



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PPGECM
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO – UNEMAT –
BBG



RODRIGO DA SILVA FERRAZ

**ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO BASEADO NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO COM O USO DE OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO
ENSINO MÉDIO**

Barra do Bugres/MT

2023

RODRIGO DA SILVA FERRAZ

**ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO BASEADO NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO COM O USO DE OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática, Acadêmico – PPGECM, da Universidade do Estado de Mato Grosso *Carlos Alberto Reyes Maldonado* – UNEMAT, Campus Universitário Dep. Est. *Renê Barbour*, Barra do Bugres, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Wilson Pires Carvalho

Barra do Bugres/MT
2023

A Deus,

Porque o Senhor Deus é sol e escudo; o Senhor dá graça e glória; nenhum bem sonega aos que andam retamente. Ó Senhor dos Exércitos, feliz o homem que em ti confia.
(Salmos 84:11-12- Bíblia Sagrada – ARA)

F368e FERRAZ, Rodrigo Da Silva.
Ensino de Equilíbrio Químico Baseado no Ensino por
Investigação com o Uso de Objetos Digitais de Aprendizagem no
Ensino Médio / Rodrigo da Silva Ferraz - Barra do Bugres, 2023.
106 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu
(Mestrado Acadêmico) Ensino de Ciências e Matemática,
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Câmpus de Barra
do Bugres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2023.
Orientador: José Wilson Pires Carvalho

1. Química. 2. Phet Interactive Simulations. 3. Equilíbrio
Químico. 4. Oda. I. Rodrigo da Silva Ferraz. II. Ensino de
Equilíbrio Químico Baseado no Ensino por Investigação com o
Uso de Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino Médio: .

CDU 54



Governo do Estado de Mato Grosso
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO



Governo do Estado de Mato Grosso
Fundação Universidade do Estado de Mato Grosso

RODRIGO DA SILVA FERRAZ

**ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO BASEADO NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO COM O USO DE OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM, da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado – UNEMAT, *Campus* Universitário Dep. Est. Renê Barbour, Barra do Bugres, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 03 de Outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Wilson Pires Carvalho (Orientador – PPGECEM/UNEMAT)

Dr. Kilwangy Kya Kapitango-a-Samba (Examinador Interno – PPGECEM/UNEMAT)

 **THIAGO BEIRIGO LOPES**
Data: 10/10/2023 12:02:38-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Thiago Beirigo Lopes (Examinador Externo – PPGEEn/IFMT)



Assinado com senha por JOSE WILSON PIRES CARVALHO - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FAE - 17/10/2023 às 04:24:41 e KILWANGY KYA KAPITANGO A SAMBA - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FACET - 20/10/2023 às 13:00:01.
Documento Nº: 12382778-340 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=12382778-340>



UNEMATDIC202382866

SIGA 

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter dado essa oportunidade e sabedoria para que eu pudesse desenvolver essa dissertação, a Ele minha gratidão e louvor.

Aos meus pais, Milton Ferraz e Iracema Ferraz, pelo carinho, dedicação e todo apoio recebido, obrigado pelas orações!

Ao Orientador, Dr. José Wilson, pela paciência, humildade, competência, seriedade com que vem conduzindo os trabalhos, desde o início do curso, sempre serei grato, por tudo que tem feito, obrigado pelos conselhos, os aprendizados, enfim, foi uma parceria muito boa durante esse tempo. Mesmo na correria do dia a dia, fui atendido com muita educação e respeito.

À equipe Gestora da Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo, as coordenadoras do ano de 2021, Josiane do Pilar e Mara Helena; coordenadoras do ano de 2022, Tatiane Dias e Carla Fonseca; a diretora, Maria Alves. Minha gratidão por todo suporte dado nesse período e ter aberto as portas da escola para realização dessa pesquisa.

Aos alunos do 2º Ano A (Turma 2022), matutino, da Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo, juntamente com seus responsáveis. Agradeço aos alunos por participarem ativamente desse projeto, sem vocês, não teria a oportunidade de realizar esta pesquisa.

Às minhas colegas de trabalho e amigas, pela parceria e incentivo dado neste período, as professoras: Laudiane Ferreira, Evaleis Curvo, Andreia Márcia. Desejo muito sucesso a vocês!

Aos professores da UNEMAT - *Campus* Universitário de Barra do Bugres, Dr. José Wilson Carvalho, Dr.^a Cláudia Negreiros, Dr.^a Daise Souto, Dr.^a Isabela Augusta, Dr. Kilwangy Kya Kapitango-a-Samba, Dr. Anderson Miranda, Dr. William Vieira, Dr.^a Fátima Iocca, pelo compartilhamento com excelência do conhecimento, pela qualidade do trabalho desenvolvido.

À Universidade do Estado de Mato Grosso por ter concedido esta oportunidade de poder cursar o Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.

Aos professores da banca prof. Kilwangy Kya Kapitango-a-Samba- UNEMAT, e ao prof. Thiago Beirigo Lopes – IFMT, pelas ricas contribuições para este trabalho.

Aos colegas de curso, mesmo não os conhecendo pessoalmente, foram parceiros no desenvolvimento dos trabalhos e também amigos, quando precisei de trocar diversas ideias e experiências.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) são importantes recursos para auxiliar os alunos na compreensão de conceitos e fórmulas químicas, de assuntos como o Equilíbrio Químico. O Equilíbrio Químico é um tema fundamental no ensino de Química, que envolve a compreensão da relação entre as concentrações dos reagentes e dos produtos em uma reação química. Os ODAs, aliados ao Ensino por Investigação, podem permitir melhorias no ensino, suprimindo a falta de laboratórios de Química em algumas escolas. A Química é uma ciência visual e experimental, assim, questiona-se: como o uso de ODA, associado ao Ensino por Investigação com Sequência Didática, pode contribuir nos processos de ensino do conteúdo de Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico da água? O objetivo deste trabalho foi compreender as contribuições dos ODAs no ensino de Equilíbrio Químico usando a metodologia do Ensino por Investigação. Nesta pesquisa foi realizado um Estudo de Caso com intervenção, tendo como caso de análise uma sala de aula (2º ano Ensino Médio) sob a perspectiva do Ensino do Equilíbrio Químico baseado no Ensino por Investigação com o uso de ODA. O contexto de produção de dados teve como *locus* a “Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo”, situada no município de Jauru-MT. Os sujeitos da pesquisa foram 20 alunos do 2º ano do Ensino Médio, turno matutino, com participação por adesão voluntária, por meio de convite à turma. Uma Sequência Didática foi elaborada, com o tema *Equilíbrio Químico: Equilíbrio Iônico em sistemas aquosos*. Foram necessárias 30 horas para realização de todas as atividades com os alunos, incluindo o planejamento, que tinha uma Sequência Didática e um Roteiro de Entrevista Semiestruturada. O instrumento de coleta de dados foi o Roteiro de Entrevista Semiestruturada, que contou com: roda de conversa, questionário e anotações sobre o uso dos ODAs no Ensino de Química e durante as atividades utilizando os ODAs. Para análise desses dados, foi utilizado o método indutivo, em que as categorias são construídas a partir das unidades de análise extraídas do conjunto de dados, que o pesquisador compara e contrasta constantemente essas unidades de análise, organizando conjuntos de elementos semelhantes com base em seu conhecimento prévio. Esse processo de análise indutiva parte de exemplos específicos para chegar a conclusões mais amplas, resultando nas chamadas categorias emergentes. Os resultados mostraram que o uso de ODA, durante as aulas de Química, por intermédio do Ensino por Investigação proporcionou contribuição no ensino do Equilíbrio Químico. Os alunos utilizaram o ODA do site *PhET Interactive Simulations: Escala de pH básico e Escala de pH*, para visualizar o pH das substâncias exploradas no simulador, que através da Sequência Didática, conseguiram executar as atividades, dando um *feedback* positivo sobre o uso desses ODAs, melhorando o interesse, o aprendizado, interação entre alunos, e especialmente a compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico. A aula prática investigativa envolveu o extrato de repolho roxo, indicador natural de ácido-base, misturando-se com outras substâncias. Após misturarem cerca de 9 substâncias com o extrato obtiveram cores diferentes, em que cada cor indica o pH da substância, do ácido ao básico, eles organizaram esses recipientes e fizeram um relatório, registraram fotos das misturas e inseriram a foto no ODA *pH Testing*, para obter o valor aproximado do pH. O *feedback* deles foi positivo, mostrando mais uma vez que conseguiram compreender o pH das substâncias que é um conteúdo do Equilíbrio Químico. Assim, os ODAs promoveram a visualização dos conceitos de Equilíbrio Químico, permitindo a simulação, através de atividades investigativas. Portanto, os resultados mostram que os ODAs podem ser desenvolvidos no Ensino por Investigação, pois podem trazer efetiva contribuição no ensino de Equilíbrio Químico, atraindo a atenção dos alunos e tornando o ensino mais dinâmico.

Palavras-chave: Química, *PhET Interactive Simulations*, Equilíbrio Químico, ODA.

ABSTRACT

The Digital Learning Objects (DLOs) are important resources in helping students comprehend chemical concepts and formulas, subjects such as Chemical Balance. Chemical Balance is a fundamental theme in the teaching of Chemistry, which involves the comprehension of the relationship between the concentration of reactors and the products in a chemical reaction. The DLO's along with Investigative Teaching can bring improvements in teaching, rectifying the lack of chemistry labs in some schools. Chemistry is a visual and experimental science, thus, begs the question: how does the use of DLO's, along with Investigative Teaching with Didactic Sequencing, contribute to the process of teaching Chemical Balance content: ionic water balance? The goal of this article was to comprehend the contributions of the DLO's in the teaching of Chemical Balance using Investigative Teaching as a methodology. In this research, a Case Study was performed with intervention. The case of analysis was a second year highschool class under the perspective of the teachings of Chemical Balance based on Investigative Teaching using a DLO. The data was obtained through the public school "Escola Estadual Deputado João Evaristo", located in the town of Jauru-MT. The subjects of the research were 20 students from the morning second year class, with voluntary participation through an invitation. A didactic sequence was elaborated with the following Chemical Balance theme: Ionic Balance in aquatic systems. Thirty hours were necessary for the completion of the activities with the students, including planning, which included a didactic sequence and a semistructured interview itinerary. The itinerary was the instrument used for data collection which included: a group discussion, a survey and notes about the use of the DLO in the Teaching of Chemistry and during the activities where the use of the DLO was made. For data analysis, an inductive method was used in which the categories were built from the units extracted from the set of data. The researcher would constantly compare and contrast these units of analysis, organizing sets of elements similar to the base of his previous knowledge. This process of inductive analysis stems from specific examples in order to reach wider conclusions, resulting in the so-called emerging categories. The results show that the use of the DLO, during chemistry classes, by way of investigative teaching has contributed to the teaching of Chemical Balance. The students made use of the DLO's of the website PHeT Interactive Simulations: Basic pH scale and pH scale, in order to visualize the pH level of the substances exploited in the simulator. Through didactic sequencing, they were able to execute the activities, giving positive feedback about the use of these DLO's, improving the interest, learning and interaction among students, especially the comprehension of the Chemical Balance content. The investigative practical lesson involved the red cabbage extract, a natural indicator of acid-base, mixing it with other substances. After the mixing of about 9 substances with the extract, a variety of colors were obtained, and each color indicated the pH balance of each substance. They organized according to the acid-base balance and produced a report, took photos of the mixtures and inserted the photos in the DLO pH Testing, in order to get the approximate pH amount. Their feedback was positive, showing that once again, they were able to understand the pH of the substances which is a content of Chemical Balance. Therefore, the DLO's promoted a visual aid of the concepts of Chemical Balance, allowing a simulation through investigative activities. Thus, the results show that the DLO's can be developed in Investigative Teaching and bring an effective contribution to the teaching of Chemical Balance, attracting the attention of students and making teaching more dynamic.

Key-words: Chemistry, PHeT Interactive Simulations, Chemical Balance, DLO.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Apoio Administrativo Educacional
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CID	Classificação Internacional de Doenças
COVID-19	coronavírus disease 2019
EJA	Educação de Jovens e Adultos
FACEL	Faculdade de Administração, Ciências Educação e Letras
IFMT	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
MEC	Ministério da Educação
MT	Mato Grosso
ODAs/ODA	Objetos Digitais de Aprendizagem / Objeto Digital de Aprendizagem
pH	Potencial Hidrogeniônico
pOH	Potencial Hidroxiliônico
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SEDUC- MT	Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso
SUS	Sistema Único de Saúde
TAE	Técnico Administrativo Educacional
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Representação das buscas realizadas com os descritores nas bases de dados	32
Quadro 2: Artigos incluídos na revisão de literatura	33
Tabela 1: Cronograma de atividades	42
Tabela 2: Divisão das categorias	52
Tabela 3: Acesso dos alunos às Tecnologias	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma: Divisões da dissertação.....	19
Figura 2: Objeto Digital de Aprendizagem: escala de pH básico.....	46
Figura 3: Objeto Digital de Aprendizagem: Escala de pH básico.....	48
Figura 4: Objeto digital de aprendizagem: Escala de pH.....	48
Figura 5: Objeto digital de aprendizagem: pH Testing.....	50
Figura 6: Percurso metodológico da pesquisa.....	52
Figura 7: Instrução aos alunos quanto ao uso do ODA.....	59
Figura 8: Atividades de ensino para a utilização do ODA Escala de pH básico.....	60
Figura 9: Prática com ODA.....	64
Figura 10: Representando as atividades no ODA Escala de pH.....	66
Figura 11: Alunos utilizando o ODA, na sala de informática, da Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo, julho de 2022.....	69
Figura 12: Experimento com extrato de repolho roxo.....	72
Figura 13: Atividade com o uso do aplicativo pH Testing para medir o pH.....	73

SUMÁRIO

TRAJETÓRIA DO PESQUISADOR.....	13
1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL CONCEITUAL.....	20
2.1 Ensino de química por investigação.....	20
2.2 Ensino de Química com o uso de ODAs.....	24
2.3 Revisão sistemática de literatura.....	30
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.1 Método de Pesquisa.....	39
3.2 Procedimento de ensino	41
3.2.1 Objetos digitais de aprendizagem utilizados.....	46
3.3 Análise de dados e organização dos dados.....	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1. Perspectivas iniciais dos alunos quanto ao uso dos ODAs no Ensino de Química.....	54
4.2 Uso de ODA para compreensão do Equilíbrio Químico.....	59
4.3 Ensino por investigação e o ODA como auxílio na compreensão dos conteúdos de Equilíbrio Químico.....	71
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6. REFERÊNCIAS	81
7. ANEXOS	89

TRAJETÓRIA DO PESQUISADOR

Nesta seção farei um breve relato de minha trajetória, primeiro acerca do trabalho formal, em seguida de minha trajetória acadêmica e, por último, da vida profissional na educação.

O interesse em aprender surgiu desde cedo. Aprendi a ler e a escrever em casa, com minha mãe Iracema. Com 6 anos, em 1994, ingressei no Ensino Fundamental, na Escola Cenecista São Francisco de Assis, onde cursei da 1ª a 4ª série. E da 4ª a 8ª série do Ensino Fundamental e todo o Ensino Médio eu cursei na Escola Estadual “Deputado João Evaristo Curvo”, escolas situadas na área urbana da cidade de Jauru - Mato Grosso.

Desde quando ingressei na escola, tinha dificuldades em ouvir o conteúdo socializado pelo professor, por isso estava sempre na primeira cadeira da fila. Nos primeiros exames de audiometria em 1996, foram detectados perda auditiva no ouvido direito e esquerdo. Essa perda auditiva ocorreu aos dois anos de idade, devido a uma convulsão de febre de 41° graus. Em 1998, aos 10 anos, já na 5ª série, adquiri um aparelho auditivo para o ouvido esquerdo através de uma ajuda. Houve então, melhora no meu desempenho. Contudo, não apresento problemas com a fala.

Em 1999, fiz o Curso Básico de Informática, oferecido pela Prefeitura Municipal de Jauru. Em 2001-2002, fiz o Curso Avançado de Informática, pela Líder Informática, Office, Windows, CorelDraw. Foram os primeiros cursos que realizei.

Em 2004, o aparelho que adquiri em 1998 parou de funcionar. Mas foi realizada uma ação social para aquisição de um novo aparelho auditivo. Com a ajuda de Deus e amigos, conseguimos outro aparelho. É importante dizer que eu precisava muito, pois estava no último ano do Ensino Médio.

Em 2005 até 2012, trabalhei em supermercado, exercendo diversas funções. Em 2012, passei no Teste Seletivo da Prefeitura de Jauru, para Agente de Combate a Endemias, onde atuei até metade do ano de 2013. Depois deste período, voltei a trabalhar em supermercado até final de 2015.

Sem condições de estudar em outra cidade, fiquei no aguardo de surgir alguma oportunidade em Jauru-MT. Em 2008 fiz um vestibular, para Tecnólogo em Fundamento Jurídicos, nível superior, mas desisti do curso, tendo em vista que ele não era reconhecido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). Em 2010, fiz um outro vestibular para o curso

de Ciências Biológicas, oferecido pela Universidade do Estado de Mato Grosso/Universidade Aberta do Brasil (UNEMAT/UAB), em que fui aprovado. No entanto, houve problemas na implantação, de modo que cancelaram o curso. No mesmo ano de 2010, tive aprovação para o Curso Técnico em Eletrotécnica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Campus de Pontes e Lacerda, com Núcleo Avançado em Jauru, cursei por quase 2 anos, mas, no fim de 2011, enfrentei problemas para continuar o curso, por conta do trabalho e por causa do aparelho que precisava de reparos e eu, na época, não tinha condições. Aquele aparelho que ganhei em 2004 também estragou, mas, em 3 dias, recebi uma doação de 2 aparelhos, do Sistema Único de Saúde (SUS/Cuiabá), que me ajudou muito, melhorando a minha vida, me dando novos ânimos. Um aparelho auditivo custa cerca de R\$3.000,00 cada um. Em laudo médico (2014), foi atestado que tenho perda auditiva mista severa bilateral, de acordo com CID: H 90.6.

Em junho de 2012, tive apoio no supermercado em que trabalhava, para fazer cursos e realizar as atividades acadêmicas. Fiz outro vestibular para Licenciatura em Ciências Biológicas pela UNEMAT/UAB, tive aprovação para o curso pretendido desde o Ensino Médio. No mesmo ano, fui aprovado no seletivo para ingresso no Curso Técnico em Secretariado, pelo IFMT Campus Pontes e Lacerda. Conclui ambos os cursos, o curso Técnico em Secretariado, do IFMT é de 2 anos, conclui em 2014. E o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da UNEMAT/UAB, é de 4 anos, conclui em 2016. O tema da minha monografia do curso de Ciências Biológicas foi *A inclusão de alunos com necessidades especiais matriculados nas escolas públicas da área urbana do município de Jauru-MT*, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Carlos Chierogatto.

Em 2015, antes de concluir o curso da UNEMAT, fiz novamente o seletivo para o Curso Técnico em Eletrotécnica, do IFMT, Campus de Pontes e Lacerda e fui aprovado, conclui este curso em 2017/2.

No final de 2016, um mês após a formatura, fui contratado para ministrar a disciplina de Química para o Ensino Médio, durante 2 meses, pois já era o 4º Bimestre do ano letivo escolar. Essa contratação se deu por contagem de pontos SEDUC-MT - Secretaria do Estado de Educação de Mato Grosso. Foi um desafio à época e uma experiência incrível, pois vi ali confirmada a profissão que queria, a de ser professor.

Em 2017, participei da seleção para o curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Libras e Educação Inclusiva, oferecido a distância pelo IFMT, *Campus Cuiabá*, com conclusão em 2019. Neste curso tive a oportunidade, junto com outros colegas, de publicar o primeiro

capítulo de livro intitulado *A capacitação dos profissionais da Educação e Libras no âmbito escolar: Apoio administrativo educacional (AEE) e Técnico administrativo educacional (TAE)*, no processo de inclusão escolar, este artigo foi produzido para conclusão da pós-graduação.

Ainda em 2017, ingressei no curso Segunda Licenciatura em Matemática, pelas Faculdades Integradas Ariquemes (FIAR), e no curso Segunda Licenciatura em Química, pelo Centro Universitário ETEP, ambas com conclusão em 2018.

Em 2017, cursei uma Pós-graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática, pela Faculdade de Administração, Ciências, Educação e Letras (FACEL), concluído no mesmo ano.

Em 2020, ingressei no curso de Segunda Licenciatura em Pedagogia, pela Faculdade Intervale, concluído em 2021. Na mesma instituição, cursei Pós-graduação *Lato Sensu* em Educação Infantil e Ensino Fundamental, concluído também em 2021.

Continuando a trajetória como professor, em 2017, ministrei as disciplinas de Matemática e Química, para o Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA) Em 2018, ministrei as disciplinas de Química e História, no Ensino Fundamental, Ensino Médio e EJA. Em 2019, Química, Biologia e Matemática, no Ensino Médio e EJA. E em 2020, 2021, 2022 ainda por processo seletivo de contratação temporária, ministrei apenas as disciplinas de Química, no Ensino Médio. Em 2022, fez 6 anos que atuo como docente.

Com o objetivo de crescer profissionalmente e melhorar a minha atuação como professor, no final de 2020, participei do processo de seleção para ingresso no curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UNEMAT, *Campus* de Barra do Bugres, na linha de pesquisa *Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática* e fui aprovado; desde então, venho pesquisando sobre novas metodologias envolvendo as Tecnologias Digitais que podem ser aplicadas nas aulas de Química, por intermédio do Ensino por Investigação.

1. INTRODUÇÃO

Os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) estão presentes no contexto educacional, modificando a forma como o conhecimento é construído e transmitido. Os ODAs são um importante recurso para auxiliar os alunos na compreensão de conceitos e fórmulas químicas, de assuntos como o Equilíbrio Químico, no ensino de Química (Milani Junior; Carvalho, 2020; Viégas; Silva; Rodrigues, 2021).

O Equilíbrio Químico é um tema fundamental no ensino de Química, que envolve a compreensão da relação entre as concentrações dos reagentes e dos produtos em uma reação química. O pH (potencial hidrogeniônico) e o pOH (potencial hidroxiliônico) são grandezas utilizadas para medir a acidez ou basicidade de uma solução e são fundamentais para a compreensão do Equilíbrio Químico (Costa, 2021).

Segundo Lima e Araújo (2021), os ODAs podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que permitem que o aluno tenha acesso a uma variedade de recursos, como simulações, hipertextos e animações, que podem auxiliar na compreensão dos conceitos teóricos e práticos.

As simulações são uma tecnologia que pode auxiliar na compreensão de conceitos abstratos e complexos, como o Equilíbrio Químico. Com as simulações, é possível criar um ambiente virtual que permita a visualização dos processos químicos que ocorrem em uma reação e, assim, facilitar a compreensão do Equilíbrio Químico pelos alunos. As simulações podem ser utilizadas como um recurso de apoio para o ensino do Equilíbrio Químico. Elas permitem que os alunos possam interagir com modelos virtuais, possibilitando que eles compreendam, de forma mais clara e visual, a relação entre as concentrações dos reagentes e dos produtos em uma reação química, e como essas concentrações influenciam o pH e o pOH da solução (Locatelli, 2018; Louro, 2013; Leite, 2019; Milani Junior; Carvalho, 2020).

Os softwares e aplicativos educacionais têm se mostrado eficazes no ensino de Química, especialmente, no que se refere ao ensino do Equilíbrio Químico e seus conceitos relacionados, como o pH e o pOH. Esses recursos digitais oferecem uma variedade de ferramentas que podem ser exploradas pelos alunos para aprofundar seu conhecimento e compreensão desses conceitos. O uso de softwares educacionais pode proporcionar uma experiência de ensino e aprendizagem mais interativa e personalizada para os alunos. Esses recursos permitem que os alunos possam explorar diferentes cenários, realizar experimentos virtuais e verificar os resultados obtidos, possibilitando que eles compreendam melhor as

relações entre as grandezas envolvidas no Equilíbrio Químico (Pereira, 2014; Costa, 2021; Milani Junior; Carvalho, 2020).

Os ODAs aliados ao Ensino por Investigação podem possibilitar melhorias no ensino, visto que algumas escolas não dispõem de laboratório de Química. Desse modo, os professores podem utilizar esses recursos para simular esse laboratório virtual, através de sites, aplicativos e softwares diversos. Essa transformação vem ocorrendo na educação com o decorrer dos anos, com os ODAs professor e aluno têm acesso a vários recursos educacionais disponíveis. Isso representa um avanço nos recursos digitais, trazendo mudanças na sociedade e no processo de busca pelo saber (Miranda, 2021; Kosminsky; Giordan, 2002; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023).

Geralmente, o Ensino por Investigação, associado aos conteúdos de Química, é aplicado no laboratório de Química, mas na ausência dele, como acontece em algumas escolas, o professor pode utilizar o uso de simuladores, de modo que o aluno passa a ter acesso a recursos, conforme o planejamento do professor e a metodologia estabelecida. O aluno pode realizar atividades investigativas, para aumentar o seu conhecimento científico, sendo protagonista na construção de conhecimentos. Para Gomes, Bilessimo e Silva (2020, p. 500), “[...] a cultura científica necessita de práticas que deem significado aos conhecimentos teóricos, que os relacione com o dia a dia do indivíduo, que o motive a aprender”. Além disso, Gomes, Bilessimo e Silva (2020, p. 500) abordam que “[...] as aulas teóricas e práticas no ensino de ciências, especificamente podem tornar as aulas mais interessantes e os alunos mais motivados”.

O ensino de Química, juntamente com outras disciplinas nas áreas de exatas, tem gerado muitas dificuldades no processo de ensino, isso tem provocado um desconforto em estudar, por parte dos alunos. Isso por conta de um ensino pautado em metodologias ultrapassadas, arraigadas ao modo tradicional, sem se preocupar com a inovação nas aulas, de modo que o aprendizado fica comprometido, no caso da Química, é necessário aulas experimentais, para que os alunos possam visualizar e relacionar os conceitos aprendidos. O ensino de Química, associado a outras disciplinas das áreas de exatas, tem sido desafiador para alunos e professores, devido à complexidade e abstração dos conteúdos envolvidos. Muitas vezes, o ensino tradicional tem contribuído ainda mais para o desinteresse do aluno, além de não favorecer a inovação prejudicando os alunos em relação ao processo de ensino e aprendizagem (Rocha; Vasconcelos, 2016).

Entretanto, o professor, com apoio da instituição de ensino, precisa ter cuidado ao procurar um aplicativo, porque ele precisa aprender a manuseá-lo, observando todos os passos, uma vez que esses aplicativos, embora estejam disponíveis nas lojas de aplicativos para computadores, smartphones, tablets, exigem um objetivo para ser usado em situação de ensino e deve estar previsto no plano de aula, pois sem planejamento e conhecimento do aplicativo o professor pode não alcançar o objetivo traçado (Oliveira, Souto, Carvalho, 2016; Paiva *et al.*, 2021).

Os alunos que participam dessas aulas, com uso de recursos digitais, podem desenvolver outras habilidades além do domínio do conteúdo estudado; e o professor, como mediador do processo de ensino, pode elaborar um bom roteiro de atividades, formando grupos, dividindo tarefas entre eles. Assim, os alunos podem aprender de forma mais autônoma, através das práticas envolvendo aplicativos selecionados, pois “Quando os elementos da cultura científica puderem ser “vivenciados” pelos alunos, será possível avaliá-los e confrontá-los com outras formas de pensar e agir, típicas de outras culturas e que também estão presentes na sala de aula” (Kosminsky; Giordan, 2002).

Muitos alunos ainda veem a Química como uma disciplina “difícil”, devido ao modo como, muitas vezes, são abordados os conteúdos. Quando o conteúdo não estabelece nenhuma relação com o cotidiano do aluno, pode contribuir para que ele não entenda de maneira clara o que está sendo ensinado, principalmente, pela ausência de uma atividade prática. A atividade experimental desperta o interesse do aluno. Aulas diferenciadas no ensino de Ciências da Natureza, com experimentação e investigação, despertam o entusiasmo/a curiosidade do aluno, em qualquer nível escolar, seja nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental ou Ensino Médio (Giordan, 1999).

O Ensino de Química com uso das tecnologias é uma alternativa para que os alunos possam compreender o conteúdo de Química, isso é possível com a ajuda de aplicativos, ODAs, dentre outros recursos disponíveis. Segundo Giordan e Góis (2004, p. 44), “[...] parece provável que a utilização de modelos, analogias, gráficos computacionais em situações estruturadas de ensino seja produtiva para os alunos se apropriarem das formas de pensamento químico”.

A pergunta que direcionou a pesquisa foi: Considerando que a Química é uma ciência visual e experimental, como o uso de ODA, associado ao Ensino por Investigação com sequência didática, pode contribuir para os processos de ensino do conteúdo de Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico da água? Com o intuito de responder a questão, esta pesquisa

objetiva compreender as contribuições dos ODAs no ensino de Equilíbrio Químico usando a metodologia do Ensino por Investigação.

Nessa perspectiva, a pesquisa buscou desenvolver o uso de ODA em sala de aula, por intermédio do Ensino por Investigação, tendo em vista a ausência de laboratório de Química na Escola Deputado João Evaristo Curvo em Jauru-MT. Sendo assim, os alunos tiveram acesso a simuladores, com várias opções de associar teoria e prática, na ausência do laboratório físico. O simulador, muitas vezes, pode suprir, ainda que parcial, essa falta de estrutura de laboratório de Química, podendo auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem.

Esta dissertação foi organizado conforme apresentado no fluxograma (Figura 1) a seguir:

Figura 1: Fluxograma: Divisões da dissertação



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

2. REFERENCIAL CONCEITUAL

Nesta seção aborda-se o referencial teórico que dá sustentação a pesquisa. Faz uma reflexão em relação ao ensino de Química, mais especificamente, ao Ensino por Investigação. Em seguida apresenta-se a revisão de literatura sobre o tema da pesquisa, que foi realizada em diversas bases de dados, como: SciELO, Periódicos CAPES, e Google Acadêmico.

2.1 Ensino de química por investigação

O Ensino por Investigação busca inserir em sala de aula questionamento, investigação, resolução de problemas, proporcionando ao aluno a possibilidade de compreender como funciona a ciência. O professor oferece para o aluno, nesse espaço, possibilidade de ele discutir conceitos, noções e modelos científicos.

É importante dizer que o professor, antes de iniciar o trabalho com essa metodologia, deve buscar formação para aplicá-la em sala de aula, de maneira que venha auxiliar o aluno nesse processo, pois o mesmo é complexo, por isso é necessário que haja formas pedagógicas inovadoras para sua implementação em sala de aula (Giordan, 1999; Scarpa; Campos, 2018; Pascoim; Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

As aulas de Ciências abordadas em sala de aula precisam ser mais do que conteúdos expostos de forma teórica, um exemplo, disso é quando os professores expõem, no caso de Química, apenas os conceitos e representações de fórmulas, sem proporcionar ao aluno o envolvimento com características próprias do fazer da comunidade científica, que é a investigação, interações discursivas e a divulgação das ideias. A alfabetização científica é um longo caminho a ser percorrido, trata-se de um processo constante, em que os alunos precisam entender, que os temas estudados estão presentes em suas vidas e na sociedade, e podem trazer consequências ao meio ambiente (Sasseron, 2013).

No entendimento de Sasseron (2013, p. 43) “[...] em uma investigação, diversas interações ocorrem simultaneamente: interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios, interações entre pessoas e objetos”, isso significa que as investigações científicas não são processos isolados, mas envolvem a interação entre pessoas, que podem ser pesquisadores, participantes, informantes ou colaboradores, e

conhecimentos prévios, que podem ser teóricos, empíricos ou intuitivos. Ademais, a interação entre pessoas e objetos, como equipamentos, instrumentos ou materiais, também é importante para a realização de uma investigação científica. Essas interações podem afetar o processo e o resultado da investigação, e devem ser consideradas na análise dos dados e na elaboração das conclusões.

As aulas centradas no professor não ajudam os alunos a se tornarem protagonistas do seu conhecimento, porque não consideram os conceitos anteriores e não permitem a interação entre os alunos, não há interação entre sujeito e objeto de conhecimento. Para que professores e alunos realmente mudem o foco de seus papéis em sala de aula, é necessário que os professores reflitam sobre sua prática e formulem estratégias de ensino que permitam essa transformação (Carvalho, 2013; Scarpa; Campos, 2018). O ensino de ciências por investigação é uma perspectiva de ensino “[...] em que as estratégias utilizadas servem ao propósito de possibilitar a realização de uma investigação pelos alunos por meio da mediação do professor” (Scarpa; Campos, 2018, p. 30).

Pozo e Crespo (2009) fazem uma reflexão partindo do conceito de Vygotsky de zona de desenvolvimento proximal, em que o trabalho do ensino de ciências é permitir que os alunos estabeleçam, em sala de aula, atitudes, procedimentos e conceitos que eles não podem elaborar em seu ambiente cotidiano. Se o conhecimento for útil, eles saberão como transferir para seu contexto e situação. A aquisição do conhecimento científico exige mudanças de planejamento das aulas, que é um processo que não acontece de forma automática, mas é um longo processo, as formas de conhecimento científico, devem ser reconstruídas, enfrentando as dificuldades de aprendizagem do aluno.

Conforme Pozo e Crespo (2009, p. 246), “Os professores precisam que seus alunos se esforcem para aprender, e os alunos precisam que seus professores atendam suas necessidades educacionais cada vez mais especiais”. Nessa relação, os professores devem criar um ambiente de ensino estimulante e desafiador, que incentive os alunos a se esforçarem para aprender. Ao mesmo tempo, é necessário que os professores reconheçam as necessidades individuais de cada aluno e sejam capazes de adaptar sua abordagem pedagógica para atendê-las.

O Ensino por Investigação precisa ser inserido nas escolas, para que os alunos possam compreender os conceitos científicos e passem a entender a construção do conhecimento. Neste caso o estudante é colocado no centro do processo, pois a alfabetização científica procura promover aos alunos um pensamento crítico, para isso as propostas de

ensino devem ser aliadas ao Ensino por Investigação, para desenvolver esse pensamento (Suart; Marcondes, 2018).

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) na área de Ciências da Natureza, ressalta que é preciso assegurar aos alunos diversos conhecimentos científicos produzidos ao longo do tempo e a aproximação gradativa deles nos processos de investigação científica, para que os alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cercam, fazendo suas escolhas pautadas na sustentabilidade e do bem comum. Os alunos precisam ser “[...] estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações” (Brasil, 2018, p. 318). Nesse sentido, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos alunos, essas situações didáticas são planejadas ao longo da educação básica, possibilitando aos alunos reverem esses conteúdos de forma reflexiva, compreendendo o mundo em que vivem.

Nessa perspectiva, os alunos aprendem mais sobre ciências e assimilam melhor os conceitos científicos quando as aulas envolvem atividades de pesquisa. Essas investigações podem ocorrer por meio de laboratório, atividades práticas cotidianas, ou até mesmo no caderno. O aluno pode desenvolver uma atividade de investigação através de questões levantadas, assim, é importante a relação entre teoria e prática para que os alunos possam ter a noção do que realmente é a ciência, porém o professor deve planejar bem essas aulas, como já dito anteriormente, propondo atividades acompanhadas de situações-problema, conduzindo os alunos a questionarem, dialogarem e desenvolverem resolução de problemas, apontando conceitos para que eles possam participar da construção do seu conhecimento (Carvalho, 2004).

O papel do Ensino por Investigação é relacionar a teoria e a prática, os alunos visualizam a teoria, aprendem os conceitos básicos e principais do conteúdo e através das práticas eles conseguem entender melhor do que se tratam esses conteúdos. A prática é importante para que os alunos consigam entender os conceitos estudados na teoria, tornando mais fácil a compreensão. Por isso, as investigações devem ser inseridas no planejamento do professor, com o objetivo de dar condições ao aluno de construir um conhecimento sobre o trabalho científico realizado. Uma atividade investigativa, seja em um laboratório físico ou através de um ODA, é uma importante estratégia no ensino de Ciências da Natureza. Para se ter uma aula desse modelo, é necessário um bom planejamento do professor e essa investigação deve ser bem fundamentada, porque é importante que a atividade de

investigação tenha sentido, de modo que o aluno saiba o que ele está investigando, para isso é necessário que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado (Azevedo, 2004).

Para promover uma atividade experimental em sala de aula, é importante que o professor considere os conhecimentos prévios dos alunos, propondo que eles relacionem com o cotidiano deles, promovendo discussões, procurando observar se os alunos estão conseguindo realizar a investigação (Gonçalves; Biagini; Guaita, 2019). Há casos em que a experimentação tem sido tratada no ambiente escolar, muitas vezes, de modo tradicional, limitando a participação dos alunos, entretanto, tem havido uma tendência de abordagem frequente entre os professores de Ciências da Natureza, para mudar essa realidade. Nesse sentido, é indispensável investir na formação inicial e continuada de professores, para que eles possam desenvolver um trabalho que auxilie os alunos nesse processo de Ensino por Investigação, pois as atividades experimentais podem aumentar a motivação dos alunos, e fazê-los compreender melhor as descobertas científicas (Gonçalves; Biagini; Guaita, 2019).

O saber científico não exige apenas que os indivíduos tenham conhecimento de conceitos e teorias científicas, mas também de procedimentos e práticas gerais relacionados à investigação, dessa maneira, o ensino de ciências também é direcionado para proporcionar aos alunos, além de compreensão do conceito, o entendimento dos processos (Zompero; Laburú; Vilaça, 2019). As atividades que envolvem investigação levam o aluno a ter senso crítico, levando-os a pensar cientificamente, até mesmo fora do contexto escolar, problematizando a realidade em que vive e ajudando a construir um mundo melhor. Essa metodologia permite ao professor avaliar o aluno de forma diferenciada, ao contrário dos modos tradicionais, pois é satisfatório avaliar as habilidades cognitivas do tipo investigativas, esses tipos de atividades aumentam a motivação do aluno em relação aos processos de ensino e aprendizagem (Zompero; Laburú; Vilaça, 2019).

Segundo Recepti, Vogel e Rezende (2020), no Ensino de Ciências, é importante que a teoria e a prática estejam interligadas para que os alunos possam desenvolver uma compreensão mais científica das Ciências da Natureza. Eles afirmam que um dos objetivos do ensino de ciências é capacitar os indivíduos a interpretar os fenômenos naturais de forma diferenciada do senso comum, de modo a formar um aluno que seja protagonista, incentivando-o a propor hipóteses e modelos explicativos para os fenômenos observados, facilitando, assim, a capacidade de mobilização do conhecimento.

2.2 Ensino de Química com o uso de ODAs

Para Sant'Ana e Castro (2019a), há uma necessidade dos professores quanto à adequação, adaptação do currículo e a forma de apresentar os conteúdos nas escolas, acompanhando as mudanças, contribuindo com a formação dos alunos. A internet e seus recursos estão presentes no cotidiano das pessoas, inclusive dos alunos, nesse sentido, devem ser explorada, pois são recursos que visam minimizar as dificuldades de ensino e aprendizagem e promover melhor a interação entre professor/aluno/conhecimento.

Os simuladores em Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) são de fácil utilização e os alunos se adequam rapidamente com dispositivos encontrados na internet, muitas vezes na falta de um laboratório de Química, esses simuladores podem ser uma alternativa, tendo em vista que muitas escolas ainda não têm laboratório de Química, por várias razões, dentre elas, por não ter espaço físico apropriado; por não ter recursos financeiros para mobília e equipamentos; bem como por falta de visão de um ensino diferenciado da disciplina (Sant'ana, Castro, 2019a; Oliveira *et al.*, 2021; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023).

Para Pascoin & Carvalho (2021, p. 152), “Os laboratórios virtuais utilizados no ensino de Química constituem importantes recursos didáticos para o avanço dos processos de ensino e aprendizagem, ao passo que podem contribuir para ações de mediação na construção do conhecimento”. Nesse direcionamento, espera-se que o professor desenvolva uma metodologia de ensino alinhada aos laboratórios virtuais, para que os alunos entendam a proposta. Com planejamento, formação e motivação, o professor, com apoio da escola, conseguirá contribuir para o aprendizado do aluno.

De acordo com Borges, Sá & Sousa (2020), no contexto atual em que a tecnologia está presente em diversos aspectos da vida cotidiana, é imperativo que alunos e professores tenham um conhecimento básico sobre recursos tecnológicos que possam auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem. A utilização dessas ferramentas pode trazer diversos benefícios, como a ampliação do acesso ao conhecimento e a promoção de uma educação mais personalizada e interativa. Para isso, os professores devem ser formados para utilizar os recursos de maneira eficiente e que os alunos também recebam orientações sobre o seu uso. Em suma, o conhecimento e o uso adequado de recursos tecnológicos são importantes para o sucesso da educação no mundo digital atual.

O conhecimento científico contido em ODA pode trazer contribuição ao Ensino de Ciências. Os alunos, ao aprenderem a utilizar o aplicativo supervisionado pelo professor e

de posse de atividades planejadas, pode construir conhecimento, podendo contribuir para o processo de aprendizagem (Meleiro, Giordan, 2003; Oliveira; Carvalho, 2020). O professor, dentro das suas possibilidades, deve proporcionar isso, colocando-se como mediador de todo o processo, estudando sobre determinado ODA, alinhado a uma metodologia e planejamento.

As tecnologias encontram-se em um ritmo avançado e elas podem ser assimiladas rapidamente pelos alunos, diante disso a educação precisa se renovar estimulando o interesse e a aprendizagem do aluno, buscando utilizar tecnologias que possam envolver os alunos, proporcionando uma novidade no ensino e aprendizagem e nas interações entre eles. A comunicação está presente desde os tempos mais remotos, mas a comunicação virtual está em alta, graças aos avanços tecnológicos (Sant'ana, Castro, 2019a; Pascoin; Carvalho, 2021).

Os alunos podem utilizar tecnologias dentro de sala de aula, desde que sejam aliadas ao ensino, assim a escola/o professor proporcionam a inclusão digital aos alunos. A partir disso, os alunos podem expor opiniões e sensações que são interessantes para que o professor melhore seu planejamento, com o retorno dado pelos alunos. É um grande desafio para o professor estabelecer uma ponte entre o conhecimento escolar com o cotidiano dos alunos, pois a maioria dos alunos encontram dificuldades durante o processo de aprendizagem da disciplina de Química, eles não conseguem estabelecer uma relação entre o conteúdo estudado e a sua vivência do dia a dia (Sant'ana, Castro, 2019a; Oliveira; Carvalho; Kapitango-A-Samba, 2019; Pascoin; Carvalho, 2021).

De acordo com Dionízio *et al.* (2019, p. 3), "[...] a contextualização no Ensino de Química é um fator relevante ao processo de ensino e aprendizagem, surgindo como condição que desperta a motivação do aluno e o induz a construir o próprio conhecimento de maneira crítica e ativa". Com o avanço das tecnologias, melhorou a interação entre as pessoas por meio das redes sociais, mas não é só isso, as tecnologias também podem ser utilizadas como ferramentas educacionais no processo de ensino e aprendizagem, despertando o interesse dos alunos pelos conteúdos abordados, no caso, a disciplina de Química. A Química é uma ciência experimental que requer práticas experimentais para que seus fenômenos sejam compreendidos. Na sala de aula, é ensinada a teoria e, muitas vezes, sem abordar a prática, nesse sentido, os alunos não conseguem, por sua vez, estabelecer relação entre o conteúdo com o seu cotidiano. Esse distanciamento entre teoria e prática está

associado, dentre outras coisas, à falta de infraestrutura nas escolas, bem como o uso de novas metodologias de ensino (Dionízio *et al.*, 2019).

A utilização de ODA deve ser considerada como mais um recurso incorporado nos processos de ensino e aprendizagem. A tecnologia não vem para substituir outras mais antigas, mas para cooperar com os processos de ensino e aprendizagem existentes. A construção de recursos pedagógicos, baseados em novas tecnologias, depende de um trabalho em equipe, um cuidadoso processo de elaboração, da construção do conhecimento por parte do aprendiz, considerando que cada aluno reage de uma forma aos ODAs. Assim, os ODAs visam enriquecer as situações de ensino e construção do saber, para que o aprendizado dos alunos tenha um novo significado. No âmbito da Química, existem vários aplicativos que simulam vários processos e fórmulas, realidades virtuais que podem e devem ser exploradas como ferramentas educacionais, de modo a ajudar os alunos na elaboração de modelos conceituais, permitindo-lhes uma experiência única (Leite, 2019; Oliveira; Milani Junior; Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

Os ODAs são recursos fundamentais na área de Química, e podem ser utilizados pelo professor como ponte para a ligação entre a tecnologia e os alunos. O computador e o smartphone são recursos importantes em todas as áreas da ciência, e seu uso planejado pode contribuir significativamente para o processo educacional. A internet também é essencial, já que os alunos têm acesso a uma ampla gama de recursos que permitem uma experiência enriquecedora. Existem diversos ODAs e recursos multimídia, como programas interativos e simuladores, que visam aprimorar os processos de ensino e aprendizagem. O uso de recursos como simulações de experimentos, reações químicas e fórmulas moleculares, por meio de computadores ou smartphones, pode proporcionar uma compreensão mais efetiva e atraente do conteúdo (Leite, 2019; Oliveira; Carvalho; Kapitango-a-Samba, 2019; Kenski; Medeiros; Ordéas (2019)).

A relação entre tecnologias e educação é positiva, inclusive em salas de aula, mas pouco tem mudado ao longo dos últimos anos. Os ODAs ainda não são muito utilizados em sala de aula, devido a vários fatores, dentre eles menciona-se: o ensino tradicional, a falta de qualificação de professores, a ausência de laboratórios nas escolas. Embora os ODAs não tenham avançado significativamente, percebe-se que em alguns casos a comunidade escolar tem demonstrado interesse em promover um ensino de Química diferenciado, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais fácil. Como o avanço tecnológico ocorre rapidamente, é importante que professores que conheçam essa metodologia de ensino por

investigação e os ODAs trabalhem com as tecnologias em sala de aula para associar com as competências e habilidades do conteúdo da disciplina, especificamente no ensino da Química. O professor de Química precisa de um bom planejamento para garantir uma aprendizagem efetiva, a partir de objetivos claros (Greszczyszyn; Camargo Filho; Monteiro, 2016; Oliveira; Milani Junior; Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

Os ODAs estão sendo paulatinamente introduzidos no ensino de Química, trazendo avanços significativos para a educação e para a sociedade em geral. Através desses recursos, é possível ampliar o acesso a novos conhecimentos e experiências, melhorando a qualidade da educação na área da Química. É importante ressaltar mais uma vez a elaboração de um planejamento cuidadoso para que essa conexão entre tecnologia e ensino seja efetiva e útil para os alunos. O objetivo principal é que os alunos consigam atingir os objetivos do ensino, maximizando o seu potencial nos processos de aprendizagem. Com um bom planejamento, é possível utilizar os ODAs de forma a proporcionar um aprendizado mais dinâmico e interativo na área da Química (Greszczyszyn; Camargo Filho; Monteiro, 2016; Oliveira; Milani Junior; Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de aplicativos para atividades de ensino de Química funciona como uma importante alternativa para as práticas escolares e para a construção de conhecimento dos alunos, nesse sentido, o aluno precisa saber relacionar os conhecimentos químicos com os aplicativos utilizados, isso vai depender da organização das atividades que vai investigar os experimentos mediados pelos aplicativos, que são muitos diferentes daqueles experimentos quando feito em laboratórios físicos, por exemplo. A experimentação feita na tela de um computador ou smartphone é bem distinta, porém é uma opção na ausência de um laboratório físico (Giordan; Góis, 2005; Kenski, 2003; Milani Junior; Carvalho, 2020; Paiva *et al.*, 2021).

Exige-se cada vez mais que profissionais tenham competências para lidar com o mundo governado pelas redes, inclusive os ODAs voltados para o ensino de Ciências. O planejamento da disciplina de Química deve inserir o uso das tecnologias em sala de aula, e o professor deve observar as possibilidades de se realizar tal prática, para isso, é preciso dialogar com os alunos em relação às melhores possibilidades de se realizar uma aula com os ODAs, verificar se na escola tem laboratório de informática, se os alunos têm acesso a usos do smartphone, à conectividade. Como pode-se ver, é preciso ter meios para que ocorra uma transformação no ensino de Química. (Giordan, 2005; Kenski, 2003; Oliveira; Milani Junior; Carvalho, 2020).

Todo planejamento ou nova atividade a se desenvolver por meio da tecnologia é necessário intensos diálogos com a comunidade escolar, assim, as ideias são discutidas e outros profissionais também vão se sentir motivados a realizar atividades envolvendo os ODAs no ambiente escolar, recebendo bem esses recursos adicionais que se podem usar nos processos de ensino e aprendizagem (Giordan, 2005, Oliveira; Carvalho; Kapitango-a-Samba, 2019).

Oliveira, Souto e Carvalho (2018) tratam das percepções e apontamentos de um grupo de discente que trabalharam com a hipermissão Equimídi@. Os pesquisadores acompanharam as aulas de Química no segundo ano do Ensino Médio sobre o tema Equilíbrio Químico. Após a abordagem inicial do professor e algumas atividades, os alunos desenvolveram práticas envolvendo os ODAs a partir da temática estudada. Foi apresentado aos alunos revisão de conteúdo, vídeos e atividades experimentais no Equimídi@, posteriormente, eles realizaram uma discussão sobre os conceitos químicos envolvidos e um questionário para que os discentes apresentassem percepções sobre o tema e as atividades contidas na hipermissão.

Alguns apontamentos dos alunos quanto ao aplicativo foram bons, mas a qualidade da internet, dos computadores, a estrutura da escola e a compatibilidade do sistema Linux usado na maioria dos computadores foram fatores para que a proposta não tivesse bom êxito (Oliveira; Souto; Carvalho, 2018). Por outro lado, as atividades despertaram o interesse dos alunos, tornando-se um desafio ao professor, para que ele possa incluir ODA nas suas aulas. Outro aluno relatou que o aplicativo deve relacionar mais com algo do cotidiano deles, o que mostra a importância do professor relacionar o conteúdo com o cotidiano dos alunos, de modo a facilitar o aprendizado dos estudantes (Oliveira; Souto; Carvalho, 2018; Paiva *et al.*, 2021).

Muitos alunos ainda acham a Química uma disciplina complexa, justamente porque as aulas, geralmente, são teóricas e não têm relação com a prática, o que não faz sentido para o aluno. O modelo de ensino tradicional é criticado por isso. O professor, ao elaborar o seu plano de aula, deve-se perguntar por que eu devo ensinar esse conteúdo? Qual a importância desse conhecimento para o aluno? O ensino da Química deve estar ligado a estas questões. O mundo mudou e a escola precisa mudar. Então, as aulas bem planejadas com atividades práticas, como laboratório ou práticas cotidianas relacionadas a conceitos químicos, podem despertar o interesse dos alunos e trazer a realidade para a sala de aula. Isso confirma a

importância da relação entre teoria e prática (Vendruscolo; Castrillon; Santos; 2019; Oliveira; Carvalho; Kapitango-a-Samba, 2019).

Para Sant'Ana e Castro (2019b), no Ensino Médio, há uma necessidade de abordagem de conteúdo do ensino junto aos ODAs, para ajudar na formação crítico-social do educando. Os professores de Química precisam estar preparados para suscitar em suas aulas a formação cidadã dos educandos, não apenas restringindo a transmissão de conteúdos, mas contextualizando conteúdos curriculares com temas cotidianos. O progresso tecnológico avançou nas últimas décadas colocando à disposição dos alunos blogs, sites interativos, simuladores, aplicativos de celular, jogos digitais, que podem trazer melhorias às aulas de Química, minimizando as dificuldades de aprendizagem dos educandos. Pois os alunos estão familiarizados com recursos didáticos digitais, por terem facilidade com a tecnologia. Esses ODAs visam trazer a alfabetização científica dos alunos, para que eles possam pensar cientificamente, inclusive nos conteúdos de Química, relacionando os problemas sociais do cotidiano, com os conteúdos de Química.

Estudo feito com professores de Química de escolas estaduais do município de Redenção-Ceará constatou várias dificuldades, como: falta de interesse dos alunos, a não preocupação dos gestores públicos com a área, falta de laboratório de química, dentre outros. Os professores tiveram pouco contato com a tecnologia no Ensino de Química, pouca capacitação, isso tem contribuído para que eles não explorem esses softwares livres, que podem auxiliar nas aulas. Os alunos relataram também não ter assistido aulas com recursos tecnológicos a respeito da disciplina de Química. São utilizados recursos tecnológicos, mas de forma domesticada, ou seja, a partir de livro didático e Datashow, por exemplo, em que o professor é visto apenas como transmissor e não mediador do conhecimento (Xavier; Fialho; Lima, 2019).

Os aplicativos podem tornar as aulas dinâmicas, interativas, despertando o entusiasmo no aluno. Como já mencionado, uma aula bem planejada, com os objetivos propostos, planos de aula adaptados, atividades complementares, aplicativos que tem conteúdo interativo, que pode ser socializado, junto ao conteúdo, traz uma grande experiência a alunos e professores, melhorando o processo de ensino. Para isso o professor deve buscar formação continuada e pesquisar o aplicativo a ser utilizado (Oliveira; Carvalho; Kapitango-A-Samba, 2019; Oliveira, Milani Junior, Carvalho, 2020).

A Química é considerada uma ciência visual, e existem representações através dos fenômenos e partículas. A tecnologia possibilita através de muitos aplicativos, sites,

animações, a representação da Química. Os ODA–auxiliam o professor, na exposição e socialização do conteúdo, e melhora a aprendizagem do aluno, porém, o professor, com apoio da escola, deve buscar capacitação e pesquisar essas metodologias, para que possam ser usadas em suas aulas (Pascoin; Carvalho, 2020; Locatelli, 2018; Pauletti *et al.*, 2017).

Além disso, é preciso que o Estado invista na qualidade do ensino, para isso é necessário criar e/ou fortalecer políticas de formação continuada e qualificação de professores, sobretudo, para os que estão em exercício na rede pública da Educação Básica.

2.3 Revisão sistemática de literatura

Dada a importância da revisão de literatura para elaboração de projetos acadêmicos, foi realizada uma análise criteriosa de um conhecimento já consolidado, em uma determinada área de estudo: objeto digital de aprendizagem no ensino de Química, com o objetivo de ajudar na identificação de lacunas no conhecimento e áreas que necessitam de investigação.

A revisão de literatura é uma metodologia que possibilita ao pesquisador uma visão ampla do tema em questão, sugerindo novas ideias e abordagens. É um processo necessário para validar a importância de uma pesquisa, fornecendo contexto e metodologia adequada. Para que os resultados sejam precisos e confiáveis, é necessário que a revisão seja feita de forma sistemática, com base em critérios bem definidos (Noronha; Ferreira, 2000; Dorsa, 2020).

Existem passos importantes a serem seguidos para se ter uma boa revisão de literatura. A primeira etapa envolve o manuseio de descritores que representam a linguagem e a terminologia específica da área do autor, o que auxilia na organização e planejamento do processo de revisão. A próxima etapa é a escolha das publicações a serem incluídas na revisão, que podem ser artigos, dissertações, teses e resumos de congressos científicos, com preferência para aqueles produzidos nos últimos cinco anos. É importante observar as referências bibliográficas do material analisado, pois podem abrir novas possibilidades de catalogação de autores e periódicos relacionados ao assunto em questão (Carmo; Ferreira, 1998; Cardoso; Alarcão; Celorico, 2010; Bento, 2012; Dorsa, 2020).

Neste direcionamento, a revisão de literatura foi realizada nas seguintes bases de dados: SciELO, Periódicos CAPES, e Google Acadêmico.

Na base de dados do SciELO, foi feita uma pesquisa incluindo artigos científicos, publicados no Brasil, fazendo um recorte dos anos de 2018 a 2023. Foram utilizados na primeira busca do SciELO, os seguintes descritores: “ensino médio” AND “química” AND “simuladores” OR “simulação” OR “objeto digital de aprendizagem” OR “tecnologias digitais”, essa busca retornou 19 resultados de publicações. A segunda busca na mesma base de dados foi utilizada com os seguintes descritores, “investigação” AND “química” AND “PhET Simulations” OR “simuladores” OR “laboratório virtual” OR “tecnologias digitais” AND “ensino médio” OR “escola pública” OR “educação básica”, essa busca retornou 40 resultados de publicações.

A decisão em fazer duas buscas no mesmo banco de dados deve-se à falta de retorno de resultados. Após testes com os descritores, foi possível obter alguns resultados, com a combinação dos descritores. Assim, depois da leitura dos títulos, resumos das publicações dos artigos foi selecionado um artigo, na primeira busca, e um artigo, na segunda busca. Os demais artigos foram excluídos por não serem relevantes para o tema proposto, bem como não tinha relação com os descritores, que foram escolhidos relacionando diretamente com o tema da pesquisa. Os trabalhos selecionados incluíam tanto nos títulos, resumos e corpo do trabalho, informações relevantes acerca do tema.

Em relação à busca na base de dados do Google Acadêmico, foi realizada uma pesquisa incluindo artigos científicos, monografias e dissertações, publicados no Brasil no período de 2018 a 2023. Os descritores utilizados nesta busca foram: "equilíbrio químico" AND "ensino por investigação" AND "objetos digitais de aprendizagem" OR "simulação" OR "simuladores" AND "ensino médio"; essa busca retornou 50 resultados, destes foram escolhidos para compor a revisão: dois artigos científicos, uma monografia e uma dissertação. Após a leitura dos títulos dos artigos, dos resumos, de partes do texto das publicações selecionadas, foram escolhidas aquelas que possuíam relevantes informações conforme os descritores e tema do trabalho, as demais foram excluídas.

Na base de dados dos Periódicos da CAPES, foi feita uma pesquisa apenas em artigos científicos, no período de 2018 a 2023, idioma português e periódicos revisados por pares. Os descritores utilizados nesta busca foram: “equilíbrio químico” OR “ensino de química” AND “objeto digital de aprendizagem” OR “simulação” AND “ensino por investigação” AND “ensino médio”; a escolha desses descritores foi visando refinar melhor a pesquisa, obtendo os resultados mais relevantes, tanto nessa base de dados, como nas demais já descritas acima. Essa pesquisa no banco de dados dos Periódicos CAPES retornou 73

resultados, que após a leitura dos títulos e resumos dos artigos, foram selecionados quatro produções para compor a revisão de literatura. Para critérios de inclusão e exclusão, foi feita a leitura dos títulos e resumos, os artigos incluídos representam relevância para pesquisa, e os excluídos não apresentam informações relevantes condizentes com os descritores e temas da pesquisa, inclusive foi observado que mesmo selecionando o filtro para exibir apenas artigos em português, haviam ainda alguns artigos em espanhol e inglês, que foram excluídos também por não atender a um dos critérios de busca.

No Quadro 1, apresenta-se um resumo de como foi feita a revisão de literatura:

Quadro 1: Representação das buscas realizadas com os descritores nas bases de dados

Banco de dados	Descritores utilizados	Publicações selecionadas	Resultados da pesquisa;	Publicações não selecionadas: Critérios de exclusão: através de leitura de títulos e resumos, onde as publicações não são relevantes para pesquisa	Publicações selecionadas: Critérios de inclusão: através de leitura de títulos, resumos, e parte do corpo do texto, onde as publicações são relevantes para pesquisa
SciELO	“ensino médio” AND “química” AND “simuladores” OR “simulação” OR “objeto digital de aprendizagem” OR “tecnologias digitais”,	Artigos científicos	19	18	1
SciELO	“investigação” AND “química” AND “PhET Simulations” OR “simuladores” OR “laboratório virtual” OR “tecnologias digitais” AND “ensino médio” OR “escola pública” OR “educação básica”	Artigos científicos	40	39	1

Google Acadêmico	"equilíbrio químico" AND "ensino por investigação" AND "objetos digitais de aprendizagem" OR "simulação" OR "simuladores" AND "ensino médio"	Artigos científicos; Dissertações; Monografias;	50	46	4
CAPES	“equilíbrio químico” OR “ensino de química” AND “objeto digital de aprendizagem” OR “simulação” AND “ensino por investigação” AND “ensino médio”	Artigos científicos	73	69	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O Quadro 2, contém as publicações que foram incluídas na revisão, com os critérios estabelecidos. No Quadro 2, há publicações sobre o ensino de química, equilíbrio químico, ensino por investigação e ODAs. Cada artigo, dissertação ou monografia foram analisados detalhadamente, explorando suas contribuições para esta pesquisa. As informações relevantes foram discutidas e avaliadas. Este processo incluirá uma análise profunda de cada parte do artigo. O objetivo é obter o máximo de informações possíveis sobre esses tópicos, de modo a enriquecer o conhecimento nesta área de estudo.

Quadro 2: Artigos incluídos na revisão de literatura

Base de dados	Autor(es)	Título	Tipo de publicação	Revista/Editora	Ano de publicação
Google Acadêmico	Silva, S.O	Experimentação e utilização de simuladores virtuais: abordagens alternativas para o ensino de ácido e base no ensino médio	Monografia	Repositórios: Instituto Federal do Amazonas	2018

CAPES	Siqueira, F.; Filho, O. S.; Cirino, M. M.	Utilização e avaliação de software educacional para ensino de equilíbrio químico.	Artigo científico	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2018
SciELO	Ferreira, S.; Corrêa, R.; Silva, F. C..	Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação	Artigo científico	Ciência & Educação, Bauru	2019
CAPES	Silva, N. S. DA; Silva, F. C.; Silva, E. P. C.	O uso de simulações computacionais para compreensão do conceito de ácido e base.	Artigo científico	PLURAIS-Revista multidisciplinar	2019
CAPES	Oliveira, M.E.R.S.N.; Carvalho, J.W.P, Kapitango-A-Samba, K.K.	Objetos Digitais de Aprendizagem como Recurso Mediador do Ensino de Química.	Artigo científico	Revista Cocar	2019
SciELO	Silva, F. C. <i>et al.</i>	Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química	Artigo científico	Ciência & Educação, Bauru	2021
Google Acadêmico	Pereira, B. C.	Proposta de uma atividade prática investigativa de química orgânica para o ensino médio.	Dissertação	PROFQUI: Universidade Federal do Triângulo Mineiro	2021
CAPES	Santos Junior, J. B. DOS <i>et al.</i>	Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a aprendizagem significativa em Química Orgânica.	Artigo Científico	Revista Themias	2021
Google Acadêmico	Veras, D.C. <i>et al.</i>	Uso de laboratório	Artigo Científico	Conjecturas	2022

		virtual e pensamento computacional como estratégia pedagógica auxiliar no ensino de química			
Google acadêmico	Ferraz, R.S.; Carvalho, J.W.P.; Negreiros, C.L.	O uso dos objetos digitais de aprendizagem “Massa Molar” e “Concentrações” no ensino médio durante o ensino remoto	Artigo científico	Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico, do Instituto Federal do Amazonas	2023

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Os alunos do Ensino Médio têm dificuldades com o aprendizado na disciplina de Química por causa da falta de interesse e da contextualização do conteúdo. Com o uso de práticas experimentais nas aulas, os conteúdos ficam menos abstratos, trazendo à realidade o que os alunos fazem na teoria. Em um estudo de caso, um grupo de alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Manaus utilizou experimentos e simulações virtuais em suas salas de aula. Os resultados mostraram que a estratégia foi eficaz, os alunos assumiram o papel de protagonistas do seu próprio conhecimento, através de atividades de investigação e questionamentos. O estudo utilizou abordagens qualitativas e quantitativas, e a aceitação do método pelos alunos foi avaliada por meio de questionários e avaliações. Os métodos de ensino utilizados pelos docentes trouxeram um melhor entendimento sobre o conteúdo de ácidos e bases (Silva, 2018).

Este estudo analisou como o ODA *The Law of Mass Action* pode ajudar os alunos do segundo ano do Ensino Médio a aprender sobre Equilíbrio Químico, um conceito de química. Para coletar informações, foram feitas observações, gravações de áudio e questionários durante quatro sessões de aula. Ao analisar os dados, o estudo buscou entender os pontos fortes e fracos do ODA como uma ferramenta de ensino, e também o quanto os alunos conseguiram entender e usar o conceito de Equilíbrio Químico após trabalharem com o ODA. O estudo concluiu que os ODAs podem ajudar os alunos a entenderem melhor e a construir conhecimentos sobre ciências (Siqueira; Filho; Cirino, 2018).

A crescente disponibilidade de materiais educacionais na internet tem levantado preocupações quanto à qualidade conceitual e pedagógica desses instrumentos pedagógicos.

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos roteiros de experimentos disponibilizados no portal do professor do Ministério da Educação, um estudo utilizou a técnica de Análise Textual Discursiva para identificar elementos investigativos nos roteiros. Foi observado que, embora muitos roteiros apresentem inovações para aumentar a participação dos alunos durante os experimentos, a proposição de problemas para condução deles é negligenciada. Muitos experimentos são concebidos para confirmar conceitos e não explorá-los (Ferreira; Corrêa; Silva, 2019).

As atividades que envolvem investigação servem para auxiliar os alunos a serem protagonistas do seu próprio conhecimento, os auxiliam a realizarem trabalhos em grupos, permitindo que eles criem novas ideias a partir dos conceitos já aprendidos anteriormente. No ensino de Químicas, existem simuladores *online* de experimentos que podem ser de grande utilidade, especialmente, para o entendimento de conceitos difíceis de Química como os ácidos e bases. Um roteiro de atividades deve ser elaborado pelo professor, pois é essencial para ajudar os alunos no entendimento da atividade e na organização das tarefas, contribuindo com sua aprendizagem. O entendimento de novos conceitos é um trabalho que demanda tempo e prática (Silva; Silva; Silva, 2019).

A química estuda a matéria e suas transformações, e as dificuldades encontradas para seu ensino são vistas na Educação Básica e no Ensino Superior. Os ODAs podem dinamizar esses processos de ensino e aprendizagem, pois são tidos como didáticos e interativos. Antes de realizar uma atividade experimental ou outra atividade com os ODAs, é necessário verificar a estrutura da escola quanto aos recursos a serem usados, à internet, à existência de computadores e se os alunos têm celulares, notebooks, tablets, para auxiliar, no processo, e evitar imprevistos (Oliveira, Carvalho, Kapitango-a-Samba, 2019).

A compreensão das representações gráficas em Química é de crucial importância para o progresso dos discentes. No entanto, a natureza abstrata dessas representações e as técnicas de aprendizado mecânico podem representar obstáculos para a assimilação efetiva do conteúdo. A decodificação de fórmulas e equações químicas exige a atribuição de significados aos símbolos e a capacidade de relacionar elementos e compostos químicos. Na elaboração de estruturas, torna-se vital a identificação da correspondência entre símbolos e modos de ligação. Similarmente, em equações químicas, é imprescindível compreender os reagentes e produtos, bem como realizar a quantificação adequada dos elementos químicos e das energias implicadas (Silva *et al.*, 2021).

O ensino de Química na Educação Básica privilegia as formulações matemáticas dos fenômenos, desconsiderando seu sentido lógico e interpretativo. Tal prática pode conduzir a um aprendizado desvinculado da realidade, em que os discentes meramente acumulam informação. Os ODAs que simulam experimentações podem ser um recurso valioso para aulas práticas, seja no formato virtual ou presencial, sobretudo, para docentes que não dispõem de meios suficientes para conduzir experimentos em um laboratório de Química. Esses instrumentos interativos podem suscitar a curiosidade dos discentes e incentivá-los a almejar descobertas científicas, uma vez que simulam muitos experimentos, que só podem ser realizados em um laboratório de Química presencial. A utilização de ODAs podem trazer contribuições significativas para o ensino de Química, desde que sejam empregados de forma planejada e integrados a outras táticas pedagógicas (Pereira, 2021).

O ensino de Química Orgânica é reconhecida como uma tarefa complexa, uma vez que a literatura identifica diversos fatores que dificultam o processo de aprendizado, tal como a representação gráfica dos compostos orgânicos. Um estudo sistemático foi conduzido para avaliar distintas abordagens de ensino desta disciplina, envolvendo quatro classes de terceiro ano em uma escola pública no interior de São Paulo. As classes foram subdivididas em grupos, sujeitos a métodos variados de ensino, como: práticas experimentais, simulações computacionais, a combinação de ambos, ou nenhuma intervenção específica. A coleta de dados foi realizada com o emprego de duas ferramentas ao longo do ano acadêmico, e a análise subsequente se ancorou na teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (1962). Os dados sugerem que a fusão de experimentos práticos e simulações computacionais é mais produtiva para a compreensão do conteúdo, enquanto os experimentos isolados não excedem a eficácia das simulações por si só. Esta pesquisa também realça a necessidade de revisões regulares do conteúdo pelo professor para prevenir o esquecimento de conceitos químicos essenciais. A estratégia que combina experimentos práticos, simulações computacionais e revisões constantes do conteúdo pelo professor, pode ser valiosa para a aprendizagem efetiva em Química Orgânica (Santos Junior, 2021).

A aplicação de laboratórios de química virtuais se destacou como um recurso instrucional eficaz, para a modalidade de ensino à distância, durante o período pandêmico. A implementação de ODAs emergiu como uma alternativa prática, tendo em vista que a execução de experimentos em laboratórios físicos se mostrou desafiadora devido à necessidade de observância ao distanciamento social. A habilidade de pensamento

computacional, que emprega conceitos computacionais para solucionar questões, é uma competência de crescente valor no cenário atual. Em vista disso, um estudo foi conduzido para avaliar a influência dos ODAs de Química, associados ao pensamento computacional, na educação química ao longo de dois semestres do Ensino Médio. As lições laboratoriais foram apresentadas por meio de videoconferências utilizando um ODA, abrangendo temas como Equilíbrio Químico, ácidos e bases. A avaliação do aprendizado dos alunos foi realizada por meio de dois questionários distintos. Os resultados apontaram que a utilização dos ODAs no contexto do pensamento computacional é efetiva para aprimorar a aprendizagem dos alunos. (Veras *et al.*, 2022).

Os ODAs são um importante aliado para o ensino de Química no Ensino Médio. Dois ODAs foram utilizados para facilitar o Ensino de Química durante o ensino remoto, o ODA *Concentrações* do site de simulações PhET, e o ODA *Massa Molar*, disponível no Google Play. Aliados aos conteúdos de Massa Molar e Concentração em Massa, os ODAs foram utilizados, com atividades contextualizadas e adaptadas ao uso desses instrumentos. Ao final de cada aula, foi aplicado um questionário semiestruturado sobre o uso dos ODAs aliados aos conteúdos. A análise de dados foi feita com o método indutivo, em que os resultados mostraram uma efetividade e melhora no entendimento dos assuntos abordados com o uso dos ODAs, nas aulas que aconteceram no contexto de ensino remoto (Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta sessão aborda sobre os procedimentos metodológicos desenvolvidos nesta pesquisa, assim, primeiramente define-se o método de pesquisa a ser trabalhado, que é a pesquisa qualitativa. Em seguida explicita qual dos ODAs será desenvolvido na prática de sala de aula: *PhET Interactive Simulations*.

3.1 Método de Pesquisa

O estudo de caso é um método do paradigma qualitativo, uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências humanas e sociais (Gil, 2002). Nesta pesquisa foi realizado um Estudo de Caso com intervenção, tendo como caso de análise uma sala de aula (2º ano Ensino Médio) sob a perspectiva do Ensino do Equilíbrio Químico baseado no Ensino por Investigação com o uso de ODA.

Segundo Yin (2001, p.19) “[...] os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real”. Essa abordagem se assemelha a uma lupa que nos permite examinar minuciosamente uma situação específica, a fim de desvendar as razões por trás dos acontecimentos, como se estivéssemos explorando um quebra-cabeça para entender melhor suas peças e como se encaixam.

O contexto de produção de dados teve como foco a “Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo”, situada no município de Jauru-MT, escola de anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. A escola foi criada em 09 de março de 1963, pelo decreto nº 486/1963, possuía, em 2022, um total de 713 alunos matriculado, destes 308 eram alunos do Ensino Médio. Assim, os sujeitos da pesquisa foram os alunos do 2º ano do Ensino Médio, turno matutino, que tinha um total de 20 alunos que participaram da pesquisa, sob os cuidados do professor-pesquisador, regente na disciplina de Química.

Como os alunos são menores de idade, foi feito um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos pais responsáveis, para autorizar a participação deles na pesquisa e coleta dos dados. Essa pesquisa se realizou com o parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), da UNEMAT, sob o nº 5.166.409/2021

(Anexo X). A identidade atribuída aos alunos, na pesquisa, foi feita com a letra “A”, seguido de um número para identificar os vinte participantes, com o intuito de preservar a identidade dos estudantes.

A pesquisa foi realizada no horário das aulas de Química, porque, nesse período, ainda tinha medidas restritivas por conta da COVID-19, e também por ser uma turma de período matutino, em que alguns alunos trabalhavam no período vespertino. Com o objetivo de envolver o maior número de alunos, foi decidido que a pesquisa seria realizada em horário de aula. Ressalta-se que o projeto e o Plano de Ensino foram aprovados pela equipe gestora da escola. Outro ponto a ressaltar é a participação dos 20 alunos, que ocorreu de forma voluntária, e algumas aulas nem todos puderam estar presentes e participar dessas atividades, devido a motivos de saúde, ou outro motivo.

As entrevistas, especialmente, as semiestruturadas, podem ser uma escolha adequada para resolver diferentes problemas e responder a várias perguntas na ciência. Os roteiros de entrevistas semiestruturadas podem ser usadas tanto como estratégia metodológica única, como de apoio (Guazi, 2021; Manzini, 2012). Para Marconi e Lakatos (2003), a entrevista “[...] é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional” (p. 195). Nesta pesquisa o Roteiro de Entrevista Semiestruturada buscou coletar informações relevantes dos alunos em relação à participação deles em cada fase da pesquisa (seja de forma teórica ou prática), em que foram utilizados os ODAs, atividade experimental, coletando assim as percepções dos alunos durante o percurso das atividades propostas.

O instrumento de coleta de dados foi o Roteiro de Entrevista Semiestruturada que contou com: roda de conversa, questionário e anotações sobre o uso dos ODAs no Ensino de Química e durante as atividades utilizando os ODAs. Os roteiros foram aplicados ao final de cada atividade/aula realizada, conforme a seguinte ordem: 1º Apresentação do projeto, conteúdo e termos; 2º Aula utilizando o ODA *Escala de pH Básico*”; 3º Aula utilizando o OSA *Escala de p*”; 4º Aula usando o ODA *pH Testing*.

As entrevistas semiestruturadas continham perguntas objetivas e discursivas que abordavam temas como: o uso de ODAs no Ensino de Química, a presença de ODAs no cotidiano escolar, experimentação no Ensino de Química e a utilização de ODAs no espaço escolar.

3.2 Procedimento de ensino

O Ensino de Química necessita da relação entre teoria e prática para que o aluno possa compreender os conteúdos propostos, mas isso nem sempre é possível, com a ausência de um laboratório de Química. Porém os ODAs podem possibilitar o acesso a um laboratório virtual, como já foi dito, que também pode simular um fenômeno químico, influenciando no processo de ensino e aprendizagem e despertando o interesse do aluno.

Segundo Santos, Carbo & Mello (2017, p. 326), “[...] a aprendizagem por meio do ensino de Ciências deve ser elaborada de uma forma que possa cooperar para o crescimento da construção de conhecimento, entre a associação da linguagem científica e seu cotidiano de forma mais ativa”. É essencial que o ensino de Ciências seja elaborado de maneira a incentivar a construção de conhecimento, por meio da associação entre a linguagem científica e o cotidiano dos alunos. Essa abordagem pode contribuir significativamente para o crescimento intelectual dos alunos e para o desenvolvimento de habilidades científicas importantes.

O Ensino por Investigação foi o método de ensino utilizado para associar o ensino de Química aos ODAs, esse método é uma abordagem pedagógica que incentiva a participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento científico. Essa metodologia contribui para o desenvolvimento de habilidades científicas, como a observação, a formulação de hipóteses e a análise crítica de evidências. O ensino por investigação promove um ambiente educacional mais desafiador e atraente para os alunos, o que pode estimular o interesse e a motivação pela ciência (Suart; Marcondes, 2018).

Conforme Scarpa e Campos (2018, p. 38), “O ensino por investigação é mais amplo do que o fazer ciência, envolvendo o uso de diversas estratégias didáticas para coletar dados e informações que permitam alguma analogia ou construção de conceitos científicos”. O Ensino por Investigação é mais do que apenas a prática experimental, ele envolve diversas estratégias didáticas para coletar informações e construir conceitos científicos. Isso promove um ensino e aprendizado mais significativo e participativo, desenvolvendo habilidades investigativas e socioemocionais nos alunos. Assim, o ensino por investigação é uma metodologia de ensino inovadora e desafiadora que estimula a curiosidade e a criatividade dos alunos, promovendo a formação de indivíduos críticos e capazes de atuar no mundo em que vivem.

As Sequências Didáticas são modelos de planos de ensino que vêm sendo discutida desde o final do Século XX. No Brasil, o termo “Sequência Didática” foi mencionado pela primeira vez nos Parâmetros Curriculares Nacionais em 1998, se referindo a “projetos” e “atividades sequenciadas” (Morhy; Terán; Nerão, 2019; Santos; Prudêncio, 2020; Guimarães; Giordan, 2013; Farias, 2021). Segundo Zabala (1998, p. 18), a Sequência Didática (SD) é definida como “[...] conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. As sequências didáticas são uma área de estudo em crescimento e diversificada, pois estão relacionadas a várias abordagens teóricas e metodológicas, resultando em uma ampla variedade de terminologias e definições associadas a esse campo (Guimarães; Giordan 2013; Santos; Prudêncio, 2020).

Um plano de atividade de aula foi elaborado, com o tema *Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos* com os conteúdos “Equilíbrio Iônico da água e produto iônico da água” e “Determinação do pH e pOH”. Para facilitar a comunicação, foi criado um grupo no WhatsApp, sem o intuito de produzir dados.

Foram necessárias 30 horas para realização das atividades propostas na tabela 3, 10 horas de planejamento e 20 horas para os encontros com os alunos, sendo que a maioria foi realizado de forma síncrona e apenas uma assíncrona. A pesquisa foi executada entre maio e agosto de 2022¹, a partir de uma Sequência Didática que foi elaborada conforme o cronograma de aulas exposto na tabela 3.

Tabela 1: Cronograma de atividades

Carga horária	Encontro	Atividades realizadas
10 h	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento junto a coordenação pedagógica. - Produção de Material, Sequência Didática, Roteiro de entrevista Estruturada 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar o Plano de Ensino a ser ministrado durante as aulas.
4h	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação do Projeto de pesquisa, e etapas do projeto, apresentação dos termos de compromisso para os alunos, e para apresentação para os pais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilização do TCLE e TALE para assinatura.

¹ Eu fui o professor regente da pesquisa, que foi realizada antes da qualificação de mestrado.

10 h	Aula teórica com o conteúdo de Equilíbrio Iônico da água e produto iônico da água; Determinação do pH e pOH.	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega das apostilas impressas relacionadas ao tema; - Atividades de fixação dos conteúdos propostos (impressas); - Roda de conversa - Roteiro de Entrevista Semiestruturada: com questões abertas e fechadas, sobre o perfil de cada estudante acerca das ODA (realizado de forma assíncrona).
2 h	Foi ministrado a aula repassando instruções de utilizar o ODA “Escala de pH básico” (disponível nesse link https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale-basics/latest/ph-scale-basics_pt.html).	<p>Com o auxílio de um computador, notebook ou smartphone os alunos terão que responder às questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar se uma solução é ácida ou básica usando diferentes representações - Prever se uma solução e seu volume irão aumentar, diminuir ou não alterar o pH, adicionando água. - Organizar uma lista de líquidos com base em seu teor de ácido ou base, com evidências de apoio. - Roteiro de Entrevista Semiestruturada com questões abertas sobre a aula.
2h	<p>Um roteiro de exercícios foi disponibilizado, os alunos terão que investigar, através dos conceitos já aprendidos.</p> <p>Utilizar o ODA “Escala de pH” (disponível nesse link, https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt.html).</p>	<p>Atividades contextualizadas relacionados ao Equilíbrio iônico da água e produto iônico, determinação do pH e pOH (impressa). Foi utilizado um computador, notebook ou smartphone, para utilizar o ODA.</p> <p>Objetivos das atividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Determinar se uma solução é ácida ou básica usando: <ol style="list-style-type: none"> a. pH b. Concentração de H⁺ e OH⁻ 2. Pela cor dos líquidos, é possível dizer se o mesmo é ácido, neutro ou básico? 3. Prever se uma solução ao diminuir ou aumentar o volume

		irão aumentar, diminuir ou não alterar o pH. - Roteiro de Entrevista Semiestruturada (impresso), com questões abertas.
2h	Aula experimental com Indicador de ácido base repolho roxo e um aplicativo para mostrar os valores do pH pela cor representada no experimento. Aplicativo “pH testing” (disponível no link https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.ac.dmu.cti.watertesting&hl=pt_BR&gl=US).	Os alunos investigaram o pH das misturas entre algumas substâncias como “detergente, bicarbonato de sódio, limão, vinagre, soda líquida, sal amoníaco, sabão em pó, água sanitária, açúcar”, no extrato de repolho roxo, inserindo as fotos dos experimentos no aplicativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Em seguida, foi realizada uma reunião com a coordenação pedagógica, para fazer o alinhamento e definir como aconteceria a Sequência Didática, definindo os pontos para construção dessa Sequência, bem como o agendamento de laboratório de informática antecipadamente, onde aconteceria os encontros utilizando os ODAs. Nesse período também foi elaborado o Roteiro de Entrevista Semiestruturada.

A primeira parte da pesquisa foi formada de dois primeiros encontros, duraram 2 horas/aulas cada, sendo que no primeiro encontro foi apresentado o TALE aos alunos, fazendo a leitura do Termo junto com eles, explicando como funcionaria cada passo do projeto. Foi destacado a importância da participação deles, tanto para pesquisa, quanto para o conhecimento que eles iriam ter acesso ao contribuir com a pesquisa. Em outro encontro, do mesmo modo, foi apresentado o TCLE aos pais dos alunos, fazendo a leitura juntamente com eles e explicando a importância da realização da pesquisa para a escola. para o aluno que participa, uma vez que aprende e, ao mesmo tempo, contribui com a pesquisa acadêmica da UNEMAT-Campus Barra do Bugres, e para a qualificação do professor em nível de mestrado.

A segunda parte da pesquisa teve 5 encontros, que duraram 2 horas/aulas cada, momento em que foram apresentadas as bases teóricas para que eles entendessem o conteúdo de Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos, com aulas expositivas, contendo *slides*, apostilas impressas, atividades de fixação impressas, pois os alunos ainda não tinham visto esse conteúdo e precisavam compreender como funciona, antes das aulas

com o ODA. No último encontro teórico, foi apresentado o Roteiro de Entrevista, sendo que foi exposto anteriormente para eles o que era um ODA, e como esses ODAs, poderiam potencializar o Ensino de Química, eles responderam os Roteiro de Entrevista, após feitas todas essas reflexões.

A terceira parte da pesquisa teve 3 encontros, que duraram 2 horas/aulas cada, nos dois primeiros encontros, dessa etapa, foi ensinado como se usa o ODA *Escala de pH básico* e o ODA *Escala de pH* do site *PHET Interactive Simulations*. Para auxiliá-los, foi feito uma Sequência Didática, com os roteiros de atividades que eles tinham que seguir, para poder usar o ODA e responder as questões propostas nas atividades.

No último encontro prático, aconteceu a aula experimental com mais atividades investigativas, com o indicador de ácido-base extrato de repolho roxo, nesse sentido, foi providenciado algumas substâncias como: detergente, bicarbonato de sódio, limão, vinagre, soda líquida, sal amoníaco, sabão em pó, água sanitária e açúcar, para que pudéssemos ver a reação com o extrato de repolho em copos descartáveis enumerados. Foi realizado um roteiro de atividades para esta aula (Anexo IX), em que os alunos teriam que fazer um pequeno relatório do que estava acontecendo em cada recipiente, eles teriam que anotar a substância que foi misturada ao extrato de repolho e a cor resultante dessa mistura. Ao todo foram 10 recipientes, 9 continham substâncias misturadas ao extrato de repolho roxo e uma continha apenas o extrato, esses recipientes foram organizados por cor, conforme a escala de pH do ácido ao básico, pH de 0,0 a 14. Após organizados os recipientes, os alunos utilizaram os seus celulares, que já haviam baixado o ODA a ser utilizado. Para verificar o pH, eles pegaram cada recipiente, tiraram fotos, inseriram no ODA, e este mostrava o valor aproximado do pH de cada um, e eles foram visualizando essas informações no ODA, e anotando no relatório que já estava sendo feito. Ao final desta aula eles responderam ao Roteiro de Entrevista, referente a aula que haviam participado.

Ressalta-se que a pesquisa desenvolvida foi executada sem custos, envolvendo alunos e professor. Sem custos, porque a ideia foi utilizar Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) que estão disponíveis nas lojas de aplicativos para celulares, tablets, computadores e site, todos gratuitos. O bom envolvimento de alunos e professor fez com que fosse possível a realização deste projeto. A “Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo” dispõe também de internet Wi-Fi, internet de alta velocidade, à disposição dos alunos, que puderam se conectar através do celular, para desenvolver as atividades; conta ainda com Datashow em sala de aula e uma sala de informática contendo cerca de 20 computadores, conectados

à internet a cabo, via fibra ótica.

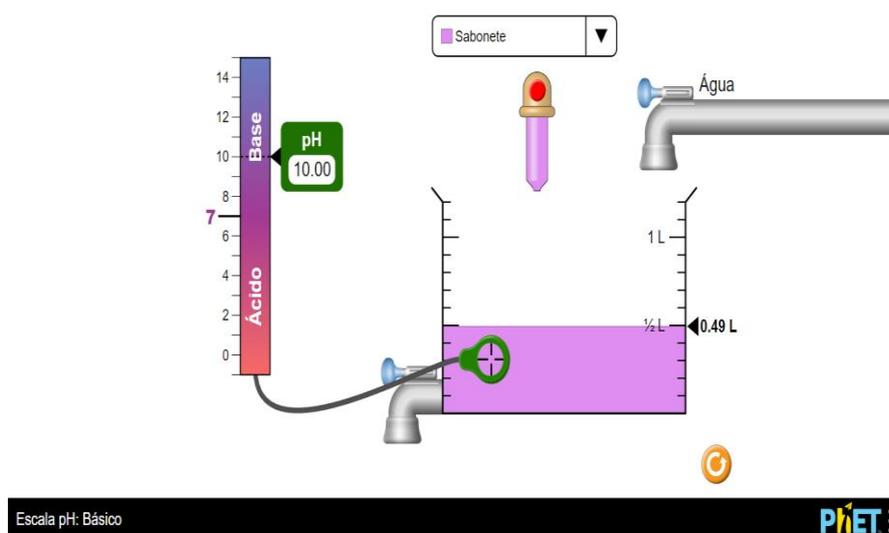
3.2.1 Objetos digitais de aprendizagem utilizados

O *PhET Interactive Simulations* é um site educacional gratuito mantido pela Universidade do Colorado Boulder, que oferece uma ampla variedade de simuladores interativos de ciências e matemática. Esses simuladores são projetados para ajudar os alunos a aprenderem conceitos científicos e matemáticos complexos de uma maneira interativa e interessante.

Os simuladores *PhET* são usados em todo o mundo em escolas e universidades, bem como em casa, para ajudar os alunos a aprender tópicos em química, física, biologia, matemática e muito mais. Os simuladores *PhET* são altamente interativos e permitem que os usuários alterem as variáveis do modelo e vejam os resultados em tempo real. Eles também incluem recursos didáticos, como explicações em texto, áudio e vídeo, além de atividades práticas que os alunos podem fazer para reforçar sua compreensão.

Para esta pesquisa foi utilizado os ODAs *Escala de pH básico* (Figura 2) e *Escala de pH* (Figura 3) que são simuladores que contemplam os estudos de Equilíbrio Químico: Equilíbrio Iônico em sistemas aquosos, *Escala de pH*, ácidos e bases.

Figura 2: Objeto Digital de Aprendizagem: *Escala de pH básico*



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale-basics/latest/ph-scale-basics_pt.html

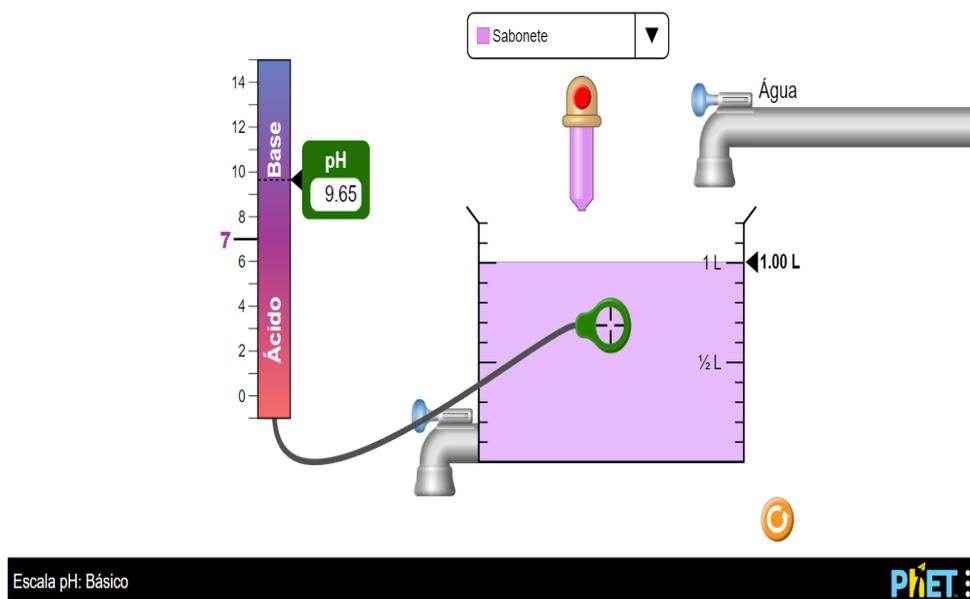
O simulador *Escala de pH básico* do *PhET Interactive Simulations* é uma ferramenta educacional interativa que permite aos usuários explorar a *escala de pH* e as propriedades das substâncias ácidas e básicas.

Ao acessar o simulador, o usuário é apresentado a uma tela que exibe uma escala de pH que varia de 0 a 14, em que 0 é considerado muito ácido, 7 é considerado neutro e 14 é considerado muito básico (Figura 2). Na parte inferior da tela, há uma lista de substâncias, como suco de laranja, café, sangue, água, sabonete etc., que podem ser selecionadas pelo usuário.

O simulador também inclui uma tabela de valores de pH comuns para substâncias comuns, como suco de laranja, saliva, água, sabonete e leite. O usuário pode selecionar uma substância na tabela para ver seu valor de pH e adicionar também solução aquosa. Isso ajuda o usuário a entender a natureza ácida ou básica de substâncias comuns do cotidiano. Ao adicionar uma substância ácida ou básica e posicionar o medidor de pH, é possível ver imediatamente. Se adicionar água em meio ácido, o pH aumenta, se adicionar água em meio básico, o pH diminui, pois se a água for misturada com outras substâncias ocorre a alteração do pH.

O simulador *Escala de pH básico* (Figura 2) do *PhET Interactive Simulations* é um recurso interativo e útil para aprender sobre a escala de pH e as propriedades das substâncias ácidas e básicas. Ele permite que os usuários visualizem a mudança de cor da solução aquosa e o valor de pH correspondente quando diferentes substâncias são adicionadas, além de permitir que o usuário ajuste o pH da solução adicionando ácido ou base (Figura 3). A tabela de valores de pH comuns também é uma ótima ferramenta para entender a natureza ácida ou básica de substâncias comuns do cotidiano.

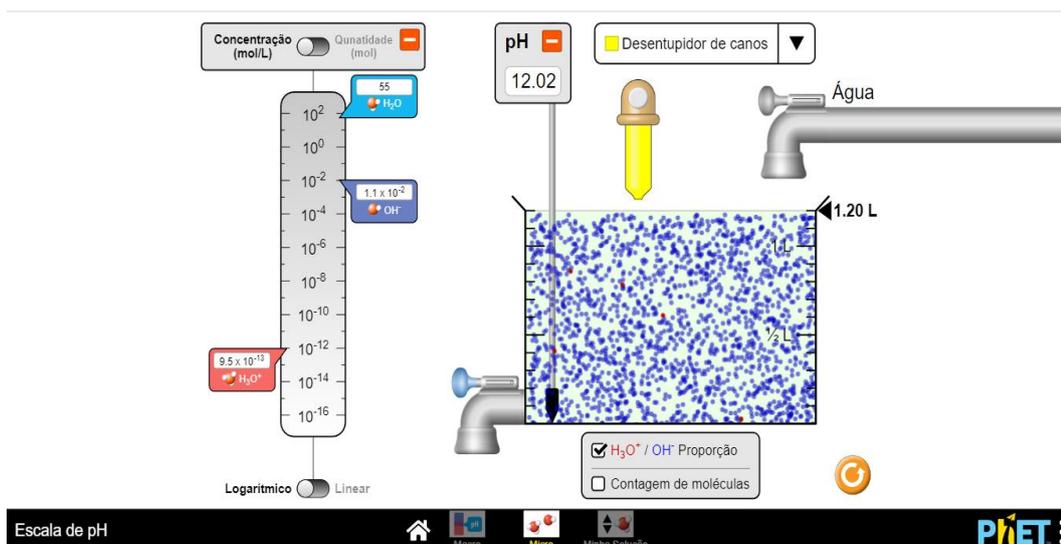
Figura 3: Objeto Digital de Aprendizagem: *Escala de pH básico*



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt.html

Ainda para esta pesquisa foi utilizado o simulador *Escala de pH*, que é mais completo, pois mostra a quantidade de íons H^+ (hidrônios) e íons OH^- (hidroxila) e demonstra a proporção deles na solução (Figura 4).

Figura 4: Objeto digital de aprendizagem: *Escala de pH*



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt.html

O simulador *Escala de pH*, do *PhET Interactive Simulations*, é uma ferramenta educacional interativa que permite aos usuários explorarem a escala de pH e as propriedades das substâncias ácidas e básicas (Figura 4). Quando o usuário acessa o simulador, é apresentado a uma tela que exibe uma solução aquosa. Na parte inferior da tela, há uma lista de substâncias ácidas e básicas que podem ser adicionadas à solução. O usuário pode selecionar uma substância da lista e inserir no recipiente.

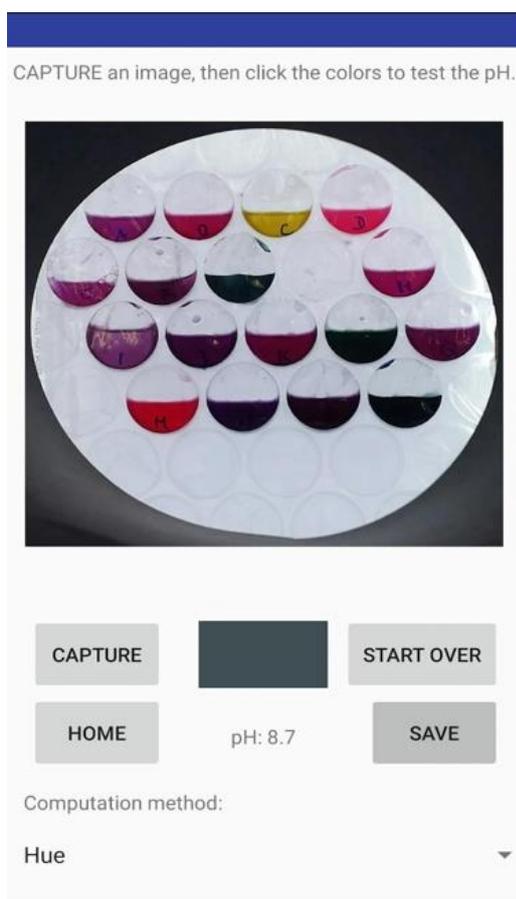
A escala de pH é exibida no canto inferior direito da tela, onde pode ser clicado para ativar e desativar, essa escala pode variar de 0 a 14, como mostra a figura 4. Uma solução ácida tem um pH inferior a 7, enquanto uma solução básica tem um pH superior a 7. Uma solução neutra tem um pH de 7. O valor de pH pode ser usado para determinar a concentração de íons H^+ e OH^- na solução. Uma solução ácida tem uma concentração de íons H^+ maior do que a concentração de íons OH^- , enquanto uma solução básica tem uma concentração de íons OH^- maior do que a concentração de íons H^+ . Em uma solução neutra, a concentração de íons H^+ é igual à concentração de íons OH^- (Figura 4).

O simulador exibe a mudança de cor da solução quando uma substância é adicionada. A mudança de cor é um indicador visual da mudança na concentração de íons H^+ e OH^- na solução. Por exemplo, se uma substância ácida for adicionada, a solução pode mudar para uma cor mais vermelha, indicando uma maior concentração de íons H^+ . Se uma substância básica for adicionada, a solução pode mudar para uma cor mais azul, indicando uma maior concentração de íons OH^- (Figuras 4).

O simulador *Escala de pH* inclui um medidor de pH que o usuário pode usar para medir o valor de pH da solução em diferentes momentos e verificar a precisão do simulador. O medidor de pH é exibido no canto inferior esquerdo da tela e pode ser arrastado para diferentes locais na solução. O medidor de pH exibe o valor de pH atual da solução e pode ser usado para comparar com os valores de pH calculados pelo simulador (Figura 4).

Outro aplicativo para Android, disponível na Google Play utilizado foi o *pH Testing*, ele foi elaborado para ser utilizado junto aos experimentos com o indicador de ácido e base, repolho roxo, que ao se misturar com uma substância ácida ou básica, altera o pH, que pode ser indicada pela cor da solução. O aplicativo indica o valor do pH pela cor da solução fotografada, como pode-se ver na figura 5:

Figura 5: Objeto digital de aprendizagem: pH Testing



Fonte:

https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.ac.dmu.cti.watertesting&hl=pt_BR&gl=US

Para utilizar esse aplicativo é simples, basta tirar uma foto no momento do experimento, ou carregar uma foto da galeria do celular, apontar o dedo em cima da cor, e logo abaixo, no aplicativo, aparece o valor do pH 8,7, como mostra a figura 5.

3.3 Análise de dados e organização dos dados

Para análise desses dados foi utilizado o método indutivo, que é caracterizado a partir da observação de fatos. A partir dessas observações, deve-se elaborar teorias e generalizações sobre o fenômeno em estudo. Segundo Brauner, Cigales & Soares Júnior (2014), o método indutivo é um procedimento, em que se parte de observações ou dados específicos para se chegar a conclusões gerais. Por exemplo, ao notar que os alunos "A" e "B" possuem computadores, e ao observar que todos os outros alunos que foram vistos

também têm computadores, pode-se deduzir, indutivamente, que todos os alunos possuem computadores. A análise indutiva se baseia na ideia de que as regularidades observadas em casos específicos podem ser generalizadas para situações semelhantes ou para uma população maior.

O método adotado na análise foi a categorização por meio do método indutivo, em que o pesquisador coleta informações textuais e identifica unidades de significado que apresentam semelhanças empíricas entre si. No método indutivo, as categorias emergem a partir das unidades de análise extraídas do conjunto de dados. O pesquisador compara e contrasta constantemente essas unidades de análise, organizando conjuntos de elementos semelhantes com base em seu conhecimento prévio. Esse processo de análise indutiva parte de exemplos específicos para chegar a conclusões mais amplas, resultando nas chamadas categorias emergentes (Moraes; Galiuzzi, 2007).

Para Lakatos e Marconi (2007), a pesquisa indutiva é um tipo de investigação que se baseia na observação e análise de dados particulares para se chegar a conclusões gerais ou universais. A indução é uma etapa fundamental desse processo, em que a partir dos dados observados, o pesquisador infere uma verdade geral que não estava contida nas partes examinadas.

De acordo com Gomes (2004, p. 70): “[...] a palavra categoria, em geral, se refere a um conceito que abrange elementos ou aspectos com características comuns ou que se relacionam entre si. Essa palavra está ligada à ideia de classe ou série”. No contexto dessa pesquisa que envolvem alunos, uma categoria agrega elementos que compartilham características ou atributos comuns, facilitando a compreensão, análise e comunicação desses elementos em um contexto determinado. A categorização é uma importante ferramenta conceitual que permite aos pesquisadores agrupar, organizar e simplificar informações complexas. Isso permite que os pesquisadores observem padrões, identifiquem relações e analisem fenômenos de maneira mais sistemática e estruturada.

Segundo Lüdke e André (1986), embora a categorização seja um componente integral de qualquer análise, é insuficiente por si só. É preciso que o pesquisador transcenda a descrição pura e busque enriquecer o debate existente sobre o tópico em questão. Isso exige a aplicação de abstração, um processo pelo qual o pesquisador ultrapassa a superficialidade dos dados. A meta é estabelecer conexões e identificar relações que conduzam à formulação de novas explicações e interpretações, proporcionando uma maior profundidade e amplia a compreensão do objeto de estudo, contribuindo para o avanço do conhecimento na área.

O esquema abaixo, figura 6, apresenta como foram divididas as categorias de análise, pois foram quatro encontros, e em cada encontro foi realizado um Roteiro de Entrevista Semiestruturada, conforme as atividades desenvolvidas, sendo que 3 desses encontros havia o uso de ODAs diferentes.

Figura 6: Percurso metodológico da pesquisa



Fonte: Moraes; Galiuzzi (2007)

No primeiro percurso da pesquisa, foi feita a apresentação do projeto aos participantes, bem como a leitura dos termos. No segundo percurso, foi apresentado o conteúdo “Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos”, onde foi realizado o estudo do conteúdo acompanhado de atividades de fixação, aulas com os ODAs, e ao final de cada aula, o Roteiro de Entrevista. No terceiro, foram analisados os dados levantados. E o quarto e último percurso as categorias pós-análise, as categorias emergentes.

As categorias emergentes foram divididas em três partes após a organização e revisão dos dados conforme discriminado na tabela 4, de acordo com a percepção dos alunos acerca da aula, dos ODAs e do assunto desenvolvido. Para detalhe, veja os anexos I, II, III e IV.

Tabela 2: Divisão das categorias

Categorias emergentes	Divisões das categorias	Instrumentos de identificação
Perspectivas iniciais dos alunos quanto ao uso dos ODAs no Ensino de Química;	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuições do Ensino por Investigação nas aulas de Química utilizando os ODAs; - Tecnologias Digitais em atividades em sala de aula; - Primeiras percepções dos alunos sobre uso de ODA; 	Roda de conversa e Roteiro de Entrevista Semiestruturada

Uso de ODA para compreensão do Equilíbrio Químico	<ul style="list-style-type: none"> - Experiência com o site <i>PhET Interactive Simulations</i>; - Dificuldades em aprender Química; - Benefícios dos ODAs no ensino de Química; - Engajamento dos alunos - Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico 	Roteiro de Entrevista Semiestruturada
Ensino por investigação e o ODA como auxílio na compreensão dos conteúdos de Equilíbrio Químico	<ul style="list-style-type: none"> - Prática experimental e ODA para detectar o pH de substâncias - Práticas aliadas as tecnologias digitais facilitam o aprendizado - A tecnologia e os imprevistos que podem ocorrer - Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico; - Interações entre alunos; 	Roteiro de Entrevista Semiestruturada

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados e as discussões, divididos em três categorias emergentes, de acordo com os dados coletados. Há também o trecho das respostas dos participantes e as Unidades de Análise que geraram essas categorias, para mais detalhes, pode-se consultar os Anexos I, II, III e IV.

4.1. Perspectivas iniciais dos alunos quanto ao uso dos ODAs no Ensino de Química

Os ODAs, aliadas à metodologia do Ensino por Investigação, podem trazer contribuições aos alunos nos processos de ensino de conteúdos químicos. Mesmo com dificuldades, durante o estudo realizado, foi percebido melhoria na dinâmica na realização das atividades com o ODA, sendo possível unir teoria e prática. Lembrando que o trabalho foi realizado em uma nova realidade, pós-pandemia, em que os alunos apresentavam muitas dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem. Durante esse período, os professores ainda estavam buscando recuperar, em alguma medida, o interesse dos alunos pelas aulas.

Nas primeiras rodas de conversas, sobre o conteúdo, antes de entrar na concepção sobre percepções dos alunos sobre uso de ODA, foi abordado o assunto “Equilíbrio iônico em sistemas aquosos”. Os alunos se mostraram inseguros e com dúvidas com o tema, que pode estar associado aos quase dois anos de período pandêmicos, muitos conceitos aprendidos no 9º ano do Ensino Fundamental II e 1º ano do Ensino Médio, tiveram que ser resgatados, e até mesmo situações cotidianas que envolvem ácidos e bases tiveram que ser revistas.

Os alunos relataram nas rodas de conversa já terem ouvido falar sobre ácidos, relacionando à acidez das frutas cítricas e mais alguns ácidos conhecidos na cozinha como o vinagre, termos como o pH (potencial hidrogeniônico) também foi abordado. Alguns alunos relataram ter visto esse assunto associado a processo de fazer a limpeza de uma piscina, lembrando que havia um produto que a pessoa manipulava, podendo ver se o pH da água estava bom para uso; as alunas relataram também terem visto sobre pH em embalagens de xampu e condicionadores para cabelos; alguns relataram já ter ajudado a mãe ou avó, a fazer o sabão líquido caseiro a base de soda caustica (NaOH impura) e álcool, lembrando assim de substâncias alcalinas que tiveram contato no seu cotidiano.

No processo de ensino-aprendizagem deve-se considerar os conhecimentos prévios dos alunos, para relacionar o conteúdo ao cotidiano do aluno e assim promover atividades experimentais em sala de aula. Isso deve-se ao fato de que, ao fazer essa conexão com o cotidiano, é possível instigar a curiosidade e a investigação por parte dos alunos, incentivando uma participação mais ativa e colaborativa na aprendizagem. Gonçalves, Biagini e Guaita (2019) reforçam a ideia de que é necessário criar uma estratégia pedagógica que leve em consideração esses aspectos para obter sucesso na atividade experimental em sala de aula. A abordagem sugerida pelos autores destaca a importância do envolvimento do aluno nos processos de ensino e aprendizagem, o que pode contribuir para a construção de uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Com relação às tecnologias, a tabela 5 demonstra o acesso dos alunos às Tecnologias Digitais:

Tabela 3: Acesso dos alunos às Tecnologias

ACESSO DOS ALUNOS ÀS TECNOLOGIAS DIGITAIS		
Conexão à internet	100%	20 alunos
RECURSOS DIGITAIS DISPONÍVEIS		
Smartphone	100%	20 alunos
DEMAIS RECURSOS DISPONÍVEIS (20 ALUNOS)		
Tablet	4,76%	1 aluno
Notebook	61,9%	12 alunos
Computador	19,05%	4 alunos
Outros	14,29%	3 alunos

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A expansão do uso das tecnologias tem feito com que a maioria das pessoas, de alguma forma, tenham acesso a vários tipos de recursos. Na educação, isso é importante e pode ajudar a estabelecer novos caminhos. De acordo com Kenski; Medeiros; Ordéas (2019, p. 141), “A ampliação do acesso à internet e às tecnologias digitais tem estabelecido novos patamares de relacionamento entre pessoas, processos e objetos”. A popularização da internet e dos ODA's têm modificado a forma como as pessoas se relacionam entre si e com os objetos. Essas mudanças são cada vez mais evidentes e influenciam diversos processos, inclusive no campo da educação. É importante que educadores estejam atentos a essas transformações e utilizem as tecnologias de forma consciente e planejada, visando sempre melhorar os processos de ensino e aprendizagem.

Quando perguntado aos alunos sobre as contribuições das atividades baseadas no ensino por investigação nas aulas de Química, utilizando as tecnologias digitais, eles responderam:

A3: Essas investigações online, é possível trazer laboratório de química virtual e de uma forma mais divertida, prender a concentração dos alunos

A6: São vários os benefícios que podemos ter utilizando a tecnologia, como por exemplo usando alguns tipos de jogos sobre a matéria, fazendo com que assim os alunos se concentrem nas atividades;

A14: Poderemos ver experimentos em aplicativos, assim iremos ter mais noção como funciona, para termos uma base para quando tivermos uma prova não ser tão difícil, assim a matéria ficará mais fácil e divertida;”
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

Na percepção dos alunos, A3 enfatiza a importância de trazer o uso de ODA, para simular um laboratório de Química virtual; ele percebe que os alunos ficam mais concentrados e interessados no conteúdo. O A6 também fala da concentração dos alunos em atividades que envolvem jogos, aplicativos online, uso de tecnologias. O A14 enfatiza que o aluno conseguindo ver os experimentos, mesmo que online, ele tem uma noção de como funciona, e entende melhor o conceito de Química ensinado. Nesse primeiro momento em que foram realizados os apontamentos pelos alunos, o conteúdo estudando era “Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos”, e foi também conversado com os alunos sobre o uso desses ODAs, e como eles podem auxiliar nas aulas, na compreensão do Ensino de Química.

Na ausência de um laboratório físico de Química, o laboratório virtual, o que também pode ser chamado de simuladores, ou simplesmente ODA, podem ajudar os alunos na compreensão dos conteúdos de Química, fazendo com que eles fiquem concentrados e entendam melhor os conceitos, fórmulas, reações químicas. O aprendizado fica melhor quando nas aulas de Ciências os alunos se envolvem em atividades de investigação, eles compreendem melhor os conceitos científicos. Essas investigações acontecem por meio de laboratório físicos, laboratórios online, atividades práticas, em que os alunos podem desenvolver por meio de questões levantadas, relacionando a teoria e a prática (Carvalho, 2004; Oliveira *et al.*, 2021; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023).

A utilização de atividades investigativas em aulas de Ciências pode melhorar os processos de ensino e aprendizagem dos alunos, pois permite uma compreensão mais prática e aplicada dos conceitos científicos. Tais atividades podem ser realizadas em laboratórios físicos ou online, possibilitando aos alunos desenvolver questões a partir da relação entre

teoria e prática. Dessa forma, os alunos podem construir conhecimento de forma mais significativa e participativa (Azevedo, 2004; Pascoim; Carvalho, 2021; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023).

Os alunos quando questionados sobre se o uso de tecnologias em sala de aula ajuda a potencializar o Ensino de Química, eles expressaram como segue:

A14: Acho algo bem legal, a tecnologia já faz parte da nossa vida, nosso dia a dia, mas tem que utilizar para ensino pedagógico, não para entrar em outras redes e se distrair da aula;

A16: Acredito que por estarmos na revolução técnico-científica, na qual a sociedade vive conectada a todo momento, mas somente no período de ensino em sala de aula é tirado esse acesso de todos, pode se considerar hipocrisia, pois na atualidade, o que os locais de trabalho procuram não é somente o saber da pessoa sobre determinado assunto, mas sem agilidade dela no meio virtual para resolver um problema;

(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

Como pode-se ver, o A14 fala sobre o uso de tecnologias consciente, apenas para fins pedagógicos. O A14 refere-se ao uso do celular, pois se não fizer um bom uso dele na sala de aula, pode levar o aluno a distração; já o A16 fala que estamos na Revolução Técnico-Científica e mesmo assim a escola proíbe o uso de celulares em sala de aula, defendendo que ele deve ser usado para fins pedagógicos. O aluno A16 refere-se à Lei nº 10.232, publicada no Diário Oficial de Mato Grosso no dia 29 de dezembro de 2014.

O uso de tecnologias como o celular podem potencializar, mas caso não houver um bom planejamento pode levar o aluno a outras distrações, e perder o foco nos processos de ensino e aprendizagem. Ademais, o uso de tecnologias no ensino de Química tem sido uma prática cada vez mais frequente nas escolas, proporcionando avanços significativos na forma como os alunos aprendem e se relacionam com a disciplina. De acordo com Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2016), a utilização de recursos digitais pode melhorar a qualidade da educação em Química e ampliar o acesso dos alunos a novos conhecimentos e experiências, tornando o processo de ensino mais dinâmico e interativo. Essas tecnologias podem contribuir para a formação de uma sociedade mais informada e consciente em relação aos avanços científicos e tecnológicos.

Por outro lado, é importante ressaltar que a tecnologia não deve substituir o papel do professor nos processos de ensino e aprendizagem. É fundamental que o professor utilize as tecnologias de forma consciente e planejada, buscando sempre associar as atividades digitais aos objetivos de aprendizagem e ao contexto dos alunos, além de proporcionar momentos de reflexão e discussão sobre os temas abordados. O professor deve ter um bom

planejamento ao inserir em sala de aula o uso dos ODAs, observando as possibilidades, melhorar o diálogo com os alunos sobre o uso de ODAs, verificar se a escola possui equipamentos para acesso no laboratório de informática. É preciso que em algumas situações o aluno utilize o smartphone, a conectividade como *wi-fi* também é importante. De forma geral é preciso ter meios, para que ocorra essa transformação dentro da sala de aula (Giordan, 2005; Pascoim; Carvalho, 2020; Oliveira, *et al.*, 2021).

Os professores que utilizam os ODAs em suas aulas alcançam muitos benefícios, que podem ser estendidos, principalmente, aos alunos, que têm acesso a meios que podem ajudar nos processos de ensino e aprendizagem. Os alunos foram questionados sobre esses benefícios, dentre as respostas deles destacam-se:

A4: As aulas ficam bem mais interessantes, a imersão pelos equipamentos de realidade virtual leva quem está aprendendo para dentro do conhecimento;

A6: Acho que assim, conseguimos ter mais interação com os colegas, poderemos aprender mais usando esse meio de ensino;

A11: Trazer laboratórios online, experiências com as soluções, vários aplicativos de química, entre outros;

A14: O aumento do interesse em alguns alunos, uma aula mais criativa que pode até render mais, e pode melhorar o desenvolvimento do aluno;
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

Os alunos abordaram vários benefícios do uso de ODAs em sala de aula: A4 fala sobre as aulas se tornarem mais interessantes, e que os ODAs trazem aos alunos para o conhecimento de forma interativa. Para A6, a interação entre os colegas ajuda a aprender com os ODAs, porque um ensina o outro, assim eles se ajudam mutuamente. A11 fala sobre os laboratórios virtuais, simuladores de que auxiliam no Ensino de Química e A14 fala sobre melhora do interesse dos alunos com aulas diferenciadas. Todos esses apontamentos mostram os benefícios que o uso de ODAs podem trazer para as aulas.

O uso de aplicativos para o ensino de Química pode ser uma alternativa interessante para diversificar as práticas escolares e promover uma maior interação entre os alunos e a disciplina. Esses aplicativos podem apresentar informações de forma clara e objetiva, permitindo que os alunos desenvolvam suas habilidades de maneira mais dinâmica e atrativa. No entanto, é fundamental que os alunos saibam relacionar os conceitos aprendidos com os ODAs utilizados no processo, a fim de promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Por isso, é importante que os professores sejam formados para utilizar esses

recursos de forma efetiva, auxiliando os alunos no desenvolvimento de suas competências (Giordan; Góis, 2005, Pascoim; Carvalho, 2020; Oliveira, *et al.*, 2021).

4.2. Uso de ODA para compreensão do Equilíbrio Químico

Nesta categoria serão discutidos os resultados obtidos durante a utilização dos ODAs do site *PHET Interactive Simulations*, em que se pode observar diferentes percepções dos alunos acerca dos ODAs, durante a realização das atividades propostas.

Os alunos assistiram uma aula com as orientações sobre o uso do ODA do site *PHET Interactive Simulations*. A aula abordou o passo a passo de como fazer o uso do ODA, e os demais passos das atividades (Figura 7).

Figura 7: Instrução aos alunos quanto ao uso do ODA

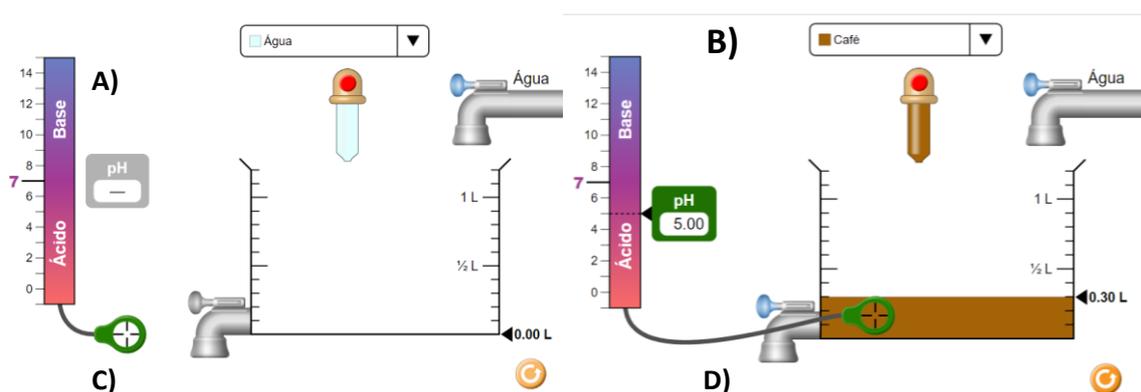


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Neste contexto, se empenha em fomentar a alfabetização científica, oferecendo aos alunos a oportunidade de explorar conceitos (muitas vezes, classificados como complexos) de maneira interativa e dinâmica, como o Equilíbrio Químico. A interação com a tecnologia desempenha um papel importante, permitindo que os alunos se envolvam de uma maneira aprofundada, elucidando temas anteriormente considerados de difícil compreensão. Segundo Sasseron (2013), a alfabetização científica é um longo caminho a ser percorrido, é um processo constante, os alunos precisam entender, que estes temas estão presentes em suas vidas e na sociedade, e podem trazer consequências ao meio ambiente.

É oportuno mencionar o contexto das atividades de ensino para a utilização do ODA *Escala de pH básico* (Figura 8A). Nesta atividade os alunos determinaram se uma solução é ácida ou básica, usando diferentes substâncias, cada aluno escolheu 3 substâncias e anotaram se era ácida, neutra ou básica (Figura 8B). Ainda nesta atividade deveriam prever se uma solução e seu volume iriam aumentar, diminuir ou não alterar o pH, adicionando água. Cada aluno escolheu 2 substâncias, anotou o pH inicial e a quantidade de água adicionada e observaram se o pH iria diminuir ou aumentar (Figura 8C). Para finalizar esta atividade feita no ODA, os alunos deveriam organizar uma lista de líquidos do aplicativo com base em seu teor de ácido ou base, e organizá-lo na escala de pH 1 a 14 (Figura 8D).

Figura 8: Atividades de ensino para a utilização do ODA *Escala de pH básico*



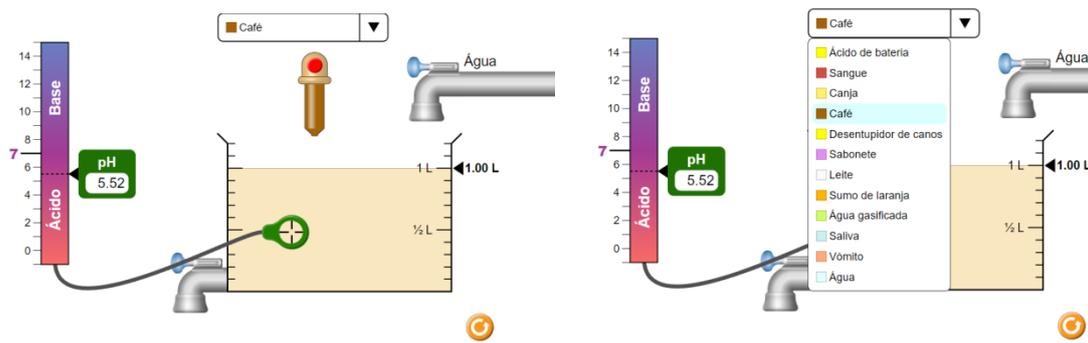


Figura A (Interface principal do ODA),
 Figura B (Solução de café adicionado),
 Figura C (Água adicionada à solução de café),
 Figura D (Lista de Substâncias presentes no ODA), representando as atividades no ODA
Escala de pH básico

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023)

Como pode-se observar, a figura 8 apresenta 4 imagens:

- Na Figura 8A, não há ainda nenhum líquido adicionado, essa é a primeira interface desse ODA, antes de utilizá-lo.
- Na Figura 8B, o aluno poderia escolher uma lista de substâncias e adicionar a quantidade desejada. Foi escolhido o café, sendo adicionada a quantidade de 0,3 litros da substância. Para que se veja a escala de pH é necessário posicionar o indicador de pH na região do líquido que nesta figura está marcando 5, onde o aluno anotaria o pH inicial da substância.
- Na Figura 8C, foi simulado a adição de água da torneira, que tem o nome água, logo acima, tem que pressionar o cursor e clicar na torneira que a mesma abra. Foi adicionado 0,7 litros de água, nesta situação o indicador de ácido-base mostra que o pH aumentou, o que o aluno pode perceber que em meio ácido adicionando água o pH aumenta, e em meio básico, se adicionar água o pH diminui.
- Na Figura 8D pode-se visualizar uma lista de líquidos, o aluno deveria escolher sete e organizá-los conforme a escala de pH.

Desse modo, os apontamentos a seguir possuem como contexto vivências dos alunos com o uso de ODA como ilustrado na figura 8. Os alunos tiveram percepções sobre os pontos

positivos a respeito do uso de ODA em situação de ensino, dentre os quais pode-se destacar os seguintes comentários:

A2: Maior agilidade
A3: Maior velocidade
A4: Aprendi mais rápido a matéria
A5: Desta forma pude visualizar o pH, a quantidade certa
A6: A praticidade e facilidade
A14: Porque ele chamou a atenção
A17: Fica mais prático
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

Os alunos A2, A3, A4, A14 e A17 destacaram “agilidade”, “velocidade”, “aprendi mais rápido”, “chamou a atenção”, “fica mais prático”, além de proporcionar um melhor aprendizado, pela rapidez que se obtém essas informações através do ODA, pode-se perceber que com a chegada da internet nas escolas nos últimos anos, isso impulsionou o aprendizado, trazendo mais informação ao aluno, que por muitas vezes, no caso da ausência do laboratório, eles puderam adquirir com o ODA utilizado. As tecnologias a cada dia avançam mais e isso pode ser percebido pelos alunos, diante disso a educação precisa ir em busca de novas ferramentas e metodologias que despertem o interesse e a aprendizagem do aluno, utilizar tecnologias que possam envolver os alunos, proporcionando uma novidade na aprendizagem e nas interações entre eles (Dionízio *et al.*, 2019).

O aluno A5 deu o seguinte *feedback*: “Desta forma pude visualizar o pH, [...]”, sendo assim pode-se observar que o uso de ODA no ensino proporciona uma experiência melhor para o aluno. Em relação ao reconhecimento dos conceitos estudados no Equilíbrio Químico, na Figura 8A, 8B, 8C, pode-se visualizar o pH inicial do café (pH 5), o pH final após adicionar a água (pH 5,52), podendo ser observado que, após a adição de água, o pH aumentou, diminuindo a concentração de íons de hidrogênio H^+ (responsáveis pela acidez); em relação ao volume total da mistura, resultando em um aumento do pH da solução, tornando-a menos ácida. Ainda sobre o comentário de A5, ele, provavelmente, visualizou o pH e a “quantidade certa”, A6 fala sobre “A praticidade e a facilidade”, ao observar a Figura 8B, que mostra a quantidade de café adicionado 0,3 litros e na Figura 8C, que mostra no painel 1 litro, isso quer dizer que na substância existente na figura 8B foi adicionado mais 0,7 litros de água, dando uma solução total de 1 litro. Na fala de A6 pode-se ver a praticidade do ODA em visualizar e controlar as quantidades de maneira precisa e eficiente.

Todas essas informações eram observadas pelos alunos, ao realizar as atividades propostas na Sequência Didática, e, por isso, deram essas declarações; assim, pode-se verificar na Figura 8, um exemplo da atividade investigativa que os alunos puderam realizar. Os ODAs visam enriquecer as situações de ensino para que os alunos possam construir significados, ajudando-os na elaboração de modelos conceituais, permitindo uma experiência única (Leite, 2019; Oliveira; Milani Junior; Carvalho, 2020; Oliveira, *et al.*, 2021).

Os alunos também deram o *feedback* sobre o uso do ODA *Escala de pH- Básico* do site *PhET Interactive Simulations*, se contribuiu na execução das atividades:

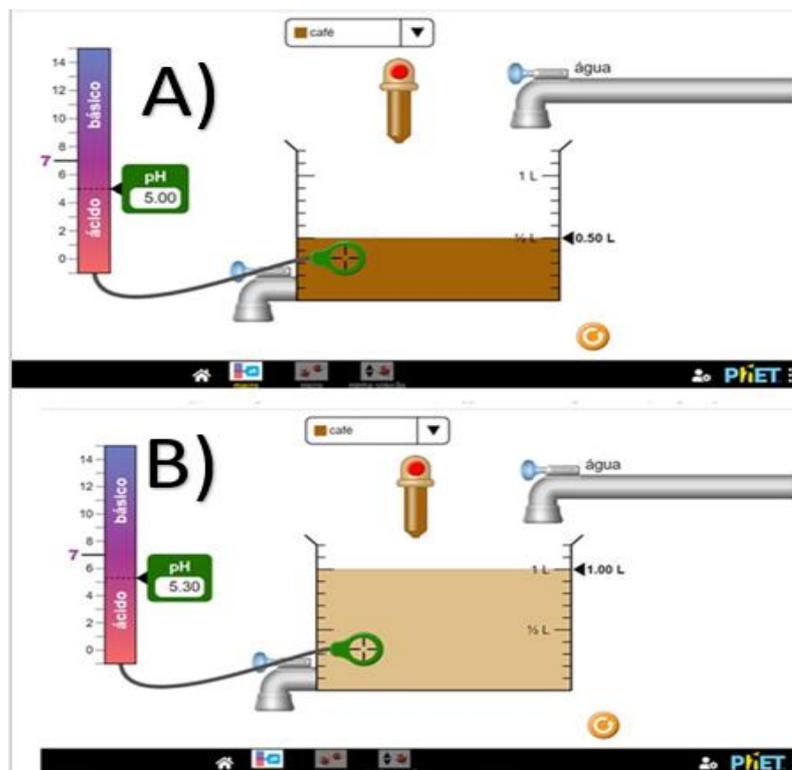
A6: ajudando a entender melhor a matéria;
A9: melhora a compreensão;
A10: bom, pois simulou um laboratório;
A12: como eu tenho controle das quantidades, a forma de entender fica mais fácil;
A15: é fácil e rápido de compreender;
A19: porque eu sou focado na tecnologia, então influencia muito
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

Observa-se que A6, A9, A15, A19 destacaram que o uso dos aplicativos na execução das atividades “ajuda a entender melhor a matéria”, “melhora compreensão”, é “fácil e rápido de compreender”, desse modo, é perceptível que o uso de ODA no ensino de Equilíbrio Químico, melhora a percepção e o entendimento dos alunos. As atividades experimentais aumentam a motivação dos alunos bem como faz com que eles compreendam melhor o conhecimento científico (Gonçalves; Biagini; Guaita, 2019).

Para o A10, o uso do ODA simula um laboratório, pois através dele pode-se adicionar determinadas quantidades de substâncias, água, de modo que se pode visualizar diferentes valores de pH através das substâncias adicionadas como nas figuras 8B e 8C, mostrando que a investigação desperta o interesse do aluno. E faz também com que eles compreendam muitos conceitos que, por vezes, abstratos, tratados de forma teórica podem ser visualizados no ODA. Os ODAs, auxiliam o professor, na exposição e socialização do conteúdo e melhora a aprendizagem do aluno, porém, para isso, como já dito anteriormente, o professor deve buscar formação continuada e novas metodologias de ensino aliadas às tecnologias digitais (ODAs), para que possam ser usadas em suas aulas (Pascoin, Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

O A12 comentou: “como eu tenho o controle das quantidades, a forma de entender fica mais fácil”, foi o aplicativo que proporcionou isso, como percebe-se na figura 9:

Figura 9: Prática com ODA



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Pode-se perceber que, na Figura 9A, o nível de café é de 0,5 L e o pH 5 (ácido), com a adição de 0,5L de água a solução total atingiu 1L (Figura 9B) e o pH aumentou para 5,3. É isso que A12 se refere, que ele tem o controle das quantidades, essas quantidades, tanto de água, quanto de várias substâncias que podem ser escolhidas para medir o pH. O controle dessas quantidades irá interferir no valor do pH, que pode aumentar ou diminuir, conforme figura 9A e 9B, ao adicionar uma substância e acrescentar água, ou seja, o valor do pH, independente da substância ser ácida, neutra ou básica, ele sofre alterações dependendo da substância usada.

Essas possibilidades que o aplicativo oferece aumentam a percepção dos alunos, o que faz com que ele relacione o conteúdo ao seu cotidiano. Além disso, o aluno passa a ter contato com o ODA, possibilitando que ele manuseie essas substâncias, em que estão todos os valores indicados. Os alunos podem utilizar tecnologias dentro de sala de aula, aliadas ao ensino, proporcionando a inclusão digital, assim, eles podem expor opiniões e sensações que refletem seu aprendizado, dando indícios para que o professor faça uma autorreflexão sobre sua prática e venha cada vez mais melhorar o seu planejamento, com o retorno dado pelos alunos (Dionízio *et al.*, 2019).

Os ODAs foram úteis na resolução das atividades e isso trouxe uma boa percepção por parte dos alunos, no que diz respeito à compreensão deles ao utilizarem os aplicativos para resolução das atividades, conforme pode-se observar nos enunciados:

A2: que há mais meios de aprendizagem;
A8: o entendimento sobre pH;
A12: ver a atividade em execução;
A16: melhor atenção durante a realização da atividade
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

O aluno A2 comentou sobre a existência de muitos meios para facilitar a aprendizagem, isso significa que o ODA utilizado foi bem recebido. Na verdade, há muitos recursos a serem explorados para o ensino de Química, porém muitos ainda não são utilizados, inclusive os ODAs, por várias razões, dentre elas menciona-se: que o ensino de Química em muitas escolas ainda é tradicional e que muitos professores ainda desconhecem outros métodos de ensino.

O aluno A12 destaca que a partir do uso do ODA ele pôde ver a atividade em execução, ou seja, uma nova ferramenta que possibilita visualizar melhor o conteúdo. Para A8, a tecnologia melhorou o entendimento do conteúdo, isso mostra como o uso do ODA ajudou na compreensão, trazendo o aluno a essa conclusão, em outras palavras, o aluno estava com dificuldades e com o auxílio de um ODA, em uma atividade investigativa, foi essencial para entendimento de um conceito. Segundo Pauletti, *et al.* (2017), a Química é de natureza abstrata e muitas contextualizações não podem ser vistas a olho nu e com isso os alunos ficam desmotivados por não compreenderem os conceitos. Os ODAs fazem com que os alunos visualizem um dado conceito aplicado. Na avaliação do A16, o ODA prende a atenção do aluno, despertando o seu interesse. Diante disso, pode-se dizer que o uso de ODA desperta o interesse dos alunos e é um desafio para o professor incluir essa tecnologia em suas aulas (Oliveira; Souto; Carvalho, 2018).

Os alunos trouxeram um *feedback* sobre as facilidades encontradas ao utilizar o aplicativo *Escala de pH básico- PhET Interactive Simulations*, durante a realização das atividades, envolvendo o pH de substâncias dentro do conteúdo de Equilíbrio Químico.

A5: O aplicativo é fácil de mexer e de aprender;
A9: A automação online de um laboratório;
A10: Contato facilitado com diversas substâncias;
A12: Determinar o pH;
A13: A maneira de compreender o conteúdo;
A16: O aplicativo é fácil de compreender
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

Os alunos A5, A13 e A16 comentam sobre as facilidades dos ODAs, como “é fácil de mexer e de aprender”, “a maneira de compreender o conteúdo”, “O aplicativo é fácil de compreender”, mostrando que os ODAs trazem uma importante contribuição para o ensino de Química, contribuindo para o entendimento. Já A9, A10 e A12 demonstram que entenderam o conteúdo de Equilíbrio Químico, com o uso do ODA. Os alunos relacionam com as Figuras 9 e 10.

Na figura 9 e 10, pode-se ver o ODA em funcionamento, de modo a simular um laboratório online. Isso faz com que o aluno tenha contato com diversas substâncias para determinar o pH, trazendo uma compreensão dessa parte do conteúdo de Equilíbrio Químico. Os ODAs que simulam experimentações podem ser um recurso valioso para as aulas práticas, seja no formato virtual ou presencial, sobretudo, para docentes que não dispõem de meios suficientes para conduzir experimentos em um laboratório de Química (Pereira, 2021).

Os alunos trouxeram mais um *feedback* sobre o encontro com a utilização do ODA *Escala de pH*, representado na Figura 10:

Figura 10: Representando as atividades no ODA *Escala de pH*

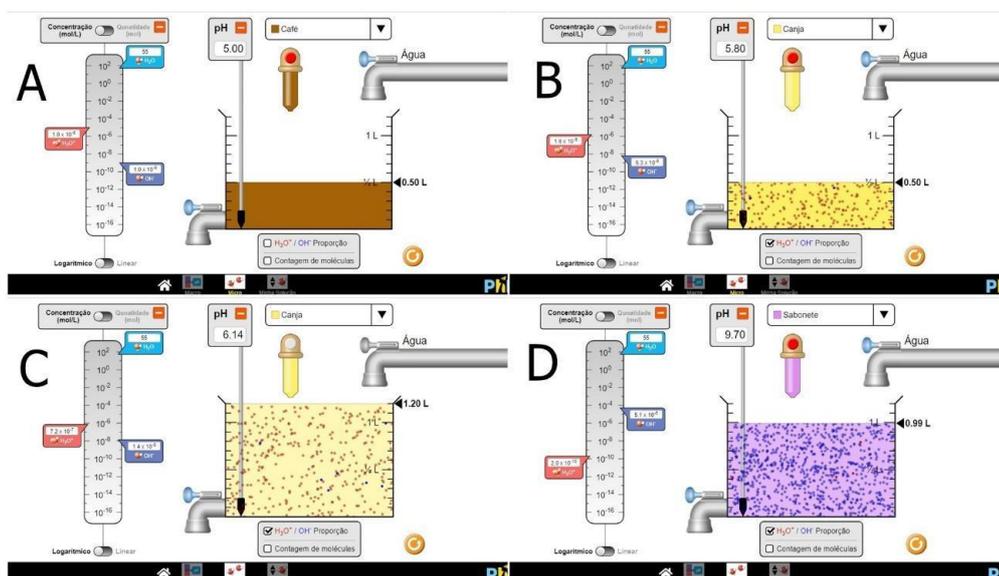


Figura A (Visualização íons H^+ e OH^- do Café no painel à direita);
 Figura B (Visualização íons H^+ e OH^- da Canja no recipiente);
 Figura C (Visualização íons H^+ e OH^- da Canja no recipiente após adição de água);
 Figura D (Visualização de íons H^+ e OH^- do Sabonete no recipiente),

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O ODA *Escala de pH* (Figura 10) é semelhante ao ODA utilizado, apontado na Figura 8, porém tem algumas funções a mais que é mostrar a quantidade de íons H^+ e OH^- . A primeira atividade foi para os alunos: escolherem 2 substâncias; anotarem a quantidade adicionada e o seu pH (Figura 10A); identificar a quantidade da concentração de H^+ (representado pelas partículas vermelhas) OH^- (representado pelas partículas azuis); e anotar a concentração desses íons, identificando qual aparece em maior ou menor quantidade, identificando o caráter ácido ou básico. Essas identificações eram feitas através da barra que mostra as potências de 10; e as caixas de texto em vermelho e azul indicam a quantidade de íons (Figura 10B). Eles deveriam escolher duas substâncias e determinar se uma substância é ácida, neutra ou básica, anotando o pH da substância (o pH é mostrado clicando no botão vermelho ao lado do indicador de pH, onde uma seta é posicionada dentro do líquido), e também anotar pH após adicionar a água (clicando na torneira) (Figura 10C). E por último, eles deveriam anotar, das suas substâncias anteriores, a quantidade de H^+ e OH^- identificando qual está em maior quantidade em cada uma (Figura 10D).

Com a realização das atividades, foram obtidas as percepções dos alunos sobre as dificuldades encontradas, como verifica-se a seguir:

A15: Sim, é fácil de entender

A16: Um ensino melhor e com mais participação dos alunos

A17: Sim, muito fácil, não encontrei nenhuma dificuldade

(Roteiro de entrevista Semiestruturada: Julho 2022).

Nos enunciados, os alunos dizem que não encontraram nenhuma dificuldade durante o uso do ODA, ou seja, não tiveram dificuldades em entender o uso do aplicativo, associado ao conteúdo que estudaram. Eles apresentaram alguma dificuldade na realização das atividades de forma teórica sem o uso do ODA. Como pode-se observar em algumas respostas, como A15, A16 e A17, confirmando que o uso de ODA pode trazer uma contribuição nos processos de ensino e aprendizagem para melhorar a compreensão do aluno sobre o conteúdo estudado.

Como pode-se perceber na figura 10, a visualização do pH, das quantidades, dos íons, tanto no recipiente quanto no painel ao lado, possibilita ao aluno entender esses conceitos de acidez e basicidade dentro do conteúdo de Equilíbrio Químico em vários aspectos, seja da modelagem e/ou representação. Desse modo, “Os laboratórios virtuais utilizados no ensino de Química constituem importantes recursos didáticos para o avanço dos processos de ensino e aprendizagem, ao passo que podem contribuir para ações de mediação na construção do

conhecimento” (Pascoín; Carvalho, 2021). Os laboratórios virtuais de Química são recursos didáticos valiosos que podem melhorar o ensino e a aprendizagem. Esses ambientes virtuais permitem simular experimentos químicos, facilitando a compreensão dos conceitos teóricos e promovendo uma abordagem prática e interativa no ensino de Química.

Quando os alunos foram questionados sobre o que mais chamou sua atenção durante as atividades que utilizaram o aplicativo *PhET Interactive Simulations - Escala de pH*, responderam:

A1: a facilidade

A6: a tecnologia do simulador

A10: laboratório de química, experimentos que não podemos fazer presencialmente

A15: a forma ilustrativa e a simulação

A17: a fluidez do aplicativo

A18: o realismo na precisão

(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: Julho 2022).

Os ODAs chamam a atenção do aluno, pela facilidade tecnológica, como pode-se ver nos comentários de A1 e A6, como na Figura 11 é possível ver a interação deles com o ODA no laboratório de informática. Para A10, trata-se de “experimentos que não podemos fazer presencialmente”, em outras palavras, o ODA cria possibilidades, ele quis dizer que na ausência do laboratório físico, um ODA, pode ser um recurso útil e preciso. O professor deve ter um bom planejamento ao inserir em sala de aula o uso dos ODAs, observar as possibilidades de se realizar tal prática, dialogar com os alunos sobre as melhores possibilidades de se realizar uma aula com os ODAs, ver a escola quanto ao laboratório de informática, saber do acesso dos alunos a usos do smartphone, a conectividade, em suma, é preciso ter meios para que ocorra essa transformação dentro da sala de aula (Giordan, 2005; Pascoín; Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

Ainda sobre o que mais chama atenção com o uso do ODA, o aluno A15 destaca “a forma ilustrativa e a simulação”, A17 salienta a “fluidez do aplicativo[...]” e A18 “o realismo na precisão” (Figura 10). O pH (potencial hidrogeniônico) só pode ser medido através de experiências práticas com uso de indicadores ácido-base ou com o aparelho pHmetro. A forma ilustrativa que o ODA traz às substâncias e aos valores de pH substitui vários desses itens, que só podem utilizar no modo físico, e isso é possibilitado em um ODA, que simula essa experiência com o pH das substâncias.

No âmbito da Química, existem vários aplicativos que simulam vários processos e fórmulas, realidades virtuais que podem e devem ser exploradas como ferramentas

educacionais, ajudando os alunos na elaboração de modelos conceituais, permitindo a eles uma experiência única (Leite, 2019; Milani Júnior; Carvalho, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

Os alunos foram estimulados a refletir sobre possíveis cenários relativos à interação do ODA com substâncias e água, a fim de entender melhor seus efeitos na medição do pH (Figura 11).

Figura 11: Alunos utilizando o ODA, na sala de informática, da Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo, julho de 2022



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023)

O objetivo da atividade era explorar como o ODA poderia simular um pHmetro, podendo observar se o pH iria aumentar ou diminuir, quando uma quantidade de água era adicionada em uma determinada quantidade de substâncias. Sobre isso, disseram:

A1: ao misturar com outras substâncias;
A2: de acordo com a substância colocada ela pode aumentar ou diminuir;
A9: dependendo da substância;
A10: vai depender da substância utilizada;
A15: Depende da mistura o pH muda
A16: Depende da substância que for utilizar
A18: Depende do produto, quando uma solução básica é misturada com a água, o pH cai
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: Julho 2022).

Após a atividade de investigação utilizando o ODA, os alunos A1, A2, A9, A10, A15, A16 e A18 tiveram a percepção de que o pH da água sofre alteração, ao ser misturado com outras substâncias, sejam elas de caráter ácido ou básico. Sobre o funcionamento do aplicativo, como visto anteriormente, o aumento e diminuição do pH pode acontecer da seguinte maneira: em meio ácido ao adicionar água o pH aumenta e em meio básico ao adicionar água o pH diminui, a água neutraliza o pH em ambas as situações (Figura 10C e 10D). Para Scarpa e Campos (2018), o ensino de ciências por investigação é uma perspectiva de ensino que o professor utiliza estratégias para mediar e permitir que os alunos realizem investigações científicas.

Ao adicionar água em uma substância ácida o pH aumenta e ao adicionar água em uma substância básica o pH diminui, isso mostra a autoionização da água nesse processo. A simulação desse fenômeno pode-se ver na Figura 10C e 10D. Segundo Suart e Marcondes (2018), é preciso ser feita a inserção do Ensino por Investigação nas escolas, para melhorar a compreensão dos alunos sobre os conceitos científicos, para que possam compreender a construção do conhecimento, neste caso o aluno é o centro desse processo, a alfabetização científica promove aos alunos pensamento crítico, para isso as propostas de ensino devem ser aliadas ao ensino por investigação, para promover esse pensamento.

Para os pontos negativos do uso dos aplicativos em situação de ensino, também foram considerados alguns comentários dos alunos:

A4: internet ruim, lenta;
A6: nenhum;
A9: computador lento;
A12: internet ruim;

A15: internet lenta
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: junho de 2022).

O aluno A6 não encontrou pontos negativos, já A4, A9, A12 e A15 relataram problemas quanto ao uso dos aplicativos, devido a outros fatores como “internet lenta”, “computador lento”, o que é comum acontecer, pois alguns computadores da escola são antigos, e devido à grande quantidade de pessoas utilizando a internet, ela fica lenta. Todavia todos esses imprevistos já haviam sido calculados, todos computadores foram testados antes de serem utilizados, bem como foram selecionados apenas aqueles aparelhos que estavam em condições de uso. Antes de realizar uma atividade experimental ou outra atividade com ODA, é necessário verificar a estrutura da escola quanto às tecnologias digitais, para que não ocorra imprevistos que comprometam o processo de ensino-aprendizagem (Oliveira, Carvalho, Kapitango-A-Samba, 2019; Oliveira *et al.*, 2021; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023).

4.3 Ensino por investigação e o ODA como auxílio na compreensão dos conteúdos de Equilíbrio Químico

O uso do aplicativo *pH Testing* realizado na Sequência Didática (Anexo IX) foi utilizado para medir o pH de substâncias misturadas ao indicador natural de ácido-base, extrato de repolho roxo. Para tanto, foi realizado um experimento com extrato de repolho roxo misturado a outras substâncias, para que se pudesse obter misturas com cores distintas que representam a escala de pH de 0 a 14 (Figura 12A). Em 9 copos descartáveis estavam as substâncias que seriam utilizadas nas misturas e mais um copo contendo o extrato de repolho roxo, ao todo, portanto, eram 10 copos (Figuras 12B e 12C).

Os alunos foram anotando e fazendo um relatório, marcando o número do copo, a mistura que ele continha e a cor que cada um apresentava. A experiência foi realizada supervisionada pelo professor, porque algumas substâncias requerem cuidados quando manipuladas. As substâncias usadas foram limão, vinagre de álcool, detergente, açúcar, bicarbonato de sódio, sal amoníaco, sabão em pó, água sanitária, soda líquida (Figura 12A), as quais foram misturadas com extrato de repolho roxo (3 folhas de repolho roxo em 1,5 litros de água).

Figura 12: Experimento com extrato de repolho roxo

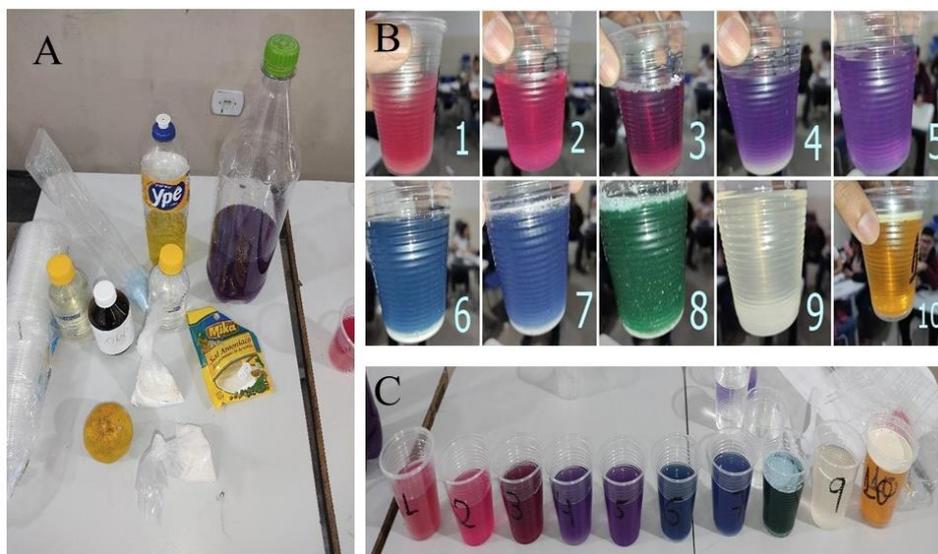


Figura 12A Substâncias utilizadas e o extrato de repolho roxo;
 Figura 12B Misturas com extrato de repolho roxo nos recipientes enumerados: 1. limão, 2. vinagre de álcool, 3. detergente, 4. açúcar, 5. extrato de repolho roxo puro, 6. bicarbonato de sódio, 7. sal amoníaco, 8. sabão em pó, 9. água sanitária, 10. Soda líquida e
 Figura 12C Todas as misturas das experiências.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Após as experiências, os alunos fizeram o uso do ODA *pH Testing* para poder obter o valor do pH das substâncias. No mesmo relatório anterior, eles puderam anotar o valor de cada pH obtido nestas misturas. Para obter o valor do pH das substâncias, é preciso tirar a foto ou escolher na galeria uma foto do experimento clicando em “Capture” e inserir no aplicativo (Figura 13A e 13B), logo após, posicionar na cor da substância para que o aplicativo mostre o valor do pH. Nas representações da figura 13C e 13D estão a mistura de extrato de repolho roxo com vinagre e extrato de repolho roxo com soda líquida respectivamente.

O Ensino por Investigação é uma perspectiva pedagógica abrangente, que vai além das práticas experimentais, envolvendo diversas estratégias didáticas, permitindo que os alunos colem informações e construam conceitos científicos de forma ativa. O Ensino por investigação favorece um aprendizado mais significativo e participativo, além de desenvolver habilidades investigativas e sócioemocionais nos alunos. O Ensino por Investigação é uma metodologia inovadora e desafiadora, pois estimula a curiosidade e a criatividade dos alunos, preparando-os para serem cidadãos críticos e engajados com o

mundo ao seu redor (Miranda, 2021; Kosminsky; Giordan, 2002; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023). Isso pode ser observado na figura 13E.

Figura 13: Atividade com o uso do aplicativo *pH Testing* para medir o pH

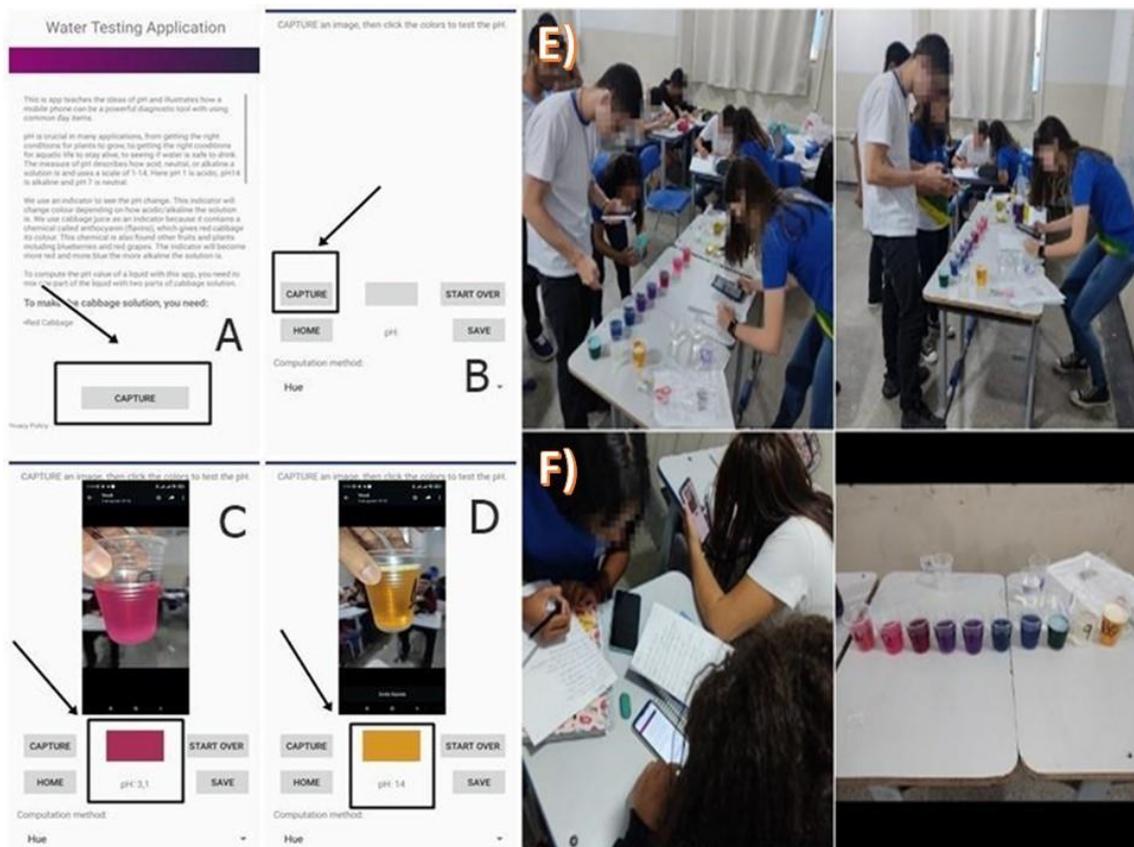


Figura 13A (tela de captura);

Figura 13B (Tela de capturar ou inserir imagem);

Figura 13C e 13D (Tela mostrando o pH das substâncias) ODA “pH Testing;

Figura 13E (alunos fotografando as experiências), F (alunos fazendo relatórios)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Após a aula prática (Figura 13E e 13F) realizada com a Sequência Didática Ensino por Investigação, foi utilizado um ODA para medir o pH das substâncias testadas e os alunos trouxeram suas opiniões, se o ODA como o *pH Testing* poderia ser utilizado nas aulas de Química, para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, os alunos responderam:

A1: Sim, porque é melhor para a resolução

A3: Sim, pois facilita no aprendizado

A4: Sim, a aula fica mais interessante

A9: Sim, por conta de maior contribuição dos alunos

A15: Sim, é mais prático

A16: Sim, melhor entendimento e participação dos alunos
A17: Sim, porque fica uma aula mais produtiva
(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: Agosto 2022).

Como pode-se perceber nos comentários de A1, A4, A3, A9, A16 e A17 o uso do ODA traz um olhar positivo dos alunos, toda aula diferenciada traz um maior envolvimento da turma, unindo a teoria e prática; o ODA trouxe uma contribuição para os momentos de ensino e aprendizagem referente o conteúdo proposto Equilíbrio Químico, tornando a aula mais interessante, proporcionou interação entre os alunos e engajamento, tornando a aula mais produtiva.

Nesse sentido, ressalta-se a importância dos professores inovarem com novas ferramentas, que possam ser usadas no ensino de Química. Pelo comentário de A4 “Sim, a aula fica mais interessante”, pode-se observar o envolvimento dos alunos durante as aulas (Figura 14). O envolvimento dos alunos nas aulas práticas e nas aulas utilizando ODA (Figura 13E, 13F) pode potencializar o Ensino de Química. Os ODAs são recursos importantes especialmente na área de Química, eles podem ser usados com o auxílio do professor – que é a principal ponte dessa ligação da tecnologia com os alunos. O computador ou smartphone, que são ferramentas de grandes destaques na ciência em todas as áreas e o seu bom uso, podem contribuir para o processo educacional; bem como a internet, que também é essencial pois os alunos têm acesso ao um mundo de recursos, que possibilitam essa experiência (Pereira, 2021; Ferraz; Carvalho; Negreiros, 2023; Santos Junior, 2021).

Ainda sobre o *feedback* dos alunos, o aluno A16, ao se referir ao ODA *pH Testing*, menciona que ele proporciona "melhor entendimento", sugerindo que o aplicativo foi eficaz em ajudá-lo a compreender os conceitos relacionados ao pH. Além disso, destaca a "participação dos alunos", indicando que o aplicativo promoveu um ambiente atrativo, mais engajador e interativo. O ODA *pH Testing* é um aplicativo muito fácil de manusear (Figura 13E), desse modo, pode-se ver que os alunos estão interagindo, refletindo, fotografando os experimentos feitos nas atividades investigativas e fazendo as anotações dos relatórios (Figura 13F). Segundo Leite (2019), os demais aplicativos e recursos multimídia que envolvem programas interativos e simuladores visam aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem.

O Ensino de Química, como o conteúdo de Equilíbrio Químico, é reconhecido como uma tarefa complexa, uma vez que a literatura relata diversos fatores que dificultam o processo de compreensão, como a representação das fórmulas, reações químicas, visualização do pH, entre outros. A inclusão de experimentos práticos e ODA é mais

produtiva para a compreensão do conteúdo. A combinação de experimentos práticos, ODA e revisões constantes do conteúdo pelo professor, promove uma efetiva contribuição para o entendimento de Química (Santos Junior, 2021; Ferraz, Carvalho; Negreiros, 2023).

Os alunos também deram sua opinião sobre a contribuição do ODA para uma melhor compreensão dos conteúdos propostos relativos ao Equilíbrio Químico.

A1: Sim, com o uso das tecnologias ajuda no entendimento é mais rápido;

A2: Sim, pois tem mais facilidade de aprendizado;

A3: Sim, dá pra ver o pH mais rápido;

A5: Sim, pois dá pra ver o pH detalhadamente;

A12: Sim facilita o entendimento

(Roteiro de Entrevista Semiestruturada: Agosto 2022).

O entendimento rápido, a facilidade, a possibilidade de ver o pH foram algumas das percepções dos alunos A1, A2, A3, A5 e A12. A percepção dos alunos mostra, mais uma vez, que o ensino de Química, aliado ao ODA, pode trazer uma contribuição ao ensino e aprendizagem dos alunos, muito embora a aprendizagem não seja o objeto da análise do momento.

Na Figura 13, têm-se as substâncias que são encontradas no nosso cotidiano, que ao serem misturadas ao extrato de repolho roxo mudaram de cor, representando a escala de pH, isso já desperta o interesse do aluno. Já na Figura 13E, os alunos estão fotografando e inserindo as imagens, utilizando o ODA, para poder visualizar o pH, como citou A3 e A5, a questão de poder ver o pH mais rápido e de forma detalhada (Figura 13C e 13D), isso é de grande importância, a articulação entre teoria e prática, e agora utilizando a tecnologia, para auxiliar na atividade investigativa.

Conforme Dionízio *et al.* (2019, p. 3), “A contextualização no Ensino de Química é um fator relevante ao processo de ensino-aprendizagem, surgindo como condição que desperta a motivação do aluno e o induz a construir o próprio conhecimento de maneira crítica e ativa”. Os ODAs com conteúdo científico são valiosos para o Ensino de Química, especialmente o conteúdo de Equilíbrio Químico. Quando os alunos têm a oportunidade de usar ODA com supervisão do professor e se envolver em atividades bem planejadas, eles conseguem construir conhecimento de maneira significativa, o que é essencial para o processo de aprendizagem. Essa interação com esses ODA proporcionam uma experiência mais envolvente e prática, permitindo que os alunos explorem conceitos científicos de forma mais dinâmica (Meleiro, Giordan, 2003; Oliveira; Carvalho, 2020).

Durante a experiência com extrato de repolho roxo e substâncias, os alunos destacaram acerca da precisão do aplicativo, na determinação do pH:

A2: Houve variabilidade no pH do mesmo ingrediente
 A15: Sim, apesar de não ser tão preciso ele ajuda a descobrir o valor aproximado do pH
 (Roteiro de Entrevista Semiestruturada: Agosto 2022).

Os alunos A2 e A15 observaram variações ocorridas ao tentar obter o pH pelo aplicativo, através da foto do experimento, porém o aplicativo ajuda, de certa forma, a obter o pH aproximado da substância misturada ao repolho roxo, uma vez que ele foi feito exclusivamente para esse tipo de uso. Os alunos foram orientados: a tirar fotos sem flash, clicar em cima da cor da substância para que por meio do aplicativo pudesse detectar o pH, porque com essas interferências, havia variações no pH, mas a maioria das vezes que mediram deram certo (Figura 13E). A compreensão das representações gráficas em Química, especialmente no conteúdo de Equilíbrio Químico, é de crucial importância para o progresso dos discentes. Computadores ou smartphones são importantes aliados em recursos como simulações de experimentos, reações químicas, fórmulas moleculares, trazendo uma melhor compreensão e destaque do conteúdo (Leite, 2019; Veras *et al.*, 2022; Silva; Silva; Silva, 2019; Silva *et al.*, 2021).

Quando perguntados a respeito dos benefícios e as dificuldades apresentadas ao utilizar o ODA, os alunos disseram:

A1: A facilidade para encontrar o pH (Sobre os benefícios);
 A2: Maior velocidade (Sobre os benefícios);
 A10: Às vezes dava o resultado errado (Sobre as dificuldades);
 A15: É rápido e fácil de usar (Sobre os benefícios);
 A16: Não é difícil de utilizar o aplicativo (Sobre os benefícios);
 A18: Não é muito preciso (Sobre as dificuldades)
 (Roteiro de Entrevista Semiestruturada: Agosto 2022).

Os alunos A1, A2, A15 e A16 fizeram comentários positivos sobre os benefícios do ODA *pH Testing*, dizendo que foi um recurso auxiliar na aula prática na determinação do pH. Os alunos A10 e A18 falaram sobre as dificuldades encontradas, apontando para a imprecisão dos resultados na hora de mostrar os valores. Sobre isso, é importante dizer que os resultados, às vezes, apresentam inexatidão, porque depende muito de vários fatores, tais como: na hora de posicionar-se na cor da substância; quando tirada uma foto com sinais de “flash” na imagem, sombras, entre outros. Isso pode prejudicar o resultado preciso do aplicativo. Na Figura 13E, pode-se ver os alunos fotografando as misturas. Segundo Santos

Junior (2021), a estratégia que combina experimentos práticos, simulações computacionais e revisões constantes do conteúdo pelo professor, pode ser uma abordagem valiosa para a aprendizagem efetiva em Química.

O objetivo do ensino por investigação é relacionar a teoria e a prática, os alunos visualizam a teoria, aprendem os conceitos básicos e principais do conteúdo, e através dos experimentos, eles conseguem assimilar melhor esses conteúdos. A prática é importante para que os alunos consigam entender os conceitos estudados na teoria, o entendimento dos conceitos científicos fica melhor quando investigações são colocadas junto ao aprendizado, isso ajuda no papel de construção do conhecimento, no trabalho científico realizado (Carvalho, 2004, Suart; Marcondes, 2018; Azevedo, 2004).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início da aplicação do conteúdo sobre Equilíbrio Químico, foi realizado um trabalho de intervenção, resgatando conceitos anteriores, visto que era um conteúdo complexo para os alunos, nesse sentido, foi trabalhado o Equilíbrio Químico e seus temas relacionados, como Equilíbrio Iônico em sistemas aquosos, autoionização da água, escala de pH e pOH, produto iônico da água, acidez e basicidade. Assim, utilizando exemplos cotidianos e escalas de pH de 0 a 14 foi possível ensinar com o objetivo de que os alunos assimilassem o conteúdo com substâncias e situações que já haviam vivenciado no dia a dia.

Os alunos receberam muito bem a proposta de participar desta pesquisa e realizar as atividades. Inicialmente, foi preciso uma conversa com os alunos, com os pais para que incentivassem os seus filhos a participarem ativamente das aulas, para que obtivesse um bom material para que fosse realizar essa pesquisa, melhor ainda, que essa pesquisa contribuísse com o processo de ensino e aprendizagem desses estudantes.

Foram dois encontros utilizando o site *PhET Interactive Simulations*, e com as atividades contextualizadas, sendo possível ver que os alunos compreenderam a acidez e a basicidade. Pôde-se observar que os ODAs trazem uma boa contribuição para os processos de ensino e aprendizagem, tornado os momentos e os assuntos abordados mais atrativos, dinâmicos e interativos. E o outro encontro foi a aula prática com o uso do indicador ácido-base natural o extrato do repolho roxo, que despertaram o interesse dos alunos, uma simples atividade prática, utilizando substâncias presentes no cotidiano. Foi utilizado também o ODA *pH Testing*, um aplicativo para smartphones Android, mesmo que alguns alunos relataram imprecisão dos resultados pelo aplicativo em alguns momentos, ele ajudou a identificar o pH das substâncias que foram misturadas ao repolho roxo.

Na análise de dados, pôde-se perceber as diversas respostas dos alunos no Roteiro de Entrevista referentes ao uso dos ODAs utilizados, durante a Sequência Didática. Nos primeiros encontros, foi feita uma aula expositiva, com exercícios a serem resolvidos sobre os temas Equilíbrio Químico: Equilíbrio Iônico em sistemas aquosos. Foram realizados exercícios de fixação, para eles compreenderem os conceitos básicos de escala de pH e pOH, para enfim poder explorar os ODAs, sem esse entendimento inicial eles não conseguiriam manusear os ODAs.

Além disso, os resultados mostram que o uso de ODA trouxe contribuição para os alunos no que diz respeito ao entendimento do Equilíbrio Químico, e sobre como funcionam

essas/esses reações/fenômenos. A Química é uma ciência visual e experimental, portanto carece de um laboratório físico ou virtual. Neste caso os ODAs simularam o laboratório, de modo que os alunos fizeram experimento online; por meio de práticas investigativas, envolvendo o indicador natural de ácido-base repolho roxo, os alunos puderam fazer experimentos utilizando substâncias presentes no cotidiano deles; utilizaram um ODA para auxiliar na visualização do pH das substâncias, confirmando os conceitos que eles estudaram nas primeiras semanas.

Pode-se compreender que o Ensino do Equilíbrio Químico, baseado no Ensino por Investigação, com o uso de ODAs fez com que os alunos vivenciassem o conteúdo Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico da água, entenderam o que é acidez e basicidade, como funciona a dissociação iônica da água, aprendendo a relacionar o assunto com o cotidiano, associar com o uso do ODA e visualizar a Escala de pH. Puderam, ainda, vivenciar uma aula experimental baseada no Ensino por Investigação e trabalhar com o ODA para concretizar seus resultados. Nos *feedbacks*, os alunos relataram a praticidade, rapidez do ODA e sua capacidade de visualizar o pH.

Considerando que o conteúdo de Equilíbrio Químico necessita de visualização, os ODAs, contribuíram para que pudessem visualizar o pH, entrando em contato com diferentes substâncias disponíveis no ODA, que é o caso dos ODAs do site *PHeT Interactive Simulations*, conseguiram explorar as substâncias ácidas e básicas. Por intermédio do Ensino por investigação conseguiram descobrir quando a concentração de íons H^+ e OH^- estavam indicando que uma substância é ácida ou básica, contribuiu para que os alunos entendessem a autoionização da água, quando da visualização do pH de uma substância, após a adição de água com outras substâncias. Com o ODA “pH Testing” os alunos puderam descobrir o pH das substâncias do experimento prático com extrato do repolho roxo, misturados a outras substâncias. Os ODAs contribuiu em diversos aspectos para que se pudesse compreender o Equilíbrio Químico de forma prática utilizando o ODA, por intermédio do Ensino por Investigação, onde as sequências didáticas fizeram com que os alunos seguissem o roteiro prático e entendessem as situações ali propostas.

Entretanto, aulas utilizando ODA pode ser ainda um grande desafio para os professores, em especial no Ensino de Química, uma disciplina considerada difícil, que, muitas vezes, não há a presença de laboratório físico para possibilitar certas experiências aos alunos. Já com o uso de ODA isso pode ser possível (sites e aplicativos), trazendo uma

contribuição aos alunos, para compreensão dos conteúdos de Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos.

Portanto, é provável que os desafios não tenham fim, porque a cada ano surgem novas tecnologias educacionais que podem auxiliar o professor nos processos de ensino e aprendizagem, assim, resta ao professor buscar aperfeiçoamento com o apoio da Escola, para que se possa melhor atender aos alunos.

6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. *In: CARVALHO, A. M. P. (Orgs.) Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática* São Paulo: Cengage Learning Brasil, 19-34 p., 2004.

BENTO, A. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista JA** (Associação Acadêmica da Universidade da Madeira), nº 65, ano VII (p. 42-44), 2012.

BORGES, R. S; SÁ, E. R. A; SOUSA, N. M. O. Concepções dos alunos sobre o uso de simulações interativas como ferramenta no ensino de Química. **Educação Química En Punto de Vista**, v. 4, n. 2, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRAUNER, C. F; CIGALES, M. P; SOARES JUNIOR, R. C. Algumas considerações sobre a teoria interpretativista e o método indutivo na pesquisa social. **Revista Querubim** – revista eletrônica de trabalhos científicos nas áreas de Letras, Ciências Humanas e Ciências Sociais – Ano 10 Nº22 – 2014.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. *In: CARVALHO, CARDOSO, M. J. C; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 1025–1059, 2018.

CARDOSO, T; ALARCÃO, I; CELORICO, J. **Revisão da literatura e sistematização do conhecimento**. Porto: Porto Editora, 2010.

CARMO, H; FERREIRA, M. **Metodologia para a investigação: Guia para Autoaprendizagem**. Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

CARVALHO, A. M. P. Critérios Estruturantes para o Ensino de Ciências. *In: CARVALHO, A. M. P. (Orgs.) Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 1 - 18 p., 2004.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, v. 164, 2013.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: CARVALHO, A. M. P. (Orgs.) Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 1-20 p. 2013.

CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2013. 9788522115495. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522115495/>. Acesso em 22 de agosto de 2021.

CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2004. 9788522114078.

COSTA, J. P. **A utilização do jogo “Equilibrando o pH” como ferramenta didática para o estudo do equilíbrio químico no Ensino Médio**. Monografia. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

DIONÍZIO, T. P. *et al.* O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de Química. **EaD em Foco**, v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/809>>. Acesso em: 23 jul 2022.

DORSA, A. C. O papel da revisão da literatura na escrita de artigos científicos. **Interações** (Campo Grande), v. 21, n. 4, p. 681–683, jul. 2020.

FARIAS, A. A. **Ensino de Matrizes por Atividades em Sequências Didáticas: Estudos de Situações Didáticas e Aspectos Curriculares**. Dissertação. Universidade do Estado do Pará, 2021.

FERRAZ, R. S; CARVALHO, J. W. P; NEGREIROS, C. L. O uso dos objetos digitais de aprendizagem “Massa Molar” e “Concentrações” no ensino médio durante o ensino remoto. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 9, n. jan./dez., p. e205723, 2023. DOI: 10.31417/educitec.v9.2057. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/2057>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FERREIRA, S; CORRÊA, R; SILVA, F. C. Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 25, n. 4, p. 999–1017, out. 2019.

FREITAS, A. P; CAMPOS, A. F. Percepções de professores de Química do nível médio sobre problema e exercício. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 13, n. 28, p. 151-165, dez. 2017.

GUAZI, T. S. Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas. **Revista Educação, Pesquisa e Inclusão**. Universidade Federal de Roraima, v. 2, 16 dez. 2021.

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

GIORDAN, M; GÓIS, J. Telemática Educacional e Ensino de Química: considerações em Torno do Desenvolvimento de um Construtor de Objetos Moleculares. **RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 3, n. 2, p. 41–60, 2004.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999.

GIORDAN, M; GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Linhas Críticas**, v. 11, n. 21, p. 285–302, 2005.

Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/3255>>. Acesso em: 23 jul 2022.

GIORDAN, Marcelo. O computador na Educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 11, n. 2, p. 279–304, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DWLBHfym63TNc5Ns6NG7hsM/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 23 jul 2022.

GOMES, A. L; BILESSIMO, S.M.S; SILVA, J.B. Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 499–519, 2020.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org). **Pesquisa Social**. 23.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

GONÇALVES, F. P; BIAGINI, B; GUAITA, R. I. As transformações e as permanências de conhecimentos sobre atividades experimentais em um contexto de formação inicial de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 101, 2019.

GRESCZYSCZYN, M. C. C; CAMARGO FILHO, P. S; MONTEIRO, E. L. Aplicativos educacionais para smartphone e sua integração com o ensino de química. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 17, n. 5, p. 398, 2016. Disponível em: <<https://revista.pgsskroton.com/index.php/ensino/article/view/4536>>. Acesso em: 23 jul 2022.

GUIMARÃES, Y. A. F; GIORDAN, M. Elementos para validação de sequências didáticas. In: **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**. (p.1-8). Águas de Lindóia, SP, 2013.

KENSKI, V. M; MEDEIROS, R. A; ORDÉAS, J. Ensino Superior em tempos mediados pelas Tecnologias Digitais. **Trabalho & Educação**, v.28, n.1, p.141-152, 2019.

KENSKI, Vani Moreira. Tecnologias e ensino presencial e a distância. Campinas, SP: **Papirus**, 2003.

KOSMINSKY, L; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química - Nova na Escola**, São Paulo, n. 15, p. 11-18, 2002.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 3, p. 326-340, 2019.

LIMA, M. F; ARAÚJO, J. F. S. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 23, 22 de junho de 2021. Disponível em:

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/23/a-utilizacao-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-como-recurso-didatico-pedagogico-no-processo-de-ensino-aprendizagem>.

LOCATELLI, Tamiris. A Utilização de Tecnologias no Ensino da Química. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, Ed. 08, Vol. 04, pp. 5-33, Agosto de 2018. ISSN:2448-0959. Link de Acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/tecnologias-no-ensino>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/tecnologias-no-ensino

LOURO, C. C. **A importância de recursos didáticos no estudo do equilíbrio químico simulações computacionais e atividades laboratoriais**. Dissertação. Universidade da Beira Interior. Covilhã- Portugal, 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MANZINI, E. J. Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um Programa de Pós-graduação em Educação. **Revista Percursos**, v. 4, n. 2, p. 149-171, 2012.

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

MELEIRO, A; GIORDAN, M. Hipermissão no ensino de modelos atômicos. **Textos LAPEQ**, nº 9, USP, 2003.

MILANI JÚNIOR, J.; PIRES, J.W.P. AnReQuim: Um recurso digital para o Ensino de Química. **Signos**, v. 41, n. 2, 28 dez. 2020.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MIRANDA, Nilson Fonseca. **Tecnologias Digitais no ensino de química**. Tese. repositorio.ufc.br, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/28643>>. Acesso em: 17 Sep. 2021.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013. 9788521637707. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>. Acesso em: 13 Nov 2022

MORHY, P. E. D; TERAN, A. F; NEGRÃO, F. C. Avaliação formativa na educação infantil: sequências didáticas a partir do tema água. **Experiências em ensino de ciências**, 14, 531-541, 2019.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual: discursiva. 1. ed. Ijuí: **Editora Unijuí**, 2007.

NASCIMENTO, V. B. A Natureza do Conhecimento Científico e o Ensino de Ciências. *In: CARVALHO, A. M. P. (Orgs.) Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo: Cengage Learning Brasil, 35 - 58 p., 2004.

NORONHA, D. P; FERREIRA, S. M. S. P. Revisões de literatura. *In: CAMPELLO, B. S; CONDÓN, B. V. S; KREMER, J. M. (Org.). Fontes de informação para pesquisadores e profissionais.* Belo Horizonte: UFMG, 2000.

OLIVEIRA, F. C; SOUTO, D. L. P; CARVALHO, J. W. P. Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a hiperfórmula Equimódi@. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 5 jul. 2018.

OLIVEIRA, F. C; MILANI JUNIOR, J; CARVALHO, J. W. P. Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v.17, nº 49, p. 086 – 103, PPGE/UNESA, Rio de Janeiro 2020.

OLIVEIRA, F. C; SOUTO, D. L. P; CARVALHO, J. W. P. Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. **Revista Tecnologias na Educação**. Ano 8, Número/Vol. 17, 2016.

OLIVEIRA, M. E. R. S. N.; CARVALHO, J. W. P; KAPITANGO-A-SAMBA, K. K. Objetos Digitais de Aprendizagem como Recurso Mediador do Ensino de Química. **Revista Cocar**, v. 13, n. 27, p. 1005–1021, 2019.

OLIVEIRA, F. C. *et al.* QUILEGAL: Um recurso para o ensino de Ciências Naturais. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 2, p. 707-730, 2021.

PASCOIN, A. F; CARVALHO, J. W. P. Representações Quantitativas em Laboratórios Virtuais para o Ensino de Química. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 22, n. 2, p. 152–159, 2021.

PASCOIN, A. F; CARVALHO, J. W. P. Objeto Digital de Aprendizagem como proposta pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar** , v. 6, n. 17, 2020.

PAIVA, M. M. *et al.* Desafios enfrentados no desenvolvimento de objetos digitais de aprendizagem e o QuiLegal. **Multidisciplinary Reviews**, v. 4, p. e2021002-e2021002, 2021.

PAULETTI, F; MENDES, Michel; ROSA, M. P. A; CATELLI, F. Ensino de química mediado por Tecnologias Digitais: o que pensam os professores brasileiros? **Interacções**, v. 13, n. 44, 2017.

PEREIRA, B. C. **Proposta de uma atividade prática investigativa de química orgânica para o ensino médio.** Dissertação. PROFQUI, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2021. Disponível em: <<http://bdtd.ufmg.br/handle/tede/1062>>. Acesso em: 5 maio 2023.

PEREIRA, D.I.S. **Softwares Educacionais no Ensino de Química**. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2014.

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

RECEPUTI, C. C; PEREIRA, T. M; VOGEL, M; REZENDE, D. B. A experimentação pelo olhar de graduandos em química: relações com o contexto formativo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 313, 2020.

ROCHA, J. S; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **XVIII ENEQ**, Florianópolis, 2016.

SANT'ANA, C. DE F; CASTRO, D. L. DE. Ensino de Química em repositórios digitais: Uma análise de simuladores sob o viés da experimentação por investigação. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 2, p. e1382588, 1 jan. 2019a.

SANT'ANA, C. de F; CASTRO, D. L. de. Interface tecnologias digitais no ensino de química e alfabetização científica: o que relatam os artigos científicos? **Revista Prática Docente**, [S. 1.], v. 4, n. 2, p. 621-640, 2019b. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2019.v4.n2.p621-640.id490.

SANTOS, D. F; PRUDÊNCIO, C. A. V. O uso de sequências didáticas no ensino sobre microrganismos: uma revisão da literatura em periódicos e eventos nacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. 1.], v. 25, n. 3, p. 577–600, 2020. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p577. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2160>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SANTOS JUNIOR, J. B. DOS *et al.* Uma investigação sobre a efetividade da experimentação e da simulação para a aprendizagem significativa em Química Orgânica. **Revista Themis**, v. 19, n. 3, p. 499–516, 7 out. 2021.

SANTOS, C. C. R. M; CARBO, L; MELLO, G. J. Atividades Práticas e Mostra do Conhecimento Sobre a Temática Água no Processo de Ensino-aprendizagem de Ciências na EJA. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 18, p. 326-330, 2017.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16(1), p. 59–77, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002257551>>. Acesso em: 1 abr. 2023.

SASSERON, L. H. Interações Discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A.M.P. (Orgs.) **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, p. 41-62, 2013.

SCARPA, D. L; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25–41, 2018.

SILVA, F. C. *et al.* Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 27, p. e21061, 2021.

SILVA, K. A. P; VERTUAN, R. E, SILVA, J. M. G. Ensino por investigação nas aulas de Matemática do curso de licenciatura em Química. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 14, n. 31, p. 54-72, nov. 2018. ISSN 2317-5125.

SILVA, N. S. DA; SILVA, F. C; SILVA, E. P. C. O uso de simulações computacionais para compreensão do conceito de ácido e base. **PLURAIS - Revista Multidisciplinar**, v. 4, n. 2, p. 47, 19 ago. 2019.

SILVA, S.O. **Experimentação e utilização de simuladores virtuais: abordagens alternativas para o ensino de ácido e base no ensino médio.** Monografia. Instituto Federal do Amazonas, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/707>>. Acesso em: 4 maio 2023.

SIQUEIRA, F; FILHO, O. S; CIRINO, M. M. Utilização e avaliação de software educacional para ensino de equilíbrio químico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 88-105, jan./abr. 2018.

SOUZA L. **Ensino híbrido é tendência para a vida escolar no mundo pós-pandemia.** Agência Brasil. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-07/ensino-hibrido-e-tendencia-para-vida-escolar-no-mundo-pos-pandemia>>. Acesso em: 17 Sep. 2021.

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam.** Porto Alegre: Penso, 2011.

SUART, R.C.; MARCONDES, M.E.R.M.O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 20, n. 0, 2018.

TOZONI-REIS, Marília Freitas. **Metodologia da Pesquisa Científica.** Curitiba: IESDE, 2009. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/195/3/01d10a03.pdf> Acesso em 20/01/2022.

VENDRUSCOLO, T. P. S; CASTRILLON, M. A. S; SANTOS, O. A. M. Ensino de química por investigação: concepções de estudantes de uma escola pública do estado de mato grosso. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 610–620, 2019.

VERAS, D. C; MOURA, M. R. de S; SAMPAIO, M. S; COLE, T. S. S. Uso de laboratório virtual e pensamento computacional como estratégia pedagógica auxiliar no ensino de química. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 14, p. 742–755, 2022. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1839>. Acesso em: 4 maio. 2023.

VIÉGAS, D. S. S; SILVA, D. S; RODRIGUES, I. A. Objetos Digitais de Aprendizagem como Alternativa Metodológica no Ensino de Química. In: ARENARE, E. C. C. **A Geração de Novos Conhecimentos na Química**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

XAVIER, A. R; FIALHO, L. M. F; LIMA, V. F. Tecnologias Digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. **Foro de Educación**, v. 17, n. 27, p. 289–308, 11 jun. 2019.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. trad. Daniel Grassi. **Bookman**. 2º ed. Porto Alegre: 2001.

ZABALA, A. **Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZOMPERO, A. F; LABURÚ, C. E; VILAÇA, M. T. Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 200, 2019.

7. ANEXOS

ANEXO I

**TABELA ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA- 1º ENCONTRO
ONDE FOI APRESENTADO O 1º QUESTIONÁRIO – UNIDADES DE ANÁLISE**

Pergunta: Quais as contribuições as atividades baseadas no ensino por investigação nas aulas de Química, utilizando as tecnologias digitais?		
Participantes	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A1	Vídeo aula para auxiliar o professor, slide calculadora	Recursos digitais de apoio ao professor
A3	Essas investigações online é possível trazer laboratório de química virtual e de uma forma mais divertida, prender a concentração dos alunos	Simulação de laboratório virtual e engajamento dos alunos
A6	São vários os benefícios que podemos ter utilizando a tecnologia, como por exemplo usando alguns tipos de jogos sobre a matéria, fazendo com que assim os alunos se concentrem nas atividades	Jogos como ferramenta de engajamento
A11	Ao usar a internet, é mais fácil trazer conteúdo atualizado	Acesso a conteúdo atualizado
A14	Poderemos ver experimentos em aplicativos, assim iremos ter mais noção como funciona, para termos uma base para quando tivermos uma prova não ser tão difícil, assim a matéria ficará mais fácil e divertida	Simulação de experimentos e compreensão do conteúdo
A17	Melhor ensino e pode fazer com que os alunos prestem mais atenção na aula e se torne algo mais dinâmico	Melhoria no ensino e maior engajamento dos alunos
Pergunta: O que você acha das tecnologias digitais inseridas em atividades em sala de aula presencial?		
Participantes	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A1	Acho boa, com a tecnologia temos mais facilidade para desenvolver a aula e atividades	Facilidade no desenvolvimento da aula
A2	É melhor, já que teremos acesso a maiores informações	Acesso a informações ampliado
A6	Dessa maneira conseguimos ter uma aula mais dinâmica que ajuda bastante viu já vai passando e já vai falando celular para comentar	Aula mais dinâmica com uso do celular
A11	Se usadas corretamente, pode trazer um ensino mais divertido e ter uma maior atenção dos alunos	Ensino mais divertido e maior atenção dos alunos
A14	Acho algo bem legal, a tecnologia já faz parte da nossa vida, nosso dia a dia, mas tem que utilizar para ensino pedagógico, não para entrar em outras redes e se distrair da aula	Uso da tecnologia para ensino pedagógico
A16	Acredito que por estarmos na revolução técnico-científica, na qual a sociedade vive conectada a todo momento mas somente no período de ensino em sala de aula é tirado esse acesso de todos, pode se considerar hipocrisia, pois na atualidade, o que os locais de trabalho procuram não é somente o saber da	Necessidade de acesso à tecnologia para desenvolver habilidades do mundo atual

	pessoa sobre determinado assunto, mas sem agilidade dela no meio virtual para resolver um problema	
A18	Uma ótima ideia, com isso como disse anteriormente teremos um aprendizado melhor	Melhoria no aprendizado
Pergunta: Quais são os benefícios de realizar as aulas utilizando tecnologias digitais no ensino de química?		
Participantes	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A1	Alcançar mais conhecimentos, ter mais facilidade para desenvolver a aula	Ampliação do conhecimento e facilidade no desenvolvimento da aula
A2	Mais velocidade para realização de atividade, para informações e novas plataformas	Agilidade na realização das atividades e acesso a informações e plataformas
A4	As aulas ficam bem mais interessantes, a imersão pelos equipamentos de realidade virtual leva quem está aprendendo para dentro do conhecimento	Aulas mais interessantes e imersivas com realidade virtual
A6	Acho que assim, conseguimos ter mais interação com os colegas, poderemos aprender mais usando esse meio de ensino	Maior interação com os colegas e aprendizagem ampliada
A7	Aprender de forma científica, pois não temos laboratório	Aprendizagem científica sem a necessidade de um laboratório físico
A11	Trazer laboratórios online, experiências com as soluções, vários aplicativos de química, entre outros	Simulação de laboratórios virtuais e acesso a aplicativos de química
A14	O aumento do interesse em alguns alunos, uma aula mais criativa que pode até render mais, e pode melhorar o desenvolvimento do aluno	Aumento do interesse e desenvolvimento do aluno
A19	Utilizar os recursos de forma fácil, maior rendimento com a aprendizagem	Utilização fácil dos recursos e maior rendimento na aprendizagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

ANEXO II
TABELA ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA- 2º ENCONTRO –
UNIDADES DE ANÁLISE

Pergunta: Quais foram os pontos positivos do uso dos aplicativos em situação de ensino?		
Participantes	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A2	Maior agilidade	Agilidade
A3	Maior velocidade	Velocidade
A4	Aprendi mais rápido a matéria	Aprendizado rápido
A5	Desta forma pude visualizar o pH, a quantidade certa	Visualização e precisão
A6	A praticidade e facilidade	Praticidade e facilidade
A14	Porque ele chamou a atenção	Engajamento e atenção
A17	Fica mais prático	Praticidade
Pergunta: Quais foram os pontos negativos do uso dos aplicativos em situação de ensino?		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A4	Internet ruim, lenta	Problemas de Conectividade
A6	Nenhum	Ausência de Pontos Negativos
A12	Internet ruim	Problemas de Conectividade
A15	A internet lenta	Problemas de Conectividade
Pergunta: Como o uso dos aplicativos na execução das atividades contribuíram para sua compreensão?		
Participantes	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A6	Ajudando a entender melhor a matéria	Melhora na compreensão
A9	Melhora de compreensão	Melhora na compreensão
A10	Bem, pois simulou um laboratório	Simulação de laboratório e compreensão
A15	É fácil e rápido de compreender;	
A12	como eu tenho controle das quantidades, a forma de entender fica mais fácil;	Simulação de laboratório
A19	Porque eu sou mais focado na tecnologia, então influenciou muito	Influência da tecnologia na compreensão
Pergunta: O que melhorou na sua compreensão dos assuntos ao utilizar os aplicativos durante as atividades?		
Participantes	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A2	Que há mais meios de aprendizagem	Variedade de meios de aprendizagem
A8	O entendimento sobre o pH	Melhora na compreensão do pH, (Equilíbrio Químico)
A9	A facilidade do uso do app	Facilidade
A12	Ver a atividade em execução	Observação da atividade em execução
A16	Melhor atenção durante a realização da atividade	Melhora na atenção
Pergunta: Quais foram as principais dificuldades encontradas durante as atividades com aplicativos?		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A10	A internet lenta	Conexão de Internet

A11	Em acostumar	Adaptabilidade
A13	Entender como o app funcionava e a internet	Compreensão do Aplicativo e Conexão de Internet
A15	A internet lenta para o acesso às atividades	Conexão de Internet
Pergunta: Quais foram as principais facilidades encontradas durante as atividades com aplicativo?		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A5	O aplicativo é bastante fácil de mexer e aprender	Facilidade
A8	O pH e a tabela	Facilidade no entendimento do conteúdo de Equilíbrio Químico
A9	A automação online de um laboratório	Facilidade na Automação Laboratorial
A10	Contato facilitado com diversas substâncias	Reconhecimento de substâncias
A11	Os resultados	Facilidade nos Resultados (referente aos valores de pH das substâncias mostradas)
A12	Determinar o Ph	Facilidade na Determinação do pH
A13	A maneira de compreender o conteúdo	Facilidade na Compreensão do Conteúdo
A16	O aplicativo é fácil de compreender	Facilidade
A17	Muito prático	Facilidade
A19	A tarefa é ver o soluto sendo dissolvido	Facilidade na Observação de Dissolução do Solutu
Pergunta: Após as atividades realizadas com aplicativos, seu entendimento sobre os assuntos melhorou? Comente.		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A5	Sim, consegui compreender melhor a matéria	Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico
A6	Sim, aprendo muito melhor	Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico
A8	Sim, vou até fazer vestibular	Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico
A9	Sim, pois seu menu é minimalista	Usabilidade do aplicativo
A10	Sim, apresenta maior facilidade e agilidade	Agilidade de Aprendizado
A12	Sim, entende mais sobre pH	Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico
A13	Sim, consigo entender bem melhor	
A15	Sim, com o uso da tecnologia há uma fácil compreensão	Uso de tecnologia facilita o aprendizado
A16	Sim, a tecnologia ajuda muito na compreensão da matéria	Melhoria no Entendimento dos Assuntos
A19	Sim, vou fazer vestibular sobre isso	Compreensão do conteúdo de Equilíbrio Químico

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

ANEXO III
TABELA ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA- 3º ENCONTRO –
UNIDADES DE ANÁLISE

Pergunta: Quais os benefícios de realizar as aulas utilizando tecnologias digitais no ensino de Química no seu entendimento.		
Participantes	Trecho das Respostas	Unidades de análise
A1	Ajuda a entender melhor e possui várias maneiras de deixar a aula mais interessante	Melhor entendimento; Aulas mais interessantes
A2	Seria mais diversificada	Diversidade de métodos
A3	Melhorar o ensino mais rápido	Velocidade no aprendizado
A4	Quando um professor está usando celular os benefícios são bons	Uso de dispositivos móveis
A6	Aprender e facilitar mais o entendimento	Melhoria no aprendizado
A7	Ajuda a melhorar mais o aprendizado	
A8	Ajuda os alunos na aprendizagem	
A9	A inovação no método do aluno aprender	Inovação no método de ensino
A10	Prender a atenção dos alunos e trazer os laboratórios de química online	Retenção de atenção; Acesso a laboratórios virtuais
A12	Fica mais fácil de entender a matéria	Facilitação do entendimento
A13	Aprende mais rápido, melhora no desempenho	Velocidade no aprendizado; Melhor desempenho
A15	Agilidade e rápida compreensão com a tecnologia ao lado	Agilidade; Rápida compreensão
A16	Um ensino melhor e com mais participação dos alunos	Melhoramento do ensino; Maior participação dos alunos
A17	Um ensino melhor, eu mesmo aprendo mais fácil.	Melhoramento do ensino; Facilitação do entendimento
A18	Ter uma prática melhor com poucos recursos	Melhor prática; Eficiência de recursos
A19	Um melhor entretenimento ou seja os alunos ficam mais focados na matéria	Entretenimento educacional; Foco no aprendizado
A20	Melhor aprendizado	Melhoramento do aprendizado
Pergunta: Sobre a aula com o site PhET simulações, o site que simulou o laboratório virtual, foi fácil de utilizar? Quais as dificuldades encontradas?		
Participantes	Trecho das Respostas	Unidades de análise
A15	Sim, é fácil de entender	Facilidade de compreensão do conteúdo
A16	Um ensino melhor e com mais participação dos alunos	Melhora no ensino; Maior participação dos alunos
A17	Sim, muito fácil, não encontrei nenhuma dificuldade	Facilidade de uso; Ausência de dificuldades
Pergunta: Quais as dificuldades encontradas para usar o aplicativo Phet Simulation- Escala de pH?		
Participantes	Trecho das Respostas	Unidades de análise
A15	No começo, mas no decorrer do tempo foi fácil de entender como funciona	Dificuldade inicial; Aprendizado com o tempo

A14	Simulação	Dificuldade com simulação (a ser confirmada)
A1	Não tive dificuldade	Ausência de dificuldades
A3	Não achei nenhuma	Ausência de dificuldades
Pergunta: O que lhe chamou mais atenção nas atividades usando aplicativos PhET Simulation- Escala de pH?		
Participantes	Trecho das Respostas	Unidades de análise
A2	Como é mais prático e fácil para fazer	Praticidade; Facilidade de uso
A6	A tecnologia do simulador	Tecnologia da simulação
A7	Tem que ter bastante paciência	Necessidade de paciência
A8	Pode diminuir ou aumentar que não muda	Flexibilidade da simulação
A10	Os laboratórios de química, experimentos que não podemos fazer presencialmente	Laboratórios virtuais; Experiências impossíveis de se realizar presencialmente
A15	A forma ilustrativa e a simulação	Aspecto ilustrativo; Simulação
A18	O realismo na precisão	Realismo; Precisão da simulação
Pergunta: O aplicativo <i>PhET Interactive Simulations</i>- Escala de pH trazem funções necessárias para simular o fenômeno químico abordado na atividade.		
Participantes	Trecho das Respostas	Unidades de análise
A15	Sim, é fácil compreensão	Compreensão do conteúdo
A17	Sim, muito bem explicativo	Compreensão do conteúdo
A19	Sim, ajuda bastante o aluno nessa parte	Auxílio para aprendizado
Pergunta: Em que situações o pH da água pode aumentar ou diminuir com o uso do ODA, Escala de pH?		
Participantes da Pesquisa	Trecho das Respostas dos Alunos	Unidades de Análise
A18	Depende do produto, quando uma solução básica é misturada com a água, o pH cai	Compreensão do conteúdo, e da proposta do aplicativo
A2	De acordo com a substância colocada, ela pode aumentar ou diminuir	
A10	Vai depender da substância utilizada	
A16	Depende da substância que for utilizar	
A1	Ao misturar com outras soluções	
A15	Depende da mistura o pH muda	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

ANEXO IV
TABELA ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA- 2º ENCONTRO –
UNIDADES DE ANÁLISE

Pergunta: Você gostaria que o seu professor passasse agora aplicativo durante aulas de Química? Porque?		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A1	Sim, porque é melhor para a resolução	Resolução de Atividades
A2	Sim, é legal e tem mais formas de estudo	Variedade de Formas de Estudo
A3	Sim, pois facilita no aprendizado	Facilitação no Aprendizado
A4	Sim, a aula fica mais interessante	Aula Mais Interessante
A9	Sim, por conta de maior contribuição dos alunos	Participação Ativa dos Alunos
A11	Sim porque aprendemos mais	Aumento no Aprendizado
A12	Sim, a aula fica mais interessante	Aula Mais Interessante
A14	Sim, ajuda muito no aprendizado	Auxílio no ensino
A15	Sim, é mais prático	Praticidade
A16	Sim, melhor entendimento e participação dos alunos	Melhoria no Entendimento e Participação
A17	Sim, porque fica uma aula mais produtiva	Aula Produtiva
A18	Sim, rende uma praticidade melhor	Praticidade Aprimorada
Pergunta: O uso do aplicativo contribuiu para você compreender melhor a química como um todo? Por que?		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de Análise
A1	Sim, com o uso da tecnologia ajuda no entendimento e é mais rápido	Facilidade no Entendimento
A2	Sim, pois tem maior facilidade de aprendizado	Facilidade no Aprendizado
A3	Sim, dá para ver o pH mais rápido	Melhoria na Observação do pH
A4	Sim, facilita o entendimento	Facilidade no Entendimento
A5	Sim, dá para ver o pH detalhadamente	Observação Detalhada do pH
A8	Sim, por conta da facilidade	Facilidade no Entendimento
A9	Sim, porque traz a experiência de um laboratório	Experiência Laboratorial
A10	Sim, é mais fácil de entender	Facilidade no Entendimento
A11	Sim, facilita o entendimento	
A15	Sim, tem uma rápida compreensão sobre o conteúdo da aula	
A16	Sim, entendi melhor o conteúdo	Melhoria no Entendimento
A17	Sim, porque fica claro como funciona as mudanças	Melhoria no Entendimento
A18	Sim, é automático para medir, mas tem uma redundância	Inconsistência no app
Pergunta: Quais as dificuldades encontradas ao usar o aplicativo "pH testing"?		
Participante	Trecho da Resposta	Unidades de análise
A3	Às vezes o resultado sai errado	Inconsistência dos resultados
A5	Às vezes dava o número errado	Resultados incorretos
A9	Com o menu para utilizar	Usabilidade do aplicativo
A10	Às vezes dava o resultado	Inconsistência dos resultados

A16	Sim	Falta de especificidade
A18	Não é muito preciso	Precisão do aplicativo
A17	Nenhuma	Nenhuma dificuldade mencionada

Pergunta: Quais os benefícios encontrados ao utilizar o aplicativo "pH Testing"?

Participante	Resposta	Categoria
A1	A facilidade para encontrar o pH	Facilidade de uso
A2	Maior velocidade	Velocidade
A3	Foi mais rápido	Velocidade
A4	O entendimento da matéria	Compreensão
A5	Foi mais rápido assim	Velocidade
A6	Ajuda no desenvolvimento	Aprendizado
A7	Os complementos	Recursos adicionais
A8	A agilidade com o uso do mesmo	Eficiência
A9	Definir o pH	Objetivo específico
A10	O entendimento da matéria	Compreensão
A11	Os complementos	Recursos adicionais
A12	É rápido e fácil de usar	Facilidade de uso
A13	Não é difícil de utilizar o aplicativo	Facilidade de uso
A14	Muitos, adorei	Satisfação
A15	Maior praticidade	Eficiência

Pergunta: Ao realizar a experiência com repolho roxo, foi utilizado o aplicativo "pH testing", esse aplicativo foi preciso na determinação do pH?

Participante	Resposta	Categoria
A2	Houve variabilidade no pH do mesmo ingrediente	Instabilidade do ODA
A15	Sim, apesar de não ser tão preciso ele ajuda a descobrir o valor aproximado do pH	Imprecisão do ODA

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

ANEXO V
ROTEIRO DE ENTREVISTA APRESENTADO AOS ALUNOS, AULA DIA 14 DE
JUNHO DE 2022

Nome: _____

1- ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Você já utilizou Tecnologias Digitais em sala de aula?

SIM NÃO

1- Você possui conexão a internet em casa?

SIM NÃO

2- Você possui alguns desses recursos.

Smartphone

Tablet

Notebook

Computador

Outros

3- Onde você passa a maior parte do tempo conectado?

Redes Sociais

Jogos

E-mail

Programas educativos

4- Qual(ais) a contribuição(ões) as atividades baseadas no Ensino por investigação nas aulas de Química, utilizando os ODAs?

5- O que você acha dos Tecnologias Digitais inseridas em atividade em sala de aula presencial?

6- Quais são os benefícios de realizar as aulas utilizando Tecnologias Digitais no ensino de Química?

ANEXO VI
ROTEIRO DE ENTREVISTA APRESENTADO AOS ALUNOS,

Nome: _____

2- ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

1. Quais são os benefícios de realizar as aulas utilizando Tecnologias Digitais no ensino de Química, no seu entendimento?
2. Sobre a aula com o site *PhET Interactive Simulations*, o site que simulou o laboratório virtual, foi fácil de utilizar? Quais as dificuldades encontradas?
3. Você possui dificuldades em aprender Química?

() SIM () NÃO
4. Quais recursos de Tecnologias Digitais você já usou em situações de ensino?
5. Sobre a aula com os aplicativos *PhET Interactive Simulations - Escala de pH*, foi fácil de utilizar?
6. Quais as dificuldades encontradas para usar a os aplicativos *PhET Interactive Simulations - Escala de pH*?
7. O que lhe chamou mais atenção nas atividades usando os aplicativos *PhET Interactive Simulations - Escala de pH*?
8. Os aplicativos *PhET Interactive Simulations - Escala de pH* trazem as funções necessárias para simular o fenômeno química abordado na atividade?
9. Com o aplicativo online (objetivo digital de Aprendizagem), você consegue identificar se uma solução é ácida, neutra ou básica?
10. Em que situações o pH da água pode aumentar ou diminuir com o uso Tecnologias Digitais, *Escala de pH básico*.

ANEXO VII
ROTEIRO DE ENTREVISTA APRESENTADO AOS ALUNOS

Nome: _____

3- ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

1. As atividades usando aplicativos contribuíram para sua aprendizagem?
2. Quais foram os pontos positivos do uso dos aplicativos em situação de ensino?
3. Quais foram os pontos negativos do uso dos aplicativos em situação de ensino?
4. Como o uso dos aplicativos na execução das atividades contribuíram para sua compreensão?
5. O que melhorou na sua compreensão dos assuntos ao utilizar os aplicativos durante as atividades?
6. As atividades foram Tecnologias Digitais resolvidas com a ajuda dos aplicativos?
7. Após a realização das atividades com aplicativo você voltaria a usar novamente, caso lhe propusessem?
8. Como você avalia as atividades realizadas com o uso dos aplicativos?

() RUIM () BOM () ÓTIMO () EXCELENTE

9. Quais foram as principais dificuldades encontradas durante as atividades com aplicativos?
10. Quais foram as principais facilidades encontradas durante as atividades com aplicativos?
11. Após as atividades realizadas com aplicativos seu entendimento sobre os assuntos abordados melhorou? Comente!

ANEXO VIII
ROTEIRO DE ENTREVISTA APRESENTADO AOS ALUNOS

Nome: _____

4- ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

1. Na percepção as aulas com uso de aplicativos podem contribuir para uma melhor aprendizagem?
2. Você gostaria que o seu professor passasse a usar aplicativos durante as aulas de química? Por que?
3. A escola possui estrutura para uso desses aplicativos durante as aulas no seu entendimento?
4. O uso de aplicativo contribuiu para você compreender melhor a química como um todo? Por que?
5. Ao realizar a experiência com repolho roxo, foi utilizado aplicativo "pH Testing", esse aplicativo foi preciso na determinação do pH?
6. Quais os benefícios encontrados ao utilizar o aplicativo "pH Testing"?
7. Quais as dificuldades encontradas ao usar o aplicativo "pH Testing"?
8. Você acha que o aplicativo "pH Testing" foi útil para a auxiliar na experiência prática?

ANEXO IX
SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO OBJETOS DIGITAIS DE
APRENDIZAGEM POR INTERMÉDIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Química	
Habilidades	Objetos de Conhecimento
EM13CNT105	Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos

Escola Estadual “Deputado João Evaristo Curvo”

Professor: _____

Alunos: _____

Período: () vespertino () matutino Turma: ____ Ano: _____

ROTEIRO DE ATIVIDADES COM OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM-
PHET INTERACTIVE SIMULATIONS – ESCALA DE PH.

https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale-basics/latest/ph-scale-basics_pt.html

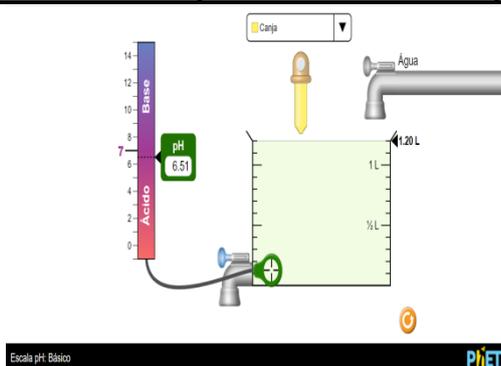


Figura 1: Tecnologias Digitais – Escala de pH

Nesta atividade usando o Tecnologias Digitais Escala de pH vocês irão:

- 1 - Determinar se uma solução é ácida ou básica usando diferentes representações. Cada membro deverá escolher, 3 substâncias e anotar se é ácido, neutro ou básico.
- 2- Prever se em uma solução o volume vai aumentar por adição de água, o pH vai diminuir, aumentar ou não se alterar. Cada membro do grupo deverá escolher 2 substâncias, anotar o pH inicial, anotar a quantidade de água adicionada, e observar se o pH irá diminuir ou aumentar.
- 3- Organizar uma lista de sete líquidos do aplicativo **Escala de pH** com base em seu caráter ácido ou base, e organizá-lo na escola de pH 1 a 14.

Referências: BEZERRA, L.M; Química 2o Ano, Ser protagonista. Ed. SM. 3a edição. São Paulo:2016.

Química	
Habilidades EM13CNT105	Objetos de Conhecimento Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos

Escola Estadual “Deputado João Evaristo Curvo”

Professor: _____

Alunos: _____

Período: () vespertino () matutino Turma: ____ Ano: ____

ROTEIRO DE ATIVIDADES COM OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM- PHET INTERACTIVE SIMULATIONS – ESCALA DE PH – H⁺ E OH⁻



https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt.html

Figura 1: Tecnologias Digitais – Escala de pH

Nesta atividade vocês irão:

- 1- Determinar se uma solução é ácida ou básica usando o aplicativo: escolher 2 substâncias, e anotar quantidade adicionada)
 - a- pH
 - b- Concentração de H⁺ (H₃O⁺) e OH⁻, identificar qual a quantidade está menor ou maior dependendo da solução.

- 2- Determinar se uma solução é ácida ou básica (Adicionar água, escolher 2 substâncias anotar quantidade em litros e pH inicial, anotar a quantidade em litros de água e pH final)
 - a- Anotar duas substâncias acima a concentração de H⁺ (H₃O⁺) e OH⁻, identificar qual a quantidade está menor ou maior dependendo da solução.

Referências: BEZERRA, L.M; Química 2o Ano, Ser protagonista. Ed. SM. 3a edição. São Paulo:2016.

Química	
Habilidades	Objetos de Conhecimento
EM13CNT105	Equilíbrio Químico: Equilíbrio iônico em sistemas aquosos

Escola Estadual “Deputado João Evaristo Curvo”

Professor: _____

Estudante: _____

Período: () vespertino () matutino Turma: ____ Ano: _____

ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA COM USO DE ODA

Os indicadores ácido-base são substâncias que mudam de cor, informando se o meio está ácido ou básico. Existem indicadores sintéticos, como a fenolftaleína, o azul de bromotimol, o papel de tornassol e o alaranjado de metila. Porém, existem também algumas substâncias presentes em vegetais que funcionam como indicadores ácido-base naturais.

Geralmente, essas substâncias estão presentes em frutas, verduras, folhas e flores bem coloridas. Alguns exemplos são a beterraba, jabuticaba, uva, amoras, folhas vermelhas, entre outras.

Aqui aprenderemos a fazer um indicador ácido-base com repolho roxo e veremos como ele muda de cor à medida que alteramos o pH do meio através de alguns produtos que usamos no dia a dia.

Materiais e reagentes:

1. repolho roxo;
2. água
3. liquidificador;
4. coador;
5. copos transparentes;
6. caneta e etiquetas para enumerar os copos;
7. limão;
8. vinagre;
9. bicarbonato de sódio;
10. sabão em pó;
11. água sanitária;
12. detergente;
13. açúcar;
14. sal amoníaco;
15. soda cáustica (item a ser manuseado pelo professor)

Procedimento experimental:

Bata 4 folhas de repolho roxo com 2 litro de água no liquidificador;

Coe esse extrato, pois o filtrado será o nosso indicador ácido-base natural (se não for usar o extrato de repolho roxo na hora, guarde-o na geladeira, pois ele decompõe-se muito rápido;

Enumere cada um dos copos;
 Coloque o extrato de repolho roxo nos 11 copos;
 Acrescente nos copos as seguintes substâncias, na respectiva ordem: soda cáustica, água sanitária, sabão em pó, sal amoníaco, bicarbonato de sódio, açúcar, leite, detergente, vinagre e limão.
 Observe as cores das soluções.

Atividades

- 1- Os alunos serão distribuídos em grupos.
- 2- Cada grupo irá produzir um relatório do experimento.
- 3- Cada aluno deverá fotografar as amostras das misturas do extrato de repolho roxo com as substâncias acima.
- 4- As imagens amostras deverão ser colocadas em escala de pH de 1 a 14 conforme o esquema:

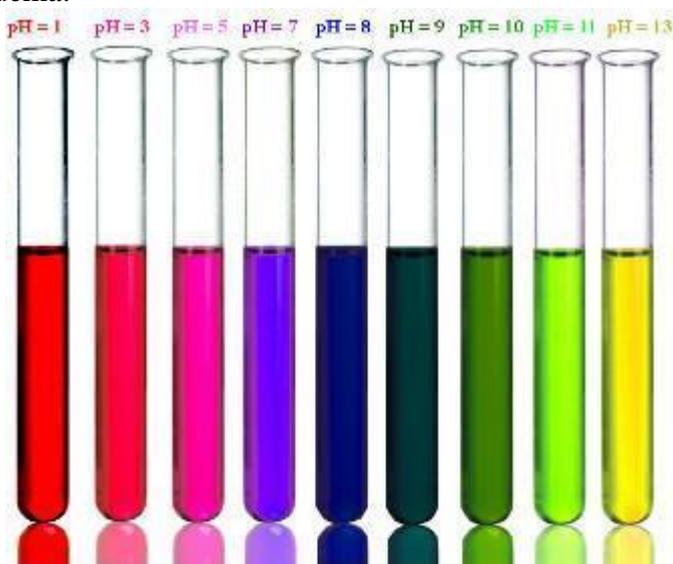


Figura 1: exemplo de experimento feito com repolho roxo.

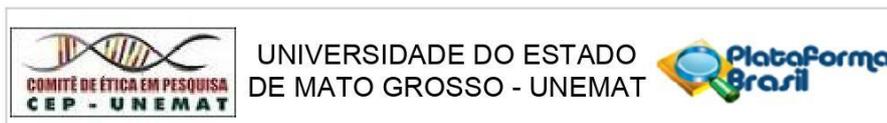
- 5- Os alunos usarão o aplicativo pH Testing (disponível na Google Play), seguir as orientações do professor para inserir as imagens no aplicativo, que detectará o pH das substâncias conforme a cor. Inserir no relatório, todos pH's das imagens capturadas no experimento.

REFERÊNCIAS

ROCHA, Jennifer. **Indicador ácido-base com repolho roxo**. Disponível em: <

ANEXO X

PARECER DO CONSELHO DE ÉTICA DA UNEMAT



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA POR INTERMÉDIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Pesquisador: Rodrigo da Silva Ferraz

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 52824821.7.0000.5166

Instituição Proponente: Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.166.409

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática – PPGEEM – da Universidade do Estado de Mato Grosso “CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO” – UNEMAT, Campus Dep. Est. “Renê Barbour” – Barra do Bugres – MT que, propõe uma participação efetiva de professor e pesquisador visando proporcionar a possibilidade de mudanças das práticas de ambos e possibilitando uma melhor aula para contribuir para o ensino e aprendizado do aluno.

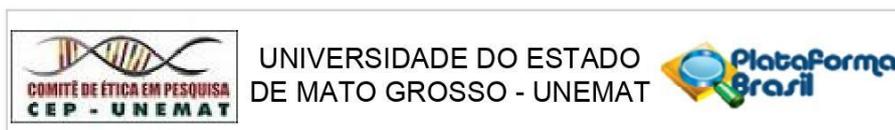
As atividades ocorrerão durante encontros com atividades planejadas durante as aulas de Química, onde serão utilizados aplicativos e sites que simulam um laboratório virtual junto com um conteúdo a ser ensinado de forma teórica. Um questionário também será aplicado ao final da última atividade, sobre as atividades e experimentos ocorridos. Os sujeitos da pesquisa serão alunos do 2º ano do Ensino Médio, turno matutino, da Escola Estadual Deputado João Evaristo Curvo, no município de Jauru – MT. A sala tem 30 alunos matriculados, onde o pesquisador é professor regente na disciplina de Química.

Objetivo da Pesquisa:

Nas palavras do pesquisador:

- "O objetivo deste trabalho é compreender as contribuições das tecnologias digitais no ensino de Equilíbrio Químico usando a metodologia ensino por investigação.

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095	CEP: 78.200-000
Bairro: Cavalhada II	
UF: MT	Município: CACERES
Telefone: (65)3221-0067	E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 5.166.409

- Investigar as contribuições do uso de Tecnologias Digitais no ensino de conteúdos de Química por intermédio da metodologia do ensino por investigação; Aplicar propostas de ensino abordando Equilíbrio Químico em sistemas aquosos com tecnologias digitais;
- Avaliar o uso das tecnologias digitais por intermédio do ensino por investigação na solução de questões problema contextualizada.
- Elaborar uma sequência didática sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico em sistemas aquosos com o uso de Tecnologias Digitais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador tem ciência que toda pesquisa contém riscos e assim destaca os possíveis riscos reais e/ou em potencial:

Exposição e identificação pessoal de ideias e opiniões sobre o uso de tecnologias digitais em questionários e entrevistas perante o grupo social;

Desconforto causado por algumas questões que investiguem suas concepções no que diz respeito ao uso de tecnologias digitais;

Ansiedade/nervosismo em participar da pesquisa e avaliar as tecnologias digitais que serão utilizadas.

Considerando os possíveis riscos citados, o pesquisador afirma que buscará tomar as devidas precauções para que os mesmos sejam evitados ou minimizados visando preservar a integridade ao participar da pesquisa.

Dentre as medidas a serem adotadas, assegura o caráter confidencial e o anonimato das informações.

- A pesquisa apresenta garantia de que danos previsíveis serão evitados, como preconiza a resolução 466/2012.

Fazendo a ponderação, como preconiza a resolução 466/2012, entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos.

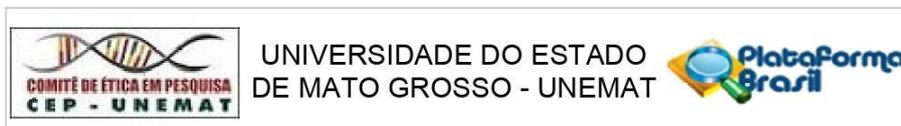
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta:

- Respeito aos participantes da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecida;

- Ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos;

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095	CEP: 78.200-000
Bairro: Cavahada II	
UF: MT	Município: CACERES
Telefone: (65)3221-0067	E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 5.166.409

- Garantia de que danos previsíveis serão evitados; e
- Relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração dos interesses envolvidos, não perdendo o sentido de sua destinação sócio-humanitária.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados de acordo com as exigências da resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS-Conselho Nacional de Saúde.

Recomendações:

Pendências do Parecer anterior:

*Apresentar o questionário e alterar o TALE com os possíveis riscos e medidas mitigadoras.

- PENDÊNCIAS SANADAS.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

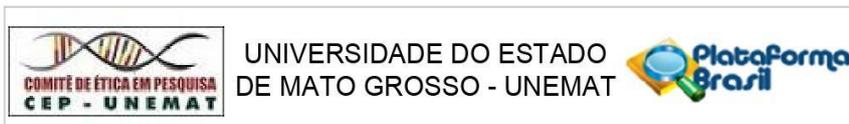
O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso CEP/UNEMAT após análise do protocolo em comento, de acordo com a resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS, é de parecer que não há restrição ética para o desenvolvimento da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1847855.pdf	15/11/2021 15:34:59		Aceito
Outros	QUESTIONARIO_APLICADO_AOS_ALUNOS SOBRE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUIMICA.pdf	15/11/2021 15:34:08	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_CORRIGIDO_CEP.pdf	15/11/2021 15:31:33	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Folha de Rosto	2_FOLHA_DE_ROSTO.pdf	26/10/2021 00:24:26	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	3_PROJETO_DE_PESQUISA_RODRIGO_FERRAZ.pdf	26/10/2021 00:21:11	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	8_Declaracao_de_responsabilidade_do_pesquisador.pdf	25/10/2021 15:31:48	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Outros	15_TERMO_DE_COMPROMISSO_DAS_INSTITUICOES.pdf	25/10/2021 15:30:48	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095
Bairro: Cavalhada II **CEP:** 78.200-000
UF: MT **Município:** CACERES
Telefone: (65)3221-0067 **E-mail:** cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 5.166.409

Declaração de Instituição e Infraestrutura	6_Declaracao_de_infraestrutura.pdf	25/10/2021 15:28:00	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	5_DECLARACAO_RESPONSABILIDADE_JW.pdf	25/10/2021 15:24:30	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Outros	14_CV_RODRIGO.pdf	23/10/2021 20:36:08	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Outros	14_CV_JOSE_WILSON.pdf	23/10/2021 20:35:24	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	10_TALE.pdf	23/10/2021 20:34:14	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_TCLE_RESPONSAVEL_POR_ALUNO_MENOR.pdf	23/10/2021 20:33:31	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_TCLE_PARTICIPANTE_MAIOR_DE_IDADE.pdf	23/10/2021 20:32:18	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Outros	4_Declaracao_coleta_de_dados_nao_iniciada.pdf	23/10/2021 19:57:57	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito
Outros	1_OFICIO_de_encaminhamento.pdf	23/10/2021 19:45:04	Rodrigo da Silva Ferraz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CACERES, 15 de Dezembro de 2021

Assinado por:
Severino de Paiva Sobrinho
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095
Bairro: Cavalhada II **CEP:** 78.200-000
UF: MT **Município:** CACERES
Telefone: (65)3221-0067 **E-mail:** cep@unemat.br