UERR e coordenadora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências-UERR

Este é um convite para você participar da pesquisa de ensino e aprendizagem conforme o título mencionado. Este documento, chamado termo de Assentimento Livre e Esclarecido, explica esta pesquisa em detalhes, porém pode conter palavras que você não compreenda. Por favor, peça ao pesquisador ou a outra pessoa da escola para lhe explicar o que significa qualquer palavra ou informação que você não entenda. Antes de assinar, você pode levar para casa uma cópia deste documento para pensar a respeito ou conversar com sua família e/ou amigos antes de tomar sua decisão.

Este Termo de Assentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é avaliar a contribuição do software PhET, bem como o uso da experimentação, utilizando os três momentos pedagógicos de Delizoicov, abordando o conceito de Equilíbrio Químico no processo de aprendizagem com alunos do 3º ano do ensino médio da Escola Estadual José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçú no município de Rorainópolis – RR, uma vez que os alunos têm muitas dificuldades para resolução dos exercícios e entendimento do processo como um todo relacionados ao conteúdo citado no título e objetivo.

Para tanto, faz-se necessário utilizar questionário para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos conteúdos que envolvem Equilíbrio Químico.

Pois além de fazer parte de uma dissertação de mestrado, irá contribuir para que outros alunos adquiram facilidade no aprendizado da linguagem Química, estimulando os alunos a desenvolverem o aprendizado em Equilíbrio Químico com o uso desse novo aplicativo.

Para tanto, faz-se necessária a participação do aluno, onde o mesmo irá responder a um questionário referente às atividades acadêmicas e não acadêmicas, onde fará observações na sala de aula e preencherá um diagnóstico inicial (para levantamento dos conhecimentos prévios), uso do aplicativo, durante três aulas consecutivas e uma avaliação final após o término das atividades. Sendo que a aplicação do uso do aplicativo será realizada durante 3 (três) aulas previstas do 1º semestre do ano letivo 2019 com data entre os dias 30 a 31 de julho. Nota: ocorrerá nessa data por conta de as aulas começarem atrasadas por motivos superiores de administração.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final em formato de Dissertação, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas (garantia de

manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa). O uso das informações oferecidas pelo (a) aluno (a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sendo o aluno (a) identificado (a) apenas pela inicial “E” de estudante e um respectivo número, exemplo, E1, E2, E3 etc. atendendo desta forma a Resolução 510/2016 do CNS-MS.

Dos riscos e benefícios da Participação na Pesquisa

Embora seja um estudo do processo de ensino e aprendizagem a respectiva pesquisa pode apresentar riscos como descrito abaixo:

- a)** o (a) aluno (a) participante pode apresentar desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de coletas de dados, nesse caso para minimizar estes riscos o aluno terá o auxílio do pesquisador que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos;
- b)** desconfortos ou tensões nos membros superiores ou inferiores podem aparecer no (a) aluno (a) participante devido ao fato de precisar ficar em pé durante as atividades experimentais, ou precisar ficar sentado por muito tempo durante a realização dos diagnósticos e avaliação final. Para minimizar esse risco o pesquisador recomendará o tempo de atividades, e orientá-los a sentar de forma correta nas carteiras.

Não haverá benefícios de natureza financeira, porém pode haver benefícios em relação ao conhecimento científico do (a) aluno (a) participante deste estudo o que lhe permitirá compreender os termos utilizados na linguagem (macroscópica, microscópica e simbólica) da Química. Facilitando o avanço nos estudos dos conteúdos dessa e das séries seguintes do Ensino Médio e desenvolver uma leitura do mundo de forma mais atuante e participativa, compreendendo a importância do significado dessa ciência na vida humana e social. E assim, construir uma cidadania mais crítica para agir diante das inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº (xxx) a a Gestora da Escola Estadual José de Alencar, tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Discutimos esta pesquisa com seus pais ou responsáveis e eles sabem que também estamos pedindo seu acordo. Se você vai participar na pesquisa, seus pais ou responsáveis concordaram com isso.

Mediante qualquer desconforto em relação aos questionamentos desenvolvidos no momento da pesquisa, o pesquisador irá prestar atendimento às solicitações e/ou pedidos do (a) /s aluno (a) participantes. A pesquisador assegura aos alunos participantes desta pesquisa a preservação da imagem bem como acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa.

Ou seja, todos os (as) alunos (as) participantes da pesquisa terão acesso aos instrumentos utilizados na pesquisa, bem como ao resultado e ao produto final da pesquisa.

Este TERMO, (em duas vias: uma para o pesquisador e outra para o (a) aluno (a) participante), é para certificar que eu,

_____, na qualidade de participante voluntário (a), aceito participar do projeto científico acima mencionado.

Estou ciente de que a participação na pesquisa poderá trazer riscos associados desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de pré-teste, atividades formativas e pós-teste, nesse caso para minimizar estes riscos terei o auxílio do pesquisador que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos.

Estou ciente de que terei direito a manutenção do sigilo e da privacidade, bem como acompanhamento e assistência pedagógica, também após a coleta de dados.

Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, encerrando a minha participação a qualquer tempo, sem penalidades.

Para participar deste estudo, não terei nenhuma forma de incentivo financeiro ou indenização, sendo a única finalidade da minha participação à contribuição para o desenvolvimento da pesquisa. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, terei assegurado (a) plena liberdade de recusar a participar e retirar o meu consentimento e interromper a participação como voluntário (a) em qualquer fase da pesquisa sem necessidade de comunicado prévio. A minha participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que serei atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à minha disposição quando finalizada. Não serei identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O nome ou o material que indique a minha participação como voluntário (a) não será liberado sem a minha permissão. Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura

da

Criança/Adolescente:

Data: ____/____/____

Eu, Hélio Guedelha de Lima (pesquisador responsável) declaro que serão cumpridas as exigências contidas na Resolução. CNS nº 510/16.

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias ligue para:

Pesquisador: Hélio Guedelha: (95) 984107550

Pesquisadora (Orientadora): Prof.^a DSc. Ivanise Maria Rizzatti Tel: (95) 2121-0943 ou (95)98122-4175

Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos-CEP/UERR: Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho. Tels: (95) 2121-0953

ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em Pesquisas com Seres Humanos

Instituição: Universidade Estadual de Roraima / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGEC

Título: USO DO SIMULADOR PHET COMO RECURSO FACILITADOR PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA

Pesquisador (a): Hélio Guedelha de Lima.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido tem o propósito de autorizar a participação do (a) menor sob minha responsabilidade no projeto de pesquisa acima mencionado. O objetivo desta pesquisa científica é avaliar a contribuição do software PhET, bem como o uso da experimentação, utilizando os três momentos pedagógicos de Delizoicov, abordando o conceito de Equilíbrio Químico no processo de aprendizagem com alunos do 3º ano do ensino médio da Escola Estadual José Bonifácio, Santa Maria do Boiaçu no município de Rorainópolis – RR, uma vez que os alunos têm muitas dificuldades para resolução dos exercícios e entendimento do processo como um todo relacionados ao conteúdo citado no título e objetivo.

Para tanto, faz-se necessário utilizar questionário para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos conteúdos que envolvem Equilíbrio Químico.

Pois além de fazer parte de uma dissertação de mestrado, irá contribuir para que outros alunos adquiram facilidade no aprendizado da linguagem Química, estimulando os alunos a desenvolverem o aprendizado em Equilíbrio Químico com o uso desse novo aplicativo.

Para tanto, faz-se necessária a participação do aluno, onde o mesmo irá responder a um questionário referente às atividades acadêmicas e não acadêmicas, onde fará observações na sala de aula e preencherá um diagnóstico inicial (para levantamento dos conhecimentos prévios), uso do aplicativo, durante três aulas consecutivas e uma avaliação final após o término das atividades. Sendo que a aplicação do uso do aplicativo será realizada durante 3 (três) aulas previstas do 1º semestre do ano letivo 2019 com data entre os dias 30 a 31 de julho. Nota: ocorrerá nessa data por conta de as aulas começarem atrasadas por motivos superiores de administração.

Quaisquer registros feitos durante a pesquisa não serão divulgados, mas o relatório final em formato de Dissertação, contendo citações anônimas, estará disponível quando estiver concluído o estudo, inclusive para apresentação em encontros científicos e publicação em revistas especializadas (garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa).

Não haverá benefícios diretos ou imediatos para o participante deste estudo. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Roraima, sob parecer nº (xxx) e a Gestora da Escola Estadual José de Alencar tem conhecimento e incentiva a realização da pesquisa.

Este TERMO, assinado **em duas vias**, de modo que uma permanecerá em meu poder e outra com o pesquisador, é para certificar que o menor sob minha responsabilidade,

na

qualidade de participante voluntário, está autorizado a participar do projeto científico acima mencionado.

Assinando este termo, estou ciente que:

- a) A participação do (a) aluno (a) como voluntário (a) da pesquisa se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado;
- b) A participação do menor sob minha responsabilidade não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro ou indenização, sendo a única finalidade desta participação à contribuição para o desenvolvimento da pesquisa;
- c) O uso das informações oferecidas pelo menor sob minha responsabilidade será utilizado pelo pesquisador apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sendo o menor identificado apenas pela inicial “E” de estudante e um respectivo número, exemplo, E1, E2, E3 etc.
- d) A colaboração se fará por meio de questionários escritos, e registros das atividades realizadas através de observações por escrito e diário da pesquisa, bem como da execução de atividades realizadas na sala de aula, em que ele (ela) será observado (a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas;
- e) No caso de fotos e vídeos, obtidas durante a participação do menor sob minha responsabilidade, autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários, etc., sem identificação;
- f) O (a) aluno (a) participante pode apresentar desconforto, fadiga ou impaciência na leitura dos instrumentos de coletas de dados, nesse caso para minimizar estes riscos o aluno terá o auxílio do pesquisador que lerá os instrumentos aplicados e utilizará o tempo adequado na aplicação desses recursos;
- g) Desconfortos ou tensões nos membros superiores ou inferiores podem aparecer no (a) aluno (a) participante devido ao fato de precisar ficar em pé durante as atividades experimentais, ou precisar ficar sentado por muito tempo durante a realização dos diagnósticos e avaliação final. Para minimizar esse risco o pesquisador recomendará o tempo de atividades, e orientá-los a sentar de forma correta nas carteiras.
- h) Não haverá benefícios de natureza financeira, porém pode haver benefícios em relação ao conhecimento científico do (a) aluno (a) participante deste estudo o que lhe permitirá compreender os termos utilizados na linguagem (macroscópica, microscópica e simbólica) da Química. Facilitando o avanço nos estudos dos conteúdos dessa e das séries seguintes do Ensino Médio e desenvolver uma leitura do mundo de forma mais atuante e participativa, compreendendo a importância do significado dessa ciência na vida humana e social. E assim, construir uma cidadania mais crítica para agir diante das inúmeras questões políticas, ambientais, sociais e cotidianas.
- i) A participação do menor na pesquisa é voluntária;
- j) Estou ciente de que sou livre para recusar e retirar meu consentimento, bem como o menor sob minha responsabilidade, encerrando assim a participação dele (a) a qualquer tempo, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos;

Caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado (a), poderei contatar o pesquisador responsável na Escola Estadual José de Alencar (Avenida Dra. Yandara, S/N, Centro, Rorainópolis-RR), pelo telefone (95) 99141-1919 ou pelo e-mail: helioguedelha7@gmail.com

m) Por fim, sei que terei a oportunidade para perguntar sobre qualquer questão que eu desejar, bem como o menor sob minha responsabilidade e que todas deverão ser respondidas a meu contento.

Assinatura do Autorizante: _____

Data: ____/____/____

Eu _____, RG 340681-4 - SSP/RR, pesquisador responsável, declaro que serão cumpridas as exigências contidas na Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias, favor entrar em contato com:

Pesquisador: Hélio Guedelha de Lima	Cargo/Função: Professor
E mail: helioguedelha7@gmail.com Fone: (95) 98410-7550	
Instituição: Universidade Estadual de Roraima – UERR Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – PPGEC Secretaria de Pós-graduação - Fone: (95) 2121-0943 - E-mail: ppgec@uerr.edu.br	
Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UERR Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201) - Fone: (95) 2121-0953	

ANEXO D – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Instituição: Universidade Estadual de Roraima -UERR / Curso: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Título: USO DO SIMULADOR PHET COMO RECURSO FACILITADOR PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DO BAIXO RIO BRANCO, RORAIMA

Pesquisador: Hélio Guedelha de Lima

O pesquisador do presente projeto se compromete a preservar a privacidade dos participantes da pesquisa, assim como, de qualquer informação por eles prestada. Os dados coletados e disponibilizados para a pesquisa serão acessados exclusivamente pela equipe de pesquisadores e a informação arquivada em papel não conterá a identificação dos nomes dos sujeitos elencados. Este material será arquivado de forma a garantir acesso restrito aos pesquisadores envolvidos com a pesquisa, e terá a guarda por **cinco anos**, quando será incinerado.

Concorda, igualmente, que essas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas nos computadores das salas dos grupos de pesquisa da instituição envolvida sob responsabilidade da (o) Prof. (a) _____.

Este projeto foi avaliado por um Comitê de Ética em Pesquisa e aprovado sob nº _____.

Boa Vista, ____ de _____ de _____.

Assinatura _____ do Pesquisador:

RG: _____

Para esclarecer eventuais dúvidas ou denúncias ligue para (95) 984107550, falar com Hélio Guedelha domiciliado na rua Sião, 684, Nova Canaã; e (95) 2121-0953, Universidade Estadual de Roraima – UERR, Rua Sete de Setembro, 231 / Canarinho, Sala 201 (localizada no primeiro andar do Setor da Logística) – Boa Vista – RR.

CEP/UERR Rua Sete de Setembro, nº 231 - Bairro Canarinho (sala 201)

Tels.: (95) 2121-0953

Horário de atendimento: Segunda a Sexta das 08 às 12 horas

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO PARA A AULA MOTIVACIONAL

Pesquisador: **Profº Hélio Guedelha**

Orientadora: **Profª DSc. Ivanise Maria Rizzatti**

Título da pesquisa: **Uso do simulador PhET como recurso facilitador para o ensino de Equilíbrio Químico com alunos do ensino médio de uma comunidade ribeirinha do baixo rio branco, Roraima**

- 1) Nesse primeiro momento, os alunos serão organizados todos em um auditório;
- 2) Respondam com sinceridade: vocês gostam de estudar? O que motiva você a vir à escola? Quando vocês veem o(a) professor(a) de química, o que vocês logo pensam dele(a)? Quando o professor diz que vai dar aula de química, qual a pergunta mais comum que vocês fazem? Vocês gostam de química? É legal estudar química somente em sala de aula? E se tivessem aulas práticas em laboratórios? Em algum tempo de escola já fizeram alguma aula experimental de química? Já fizeram alguma travessura em casa e disseram para os pais de vocês que foi o professor de química que mandou fazer? Já usaram algum aplicativo de química para estudar qualquer conteúdo da disciplina? **Este é o momento de interação com eles – deixar que eles respondam;**
- 3) Explicar resumidamente minha trajetória de vida e o que levou a estudar esse tema;
- 4) Explicar o motivo de eles participarem dessa pesquisa;
- 5) Apresentação do projeto e do simulador PhET em power point;
- 6) Saber quantos desejam participar;
- 7) Sorteio entre as turmas;

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL

Pesquisador: **Profº Hélio Guedelha**

Orientadora: **Profª DSc. Ivanise Maria Rizzatti**

Título da pesquisa: **Uso do simulador PhET como recurso facilitador para o ensino de Equilíbrio Químico com alunos do ensino médio de uma comunidade ribeirinha do baixo rio branco, Roraima**

Caro(a) aluno(a), você está sendo convidado para participar de uma pesquisa de dissertação de mestrado atribuída ao ensino de equilíbrio químico a partir de simuladores virtuais, neste caso o PhET. Contamos com seu apoio, pois será muito importante para nós a sua opinião, através desse questionário, uma vez que ela nos dará um norte para elaborarmos um produto educacional, o qual ficará disponível para que todos os professores tenham acesso e assim possam melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

- 1) Você teve alguma dificuldade ao entrar no ensino médio? Se sim, qual?

- 2) Algumas novas disciplinas entram no componente curricular no ensino médio como química, por exemplo. Como você vê essa disciplina?

- 3) Como o professor deve inovar suas aulas de química no ensino médio?

Aulas práticas () Somente aulas teóricas () Inovadoras com uso de computadores () Inovadoras com uso de celulares () Aulas de campo ()

- 4) Em se tratando de equilíbrio químico, como você classificaria o ensino desse conteúdo?

Muito difícil () Difícil () Entendimento moderado () Fácil ()
Muito fácil ()

- 5) E sua aprendizagem?

Muito difícil () Difícil () Entendimento moderado () Fácil ()
Muito fácil ()

- 6) Você acredita que o uso de celulares, de forma controlada e para fins didáticos, pode auxiliar no ensino de equilíbrio químico? Justifique sua resposta.

Sim () Não ()

- 7) Você já fez uso ou apenas conhece algum aplicativo ou simuladores virtuais de equilíbrio químico?

Sim () Não ()

- 8) Se já fez uso, este lhe trouxe alguma experiência inovadora na aprendizagem em equilíbrio químico?

Muito () Pouco () Muito pouco () Nenhuma ()

- 9) O uso de aplicativo ou simuladores virtuais em equilíbrio químico pode ser uma forma de aproximar o conteúdo ao cotidiano do aluno? Justifique sua resposta.

Sim () Não ()

- 10) O uso de aplicativos educacionais em celular pode aproximar ou distanciar o aluno do conteúdo de estudo em equilíbrio químico? Justifique sua resposta.

Sim () Não ()

APÊNDICE C – LISTA DE EXERCÍCIO INICIAL - LEIPesquisador: **Profº Hélio Guedelha**Orientadora: **Profª DSc. Ivanise Maria Rizzatti**

Título da pesquisa: Uso do simulador PhET como recurso facilitador para o ensino de Equilíbrio Químico com alunos do ensino médio de uma comunidade ribeirinha do baixo rio branco, Roraima

Caro(a) aluno(a), você está sendo convidado para participar de uma pesquisa de dissertação de mestrado atribuída ao ensino de equilíbrio químico a partir de simuladores virtuais, neste caso o PhET. Contamos com seu apoio, pois será muito importante para nós a sua opinião, através dessa lista de exercício, uma vez que ela nos dará um norte para elaborarmos um produto educacional, o qual ficará disponível para que todos os professores tenham acesso e assim possam melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

1) O que significa quando uma reação entra em equilíbrio?

2) o que são reações reversíveis?

3) Quais as situações em que uma reação em equilíbrio é perturbada?

4) Explique o princípio de Lê Chatelier.

5) Represente, através de desenho, uma escala de pH?

6) Defina ácido e base.

7) Marque (A) para ácido ou (B) para base em cada substância abaixo:

() amoníaco

() sabonete

() sangue

() leite

() cuspe

() canja de galinha

() café

() suco de laranja

() refrigerante

() vômito

() água de bateria

() soda caustica

8) Suponha que uma solução A tenha $\text{pH}=1.00$ e B tenha $\text{pH}=11.00$. O que acontece com o pH dessas soluções se adicionarmos água?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO FINAL

Pesquisador: **Profº Hélio Guedelha**

Orientadora: **Profª DSc. Ivanise Maria Rizzatti**

Título da pesquisa: **Uso do simulador PhET como recurso facilitador para o ensino de Equilíbrio Químico com alunos do ensino médio de uma comunidade ribeirinha do baixo rio branco, Roraima**

Caro(a) aluno(a), você está sendo convidado para participar de uma pesquisa de dissertação de mestrado atribuída ao ensino de equilíbrio químico a partir de simuladores virtuais, neste caso o PhET. Contamos com seu apoio, pois será muito importante para nós a sua opinião, através dessa lista de exercício, uma vez que ela nos dará um norte para elaborarmos um produto educacional, o qual ficará disponível para que todos os professores tenham acesso e assim possam melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

1. O que significa PhET?

2. O simulador virtual lhe ajudou a revisar e entender os conteúdos de ácido e base e reversibilidade dentro de equilíbrio químico? Justifique.

3. Qual o nome das atividades utilizadas nesta pesquisa?

4. Depois dessa pesquisa você acredita que simuladores como o PhET, bem como jogos e outras atividades virtuais, ajudam na aprendizagem em equilíbrio químico?

5. E depois de usar o PhET e a experimentação, como você classifica sua aprendizagem em equilíbrio químico?

6. É uma ótima ideia usar o computador como instrumento de estudo. Mas o livro também é muito importante, então qual dos dois é mais eficiente?

() Livro () Computador () Os dois

7. Você concorda que o professor deveria utilizar mais aulas práticas e com tais aplicativos?

8. Qualquer professor poderia utilizar de aulas dinamizadas assim para facilitar o entendimento dos conteúdos?

9. Com aulas mais inovadoras assim, é possível mudar a realidade do ensino onde você mora?

APÊNDICE E – LISTA DE EXERCÍCIO FINAL - LEF

Pesquisador: **Profº Hélio Guedelha**

Orientadora: **Profª DSc. Ivanise Maria Rizzatti**

Título da pesquisa: **Uso do simulador PhET como recurso facilitador para o ensino de Equilíbrio Químico com alunos do ensino médio de uma comunidade ribeirinha do baixo rio branco, Roraima**

Caro(a) aluno(a), você está sendo convidado para participar de uma pesquisa de dissertação de mestrado atribuída ao ensino de equilíbrio químico a partir de simuladores virtuais, neste caso o PhET. Contamos com seu apoio, pois será muito importante para nós a sua opinião, através dessa lista de exercício, uma vez que ela nos dará um norte para elaborarmos um produto educacional, o qual ficará disponível para que todos os professores tenham acesso e assim possam melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

1. Qual a diferença entre ácido e base?

2. Para que serve a escala de pH?

3. Por que o açaí mudou a coloração das substâncias ácidas e básicas?

4. Qual a coloração das soluções ácidas e básicas quando submetidas ao açaí?

5. O que ocorreu quando foi adicionado ácido nítrico em soda caustica, sendo que a soda estava com coloração esverdeada?

6. E depois, o que ocorreu quando mais soda caustica foi adicionada?

7. Como você pode explicar essa mudança de cor?

8. Qual a intensidade da cor das soluções nos frascos 1 e 2, sendo que no frasco 1 a solução de soda caustica estava mais concentrada e no 2 estava menos concentrada?

9. O que acontece com o pH quando é adicionado água na solução?

10. A concentração dos íons interfere na força dos ácidos e das bases? Como?
