



UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação *Stricto Sensu*
Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências
Curso de Mestrado Profissional

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: DENSIDADE, POLARIDADE E PH



Elizabeth Quelle Do Nascimento

2019

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: DENSIDADE, POLARIDADE E PH

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre.

Área de Concentração: Educação Básica

Orientadora
Dra. Giseli Capaci Rodrigues
Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio

Duque de Caxias
Fevereiro/2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UNIGRANRIO – NÚCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS

N244s Nascimento, Elizabeth Quelle do.
Sequências didáticas no ensino de Química: densidade, polaridade e pH
/ Elizabeth Quelle do Nascimento. – 2019.
110 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) –
Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", Escola de
Educação, Ciências, Letras, Artes e Humanidades, 2019.
"Orientadora: Prof.ª Dr.ª Giseli Capaci Rodrigues".
Bibliografia: f. 80-83.

1. Educação. 2. Química (Ensino e didática). 3. Ensino – Metodologia. I.
Rodrigues, Giseli Capaci. II. Universidade do Grande Rio "Prof. José de
Souza Herdy". III. Título.

CDD – 370

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

ELIZABETH QUELLE DO NASCIMENTO

**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: DENSIDADE,
POLARIDADE E PH**

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Profissional do Programa de
Pós-Graduação em Ensino das
Ciências da UNIGRANRIO como
requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Ensino das Ciências.


Aprovada em 14 de fevereiro de 2019 pela seguinte Banca Examinadora:



Profª. Drª. Giseli Capaci Rodrigues
Programa de Pós-Graduação em Ensino das
Ciências da UNIGRANRIO – Presidente



Profª. Drª. Luciano Freitas do Nascimento
Programa de Pós-Graduação em Ensino das
Ciências da UNIGRANRIO



Profª. Drª. Andrea Velloso da Silveira Praça
Programa de Pós-Graduação em Ensino das
Ciências da UNIGRANRIO



Prof. Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira
Centro Universitário de Volta Redonda (UNIFOA)

DEDICO A DEUS POR TER ME DADO
FORÇAS PARA SUPERAR TODOS OS
OBSTÁCULOS QUE SURGIRAM AO LONGO
DESSA TRAJETÓRIA.

“Só desperta paixão de aprender, quem tem paixão de ensinar.” (Paulo Freire).

AGRADECIMENTOS

À minha linda filha Sophia por compreender minha ausência durante as horas que me dediquei à realização deste trabalho e que sempre tinha um beijo e um abraço para me motivar. Foi tudo por você.

Aos meus pais, que, mesmo com pouco formação acadêmica souberam me mostrar que o caminho dos estudos era o único caminho certo a seguir.

Aos meus irmãos, em especial Aparecida, Gloriete e Deno e a minha cunhada Aline, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos da UNESA e do Ciep 223, por toda colaboração e apoio.

A minha orientadora Profa. Dra. Giseli Capaci Rodrigues pelo trabalho realizado durante a elaboração desse trabalho.

Aos professores participantes da Banca Examinadora que disponibilizaram o seu precioso tempo para avaliar esse trabalho.

Aos amigos do mestrado que contribuíram com suas sugestões, conhecimentos e apoio.

E por fim, ao Campus R9 da UNESA e aos alunos do Curso de Ciências Biológicas por contribuírem com a realização do projeto.

A todos muito obrigado...

RESUMO

NASCIMENTO, E.Q. **SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: DENSIDADE, POLARIDADE E PH**. Orientadora: Giseli Capaci Rodrigues, Duque de Caxias, Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências - PPGE- UNIGRANRIO, 2019. Dissertação de Mestrado Profissional. p.110

O Ensino de Química ao longo do tempo vem sendo pautado em um conjunto de conceitos que necessita ser decorado. O aluno não é estimulado a fazer a correlação entre as representações simbólicas, microscópicas e submicroscópicas, pois muitas vezes essas representações são apresentadas isoladamente. A presença de laboratórios funcionais de química ainda está longe de ser o ideal na maioria das instituições de ensino do Brasil. Em contrapartida, a utilização de recursos alternativos para o Ensino de Química também é distante do esperado. Embora estejamos imersos nas tecnologias, elas representam uma porcentagem pequena nas salas de aula. Tendo em vista este cenário, esta pesquisa trouxe como enfoque principal, no âmbito de um Mestrado Profissional que visa a confecção de um Produto Educacional, construir uma SD como ferramenta de apoio ao Ensino de Densidade, Polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais *PhET Interactive Simulations*. Este material se propõe como uma forma de estímulo ao uso de ferramentas virtuais que podem suprir parcialmente a carência de laboratórios físicos, bem como tornar a subjetividade da química menos “árdua”, principalmente aos alunos mais jovens, que estão vivenciando o seu primeiro contato com esta ciência. Para a construção da SD foram consultados 10 professores de ciências com diferentes tempos de experiência em sala de aula, a fim de compreender se os mesmos lançavam mão desses simuladores em suas aulas, se não lançavam o porquê, e a receptividade acerca de um material de apoio para tal. A aplicação e validação da sequência didática construída se deu em uma universidade particular do Rio de Janeiro, campus Taquara, no período de agosto a novembro de 2016, as quais contaram com 12 alunos licenciandos em Ciências Biológicas disciplina de Química Geral, regida pela professora/pesquisadora deste trabalho. Para os alunos participantes foram aplicados três questionários mistos, a fim de (i) traçar o perfil dos sujeitos, (ii) compreender a percepção desses alunos, futuros professores de ciências, quanto a utilização do simulador *PhET* como uma ferramenta para o ensino e a aprendizagem, (iii) verificar as respostas quanto ao conteúdo aplicado. Tanto os 10 professores de ciências quanto os 12 licenciandos em Ciências Biológicas, se expressaram de forma positiva quanto ao uso dos simuladores virtuais PhET e a sua potencialidade como ferramenta de ensino e aprendizagem de química. Um material disponível que os guiasse na utilização desta ferramenta foi visto como um incentivo para o uso do mesmo. Material este que poderia driblar a falta de tempo para o planejamento de aulas tradicionais e facilitar a compreensão dos professores sobre esta ferramenta, bem como facilitar o aprendizado de química dos seus alunos.

Palavras-chave: Simuladores virtuais. Ensino de Química. Sequência Didática.

ABSTRACT

NASCIMENTO, E.Q. DIDACTIC SEQUENCES IN CHEMISTRY EDUCATION: DENSITY, POLARITY AND PH. Advisor: Giseli Capaci Rodrigues, Duque de Caxias, Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências - PPGECC - UNIGRANRIO, 2019. Dissertação de Mestrado Profissional. p.110

Teaching Chemistry over time has been based on a set of concepts that need to be decorated. The student is not stimulated to make a correlation between the symbolic, microscopic and submicroscopic representations, since these representations are often presented in isolation. The presence of functional chemistry laboratories is still far from ideal in most educational institutions in Brazil. In contrast, the use of alternative resources for Chemistry Teaching is also far from expected. Although we are immersed in the technologies, they represent a small percentage in the classrooms. In view of this scenario, the main focus of this research was to build an SD as a tool to support the teaching of Density, Polarity and pH through PhET Interactive Virtual Simulators Simulations. This material is proposed as a form of stimulus to the use of virtual tools that can partly overcome the lack of physical laboratories, as well as to make the subjectivity of the chemistry less "arduous", especially to the younger students, who are experiencing their first contact with this science. For the construction of SD, 10 science teachers with different experience in the classroom were consulted to understand if they used these simulators in their classes, if they did not say why, and the receptivity about a material of support. The application and validation of the didactic sequence was carried out in a private university of Rio de Janeiro, Taquara campus, from August to November 2016, which had 12 students in Biological Sciences General Chemistry discipline, governed by the teacher / researcher of this work. For the participating students, three mixed questionnaires were applied in order to (i) draw the profile of the subjects, (ii) to understand the perception of these students, future science teachers, regarding the use of the PhET simulator as a tool for teaching and learning, (iii) verify the answers regarding the applied content. Both the 10 science professors and the 12 Biological Sciences graduates have expressed positively about the use of PhET virtual simulators and their potential as a teaching and learning tool for chemistry. Material available to guide them in the use of this tool was seen as an incentive to use it. Material that could dribble the lack of time for planning traditional classes and facilitate teachers 'understanding of this tool, as well as facilitate the learning of their students' chemistry.

Keywords: Virtual Simulators. Chemistry Teaching. Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - Laboratório virtual no papel da visualização das diferentes formas representacionais da química..... | 29 |
| FIGURA 2 - Área para selecionar Meu Bloco | 39 |
| FIGURA 3- Área para selecionar qual item Custom | 40 |
| FIGURA 4 - Tela do principal do Simulador Densidade | 40 |
| FIGURA 5 - Tela da etapa Mistério..... | 41 |
| FIGURA 6 - Bloco B flutuando..... | 41 |
| FIGURA 7 - Bloco B submerso no tanque de água..... | 42 |
| FIGURA 8 - Tabela de materiais e suas densidades..... | 42 |
| FIGURA 9 - Cromatografia em papel..... | 45 |
| FIGURA 10 - Mistura de uma substância polar com uma apolar | 46 |
| FIGURA 11- Interação entre as moléculas polares e apolares | 46 |
| FIGURA 12 -Tela capturada do simulador polaridade da molécula aba 2 átomos..... | 47 |
| FIGURA 13 - Tela capturada do simulador polaridade da molécula aba 3 átomos..... | 48 |
| FIGURA 14 - Tela capturada do simulador polaridade da moléculas..... | 48 |
| FIGURA 15 - Tela capturada do simulador escala de pH | 51 |
| FIGURA 16 - Tela capturada do simulador escolha de substâncias..... | 52 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 17 - Tela capturada do simulador conta-gotas..... | 53 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|--|
| SD | Sequência Didática |
| PhET | Sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física. |
| OA | Objetos de Aprendizagem |
| TDIC | Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO | 13 |
| 2. INTRODUÇÃO | 15 |
| 3. OBJETIVOS | 17 |
| 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 4.1 Tecnologia no ensino | 18 |
| 4.1.1 Objetos de aprendizagem | 21 |
| 4.1.2 Simuladores no Ensino de Química | 22 |
| 4.2 Ensino de Química e o Uso de simuladores | 26 |
| 5.0 O PRODUTO EDUCACIONAL | 30 |
| 5.1 Apresentação do Produto | 30 |
| 5.2 Descrição do Produto | 32 |
| 5.3 Unidades Didáticas | 33 |
| 5.3.1 Unidade 1: Densidade | 36 |
| 5.3.2 Unidade 2: Polaridade | 42 |
| 5.3.3 Unidade 3: pH | 51 |
| 5.4 Validação do Produto | 54 |
| 5.4.1 Metodologia da Pesquisa | 54 |
| 5.4.2 Sujeitos da Pesquisa | 54 |
| 5.4.3 Ambiente da Pesquisa | 55 |
| 5.4.4 Técnica de Coleta de dados | 56 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 58 |
| 6.1 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: Professores de Ciências | 58 |
| 6.2 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: Alunos de Licenciatura em | 63 |

Ciências Biológicas

6.2.1 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: avaliação dos simuladores virtuais 65

6.2.2 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: quanto aos conteúdos químicos abordados por meio dos simuladores virtuais 71

6.2.2.1 Densidade 72

6.2.2.2 Polaridade 73

6.2.2.3 Escala de Ph 75

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 78

REFERÊNCIAS 80

APÊNDICE 1: : Respostas do Questionário 1 - Reconhecimento dos Sujeitos, Professores de Ciências 84

APÊNDICE 2: : Respostas do Questionário 2: Reconhecimento dos Sujeitos, Licenciandos em Ciências Biológicas 92

APÊNDICE 3: : Respostas do Questionário 3: Percepção dos Sujeitos quanto ao uso dos simuladores PhET, Licenciandos em Ciências Biológicas 95

APÊNDICE 4: Respostas do Questionário 4: Conteúdo trabalhado no simuladores PhET 103

ANEXO 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 109

ANEXO 2: Carta de Anuência da Instituição Sediadora 110

1. APRESENTAÇÃO

Em 1998 me formei em Licenciatura em Química, e desde então venho atuando como professora de Química no ensino médio, tanto na rede pública (estadual e federal) como na rede privada. Em 2000 conclui uma Pós-Graduação - em Ensino de Química e assim tenho procurado me aprofundar nesta área do conhecimento. Em 2005 comecei a atuar no ensino superior, inicialmente no curso de formação de tecnólogos em Petróleo e Gás, e mais tarde nos cursos de engenharia e ciências biológicas.

Ao longo desses anos como professora sempre tive a preocupação em como a Química era vista pelos alunos. Sempre no início das aulas faço a seguinte pergunta aos alunos: “O que vem a sua cabeça quando ouve falar em Química?” E a resposta da maioria é sempre a mesma: “bombas, poluição, agrotóxicos, etc. ...” O aluno não é apresentado a Química como uma ciência que ao longo de séculos tem contribuído para a melhoria da qualidade de vida do homem, e desta forma não consegue fazer essa associação entre o submicroscópico e o macroscópico. A Química ainda é apresentada como um monte de símbolos e fórmulas que precisam ser memorizados durante anos de estudo.

Por ser uma ciência tipicamente experimental, a ausência de laboratórios e de aulas experimentais contribuem para essa visão distorcida da Química. As escolas de ensino médio, em sua maioria, não possuem laboratórios e as aulas experimentais são raras. O alto custo da implantação e da manutenção de laboratórios de Química é um obstáculo ainda difícil de ser superado. A reposição de reagentes e equipamentos leva a desativação dos poucos laboratórios que ainda sobrevivem. E isso se reflete na graduação, nos cursos onde a disciplina de Química faz parte da grade curricular. Nesses cursos, a Química também é ministrada apenas no famoso “quadro e giz”.

Em contrapartida, a tecnologia tem ocupado um grande espaço e os laboratórios de informática são uma realidade inclusive na rede pública, possibilitando assim seu uso não somente no preparo de trabalhos, mas também em atividades relacionadas a outras disciplinas. E isso levou-me a buscar alternativas para o Ensino de Química, procurando

assim, formas de apresentar o conteúdo e de apresentar novas possibilidades para suprir a ausência das aulas práticas, utilizando recursos digitais como facilitador para a compreensão do universo microscópico da Química.

Por meio da busca de novas ferramentas de ensino, cheguei aos simuladores *PhET Interactive Simulations* como uma ferramenta para o Ensino de Química. Dentre tantos outros existentes no mercado o *PhET* se mostrou aquele de maior facilidade de manuseio, acesso e idioma, já que possui a opção do idioma em português, tornando-se assim uma escolha viável a um público ainda pouco familiarizado com outros idiomas.

Como professora da disciplina de Química Geral do curso de Licenciatura em Ciência Biológicas sempre me preocupei com o interesse dos biólogos a respeito da química, uma vez que são eles os responsáveis pelo primeiro contato que os alunos têm com esta ciência. Desta forma, me veio a inquietação em desenvolver um material que pudesse estimular o interesse e o aprendizado desses futuros professores de ciências. Neste sentido, resolvi construir uma sequência didática utilizando os simuladores *PhET* como material de apoio aos professores no ensino fundamental e médio para o estímulo ao uso de ferramentas virtuais na introdução de conceitos químicos tão fundamentais para a compreensão de diferentes fenômenos ao seu redor.

2. INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia está bastante inserido no nosso dia a dia. O surgimento dos *smartsphones e tablets* possibilitou o acesso à informação rápida e fácil de qualquer lugar onde se esteja. Esses aparelhos apresentam diversos aplicativos, possibilitando uma série de utilidades. E no ambiente escolar não seria diferente. O uso de computadores e notebooks deixou de ser apenas para a realização de trabalhos acadêmicos e passou a ser uma ferramenta que dá acesso a um mundo de possibilidades. Com isso, o estudante tem acesso a informações em tempo real e a possibilidade de perceber a relação entre os conteúdos trabalhados em sala de aula com os acontecimentos ao seu redor. Dessa maneira, é preciso que o professor também esteja atualizado com as novidades que surgem no campo tecnológico.

Sendo assim os softwares educacionais ganharam espaço e possibilitaram a ligação entre a sala de aula e a tecnologia. Dentre as várias possibilidades surgiram os objetos de aprendizagem (OA). Neles estão incluídos vídeos, jogos, simuladores, dentre outros, que podem ser classificados como materiais importantes no processo de ensino aprendizagem, fornecendo assim a capacidade de simular e animar fenômenos e podendo ser utilizados em outros ambientes de aprendizagem. Entre esses objetos de aprendizagem estão os simuladores virtuais.

Os simuladores virtuais *PhET* surgiram como uma ferramenta acessível ao educando já que são disponibilizados gratuitamente no site <https://phet.colorado.edu/pt/> e possui versão em português.

Dessa forma e percebendo a importância de construir uma ferramenta que auxiliasse o professor, este trabalho tem como objetivo central construir uma sequência didática como uma ferramenta de apoio ao Ensino de Densidade, Polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais *PhET Interactive Simulations*. O público-alvo escolhido para a validação do Produto Educacional, a sequência didática, foram licenciandos em Ciências Biológicas, pois se tornarão futuros

professores de ciências e, portanto, o primeiro contato que o estudante terá com esta ciência será por meio deles. Logo, é importante que os conceitos químicos por eles aprendidos sejam sólidos e, ao ensinarem, consigam despertar o interesse dos seus alunos, não demonstrando a Química como meramente conceitos a serem memorizados.

Este trabalho terá seguimento em capítulos, onde no capítulo 1 faz uma apresentação da trajetória acadêmica da pesquisadora, o capítulo 2 faz uma descrição geral do trabalho, no capítulo 3 são descritos o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa. No capítulo 4 é apresentada a fundamentação teórica, na qual este trabalho foi baseado, foi descrito a com um breve relato da evolução da tecnologia na área educacional e como os objetos de aprendizagem vieram auxiliar o trabalho do professor que por não ter laboratório de química na instituição, ficava limitado ao quadro, giz e datashow, sendo que em muitas escolas ainda o retroprojetor. Descrevem-se também as características dos simuladores classificados como objetos de aprendizagem (OA) e um estado da arte sobre o assunto nos últimos cinco anos, o que reforça a necessidade em pesquisar alternativas para o ensino de Química por meio dos OA.

No capítulo 5 é feita a descrição do Produto Educacional, composto por uma Sequência Didática, com a análise do simulador utilizado, sugestão do plano de aula e experimentos que podem ser desenvolvidos em sala de aula. A validação do produto ocorreu em ambiente universitário no qual a pesquisadora atua. A sequência didática foi aplicada com alunos(as) de faixa etária variada, de diferentes períodos do curso de Ciências Biológicas, matriculados na disciplina de Química Geral.

No capítulo 6 são apresentados os resultados e discussão referentes a validação do Produto Educacional, a partir dos dados coletados durante a pesquisa.

No capítulo 7 são descritas as considerações finais desta pesquisa e em seguida as referências utilizadas na estruturação desta dissertação de mestrado.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo central construir uma sequência didática como uma ferramenta de apoio ao Ensino de Densidade, Polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais *PhET Interactive Simulations*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer a opinião de um grupo de professores de ciências acerca de aulas práticas e da utilização de objetos de aprendizagem, em particular, simuladores virtuais no ensino de conteúdos químicos, bem como a receptividade de uma sequência didática com esta temática.
- Estimular o uso dos simuladores virtuais para o ensino de conteúdos químicos por futuros professores.
- Aplicar a sequência didática construída como forma de validação do produto em turmas de licenciatura em Ciências Biológicas.
- Compreender a percepção de futuros professores quanto a utilização do simulador *PhET Interactive Simulations* como uma ferramenta para o ensino e a aprendizagem.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Tecnologias no ensino

O uso de computadores no ensino universitário ocorre desde a década de 1960, mas apenas nos anos 80, o seu uso na área de Educação para o Ensino Fundamental e Médio se intensificou, sobretudo nas escolas americanas, nas quais o computador, em grande medida, “ditava” a aprendizagem. Mas com o passar do tempo os computadores passaram a ser utilizados como instrumento de aprendizagem, no qual o aluno tinha o controle e com ele construía seu conhecimento. Passou-se a adaptar os recursos tecnológicos a forma de aprender do aluno. Dessa forma a tecnologia teve que se adequar à educação e não o contrário (RIBEIRO, GREGA, 2003).

A tecnologia está inserida no cotidiano dos alunos, seja por meio de computadores, celulares, games ou trabalhos escolares. O acesso à informação instantânea é uma realidade que não podemos fugir e, paralelo a isso, cada vez mais o aluno perde o interesse pela escola e pelos conteúdos didáticos apresentados, criando uma barreira difícil de ser ultrapassada.

De acordo com PRENSKY 2006, 2001 (apud COELHO, COSTA, NETO, 2018), aqueles indivíduos que cresceram inseridos e rodeados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, TDIC's, em especial as digitais, são os chamados nativos digitais. Sendo assim, a tecnologia analógica típica do século XX – como câmeras de vídeo, telefones com fio, informação não conectada (livro, por exemplo), disquete, dentre outras – já se apresenta ultrapassada na percepção dos nativos digitais, que desde cedo têm acesso às tecnologias digitais – como smartphone, pen drive, televisão digital, internet sem fio, dentre outros equipamentos. Já os imigrantes digitais, pessoas que nasceram antes da era digital, antes de 1980, possuem um acesso tardio às tecnologias digitais e, por isso, precisam, na maioria das vezes, passar por um processo de adaptação, que pode ser maior ou menor conforme o interesse e a disponibilidade em aprender.

Para CASTELLS (2000), como a informação é parte integrante de toda atividade humana, individual ou coletiva os efeitos da inserção das novas tecnologias têm alta penetrabilidade já que todas essas atividades tendem a ser afetadas diretamente pela nova tecnologia à educação. Na educação essas ações são mais visíveis na modalidade à distância, bibliotecas digitais, videoconferência, grupos de “bate-papo” e trabalhos à distância, e são parte integrante da vida diária da maioria dos estudantes.

Segundo WERTHEIN (2000),

...no campo educacional dos países em desenvolvimento, decisões sobre investimentos para a incorporação da informática e da telemática, sugerem também riscos e desafios. Será essencial identificar o papel que essas novas tecnologias podem desempenhar no processo de desenvolvimento educacional e, com isso, resolver como deverão ser utilizadas de forma a promover uma eficaz aceleração do processo em direção a educação para todos, ao longo da vida, com qualidade e garantia de diversidade. As novas tecnologias de informação e comunicação tornam-se, hoje, parte de um vasto instrumental historicamente mobilizado para a educação e aprendizagem. Cabe a cada sociedade decidir que composição do conjunto de tecnologias educacionais mobilizar para atingir suas metas de desenvolvimento (WERTHEIN, 2000, p. 26).

“A escola calcada no saber do professor e dos livros, não corresponde mais a uma sociedade que respira tecnologias” (LAGO, 2004, p.4). Isso não significa que os professores desaparecerão, mas sim que estes devem buscar adaptar os conteúdos de sala de aula as novas tecnologias de tal modo que sirvam de ligação entre professor e aluno.

O surgimento da internet mudou não só as maneiras como as pessoas se comunicam, fazem transações comerciais, se divertem, mas também a forma como as pessoas ensinam e aprendem. A informatização e a inclusão das TDIC's já são um processo sem volta, que deve ser acompanhado por professores e alunos. Com a expansão da internet, vários ambientes virtuais de aprendizagem surgiram com o objetivo de organizar recursos computacionais educativos que possibilitem a

participação ativa do aluno em todas as etapas do processo de construção do conhecimento (BAILEY, MOAR, 2003)

O uso das TDIC's em ambientes educacionais tem sido cada vez mais constante. Seu uso pode se dá de formas diferentes: como fonte de consulta, comunicação, na organização dos conteúdos a serem ensinados, motivação dos estudos, treinamento do aprendizado, entre outras. É por esse motivo que as TDIC's aumentaram consideravelmente a sua presença como um meio de aprendizagem disponível para professores e alunos. (RIVERO et al, 2014)

Em argumentos apresentados por especialistas (UNESCO, 2013), o uso das TDIC's na educação tem um efeito multiplicador que se espalha por todo sistema educacional; e que realça a aprendizagem e fornece aos alunos novas competências; ela facilita e melhora a formação de professores e minimiza os custos associados ao ensino. E segundo dados do IBOPE (2013), mais de 105 milhões de pessoas no Brasil já possuem acesso a internet de forma regular. Eles consideraram todos os ambientes com acesso à internet como domicílios, trabalho, *lanhouses*, escolas, bibliotecas e espaços públicos.

O uso de TDIC pode ser dividido em dois grupos: no primeiro grupo o computador é utilizado como uma ferramenta para encontrar informações, comunicação e multimídia e no segundo grupo, o computador é uma ferramenta científica como um laboratório virtual com simulações interativas.

Em estudos feitos por AREA (2005) sugere que, para transformá-la em uma prática integrada para ser efetiva a utilização educacional de computadores nas escolas e, uma série de condições básicas são necessária, entre as quais (p. 16):

- A existência de um projeto institucional que garanta a inovação educacional utilizando tecnologia de computador.
- O fornecimento de infraestrutura e recursos computacionais suficientes nas escolas e salas de aula.
- Formação de professores e a predisposição favorável deles na utilização das TDIC.

- A disponibilidade de materiais didáticos variados e abundantes ou a natureza digital de currículo.
- A formação de equipes de apoio externa para os professores e as escolas destinadas a coordenar projetos e facilitar soluções para problemas práticos.

4.1.1 Objetos de aprendizagem

Um dos recursos que estão sendo utilizados na educação desde a década de 1990, são os Objetos de Aprendizagem. Este pode ser entendido como materiais digitais que estão disponíveis na internet, possibilitando uma nova forma de ensino que permite o acesso simultâneo em diferentes lugares e plataformas (WILEY, 2000). Ele destaca que os OA se baseiam no modelo de orientação ao objeto da ciência da computação, interligado ao projeto pedagógico.

Eles podem ser classificados como materiais importantes no processo de ensino aprendizagem, pois nos fornece a capacidade de simular e animar fenômenos podendo ser utilizados em outros ambientes de aprendizagem. E uma das vantagens que apresentam é a capacidade de ser reutilizável para utilização de matérias educacionais, já que são disponibilizados na internet através de repositórios (SANTOS, FLORES, TAROUCO, 2007).

Os OA não estão relacionados somente ao uso de computadores e internet. Para SOSTERIC; HESEMEIER 2002 (apud ALDINO2010), entre os OA se encontram os arquivos digitais, neles podem estar incluídos imagens, filmes e simuladores, que podem ser utilizados para fins educacionais e estão incluídas sugestões sobre o contexto adequado no qual devem ser utilizados.

TAROUCO (2003) resume as características particulares que um OA deve apresentar:

- Acessibilidade: facilmente acessível via Internet;
- Atualizável: torna-se fácil fazer atualizações;
- Interoperabilidade: capacidade de operar através de uma variedade de hardware, sistemas operacionais e buscadores.
- Granularidade: Quanto mais granular for um OA maior será o seu grau de reutilização.

- Adaptabilidade: adaptável a qualquer ambiente de ensino, seja ele ensino fundamental médio ou superior;
- Flexibilidade: material criado para ser utilizado em múltiplos contextos, não sendo necessário ser reescrito para cada novo contexto;
- Reutilização/reusabilidade: várias vezes reutilizáveis em diversos ambientes de aprendizagem;
- Durabilidade: possibilidade de continuar a ser usado por longo período e, na medida do possível, independente da mudança da tecnologia.

Entre os OA utilizados estão as simulações computacionais de experimentos. Segundo BRASILEIRO (2015), as simulações utilizam modelos computacionais que permitem representar ou modelar fenômenos e situações reais. Elas possibilitam ao aluno a interação e alteração de dados de acordo com os parâmetros estabelecidos. Neles os estudantes podem observar fenômenos macroscópicos, anotar os dados, alterar valores e dessa forma estudar o comportamento de sistemas em função dessas variáveis. Esses recursos ajudam o aluno a compreender tais modelos, permitindo que eles estabeleçam e testem hipóteses sobre os assuntos estudados.

Com isso, a Informática se torna uma importante ferramenta transdisciplinar que contribuirá para dinamizar o aprendizado nas diversas áreas do conhecimento em todos componentes curriculares. Ao trocar o ambiente de sala de aula por um laboratório de informática, o aluno pode revelar conhecimentos que já construiu, podendo encontrar um campo aberto para novas descobertas e desenvolver um aprendizado prazeroso, espontâneo e criativo (SOUSA, 2004).

4.1.2 Simuladores no Ensino de Química

Uma dessas iniciativas na produção de simulações para o ensino de ciências e matemática, protagonizada por Carl Wieman, laureado com o Nobel de Física de 2001, é o *PhET Interactive Simulations* - sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física. O projeto cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações *PhET* baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os

alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta (PhET, 2019).

O simulador *PhET* é um programa da Universidade de Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências e as disponibiliza em seu portal para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou pessoas interessadas em ciências. As simulações são projetadas conectando fenômenos diários com a ciência e o que está por trás dela, oferecendo aos alunos exemplos fisicamente corretos de maneira acessível. As simulações são apresentadas em várias seções: simulações em destaque; novas simulações; pesquisa de ponta; simulações traduzidas em vários idiomas. Outra facilidade é o agrupamento em conteúdos específicos de cada área como física, química, ciências da terra e matemática. Todas as simulações são classificadas de acordo com o nível de escolaridade. Em química, elas estão divididas em química geral e química quântica. Como o programa tem a opção de ser apresentado em português, ajuda aos alunos ainda pouco familiarizado com uma língua estrangeira.

É importante destacar que todos esses recursos do simulador *PhET* apresentam as características fundamentais de um objeto de aprendizagem: são reutilizáveis, digitais e estão envolvidos com a aprendizagem (TAROUCO, 2003).

Avaliando algumas publicações de trabalhos sobre o uso de simuladores virtuais no ensino de química de 2011 a 2016, observa-se a crescente preocupação de pesquisadores sobre o assunto, desde o nível médio até o ensino superior. BERTOLINI (2013) apresenta a ferramenta *iLaboratory* que atua como um simulador de laboratório para reprodução de alguns experimentos de química, de forma interativa, através de dispositivos móveis. Nele são levantadas as possibilidades da utilização de aplicações educacionais para dispositivos móveis que podem ajudar a melhorar a qualidade da aprendizagem apoiando na resolução de exercícios.

Já MENDES (2015) utilizou o software *PhET* como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. Nele, a aplicação do software foi feita em apenas uma classe (turma A) e na turma B foi utilizado a metodologia clássica. Os resultados mostraram que o desempenho dos estudantes da Turma A foi superior ao da Turma B, sugerindo assim que os alunos da Turma A foram capazes de entender a lógica para balancear as equações químicas utilizando os simuladores virtuais. Além disso, de acordo com o autor, a introdução do software *PhET* levou o aluno a compreender os significados dos coeficientes e subscritos encontrados nas fórmulas químicas.

CARVALHO (2013) escreveu *O software como ferramenta pedagógica no ensino de Química* que objetivava demonstrar que a utilização do software *Software Iridyum Chemistry Lab*, que é um simulador que realiza experimentos em um laboratório químico virtual, pode auxiliar o aprendizado na disciplina de química do ensino médio acrescentando no processo de ensino-aprendizagem, muitas vezes carente de aulas nos laboratórios. Dessa forma o conteúdo teórico tradicional associado com os experimentos feitos através deste programa educacional podem facilitar a compreensão dos fenômenos químicos aplicados na disciplina. Através de questionários aplicados aos alunos, os resultados observados mostraram a eficiência do uso das tecnologias de comunicação e de informação como facilitadoras do processo ensino-aprendizagem, tanto no que se refere aos conhecimentos adquiridos, quanto à operacionalização do software.

LIMA e FALONE (2012) publicaram um trabalho sobre *O uso de simuladores virtuais para o ensino de Química* no qual buscavam motivar os alunos na disciplina de química usando tecnologias disponíveis, entre elas os simuladores. Nesse trabalho também foi utilizado o simulador *PhET* como ferramenta de ensino e percebeu-se que o uso dos simuladores foi muito bem aceito pelos alunos, tendo resposta positiva, muitos mostraram-se interessados no ato de aprender.

Em 2011, VIEIRA *et al*, fez uma investigação sobre *O uso de tecnologias de ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil*. Nele observou-se a contribuição das aulas práticas virtuais como instrumento facilitador da aprendizagem no ensino de química para o nível médio, constituindo uma proposta pedagógica no ensino de química. Acredita-se que a utilização do laboratório virtual, não venha substituir o laboratório físico, mas poderá contribuir para amenizar a ausência do mesmo colaborando como um importante mecanismo no processo ensino aprendizagem de química.

Nesta mesma linha de pesquisa, SOARES (2013) publicou um artigo na Revista de Educação, Ciência e Cultura intitulado *Simulações Virtuais em Química*, no qual realiza um estudo de caso em uma turma do ensino médio estadual, que procurou verificar se o uso de simulações virtuais poderia contribuir para melhorar a aprendizagem dos estudantes frente aos conteúdos propostos. Foram escolhidas as simulações “Laboratório explosivo”, “Revisando a aula” e “Zan Zan-O que será que eu faço para...” disponibilizados no Portal do Professor do Ministério da Educação (MEC). Conclui-se que o mesmo foi realizado com satisfação, confirmando que as simulações virtuais podem ser utilizadas nas aulas de química dos primeiros anos do ensino médio.

SILVA, et al (2016), apresentam que as dificuldades de aprendizagem da Química têm feito com que professores busquem nas novas alternativas didáticas e metodológicas respostas para mudar essa situação. Eles utilizaram o software de simulação *PhET* com o objetivo de desenvolver a cognição dos alunos no que se refere as interações que ocorrem nas partículas microscópicas das substâncias, facilitando a compreensão dos conteúdos de Química, em particular, dos estados físicos da matéria. A simulação mostrou-se eficaz na aprendizagem do conteúdo estudado.

Diante dos trabalhos acima citados ficou claro que a os simuladores estimulam a aprendizagem por parte dos alunos, gerando assim interesse pela disciplina.

O uso dos simuladores virtuais como uma ferramenta pedagógica pode ser uma opção para melhorar o desempenho dos alunos. Essa ferramenta pode servir no processo que é o de ensinar. Alguns programas interativos podem auxiliar e melhorar o ensino-aprendizagem tanto nas aulas experimentais, como também nas aulas teóricas.

4.2 Ensino de Química e o uso de simuladores

Um dos desafios do Ensino de Química, nas escolas de nível fundamental e médio, é construir uma ligação entre os conceitos vistos na escola e o dia-a-dia dos alunos. Frequentemente, a ausência deste vínculo é responsável por indiferença e distanciamento entre alunos e professores (VALADADES, 2001 apud BENITE 2009).

De acordo com BNCC 2018, “em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é urgente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade”.

Diante de um novo modelo de educação que vem se desenhando, torna-se necessário diversificar as maneiras de ministrar as aulas, amparadas em ferramentas capazes de gerarem competências e habilidades nos estudantes. Enfatiza-se, por isso, a importância do professor decidir como irá atuar nesse processo educacional, questionando suas ações e implementando novas ideias

adequadas para lhe ajudar a se comunicar e a conduzir melhor a aprendizagem, contribuindo dessa forma para que o estudante possa ter uma aprendizagem significativa (MOREIRA E SIMÕES, 2017).

E dessa forma uma das dificuldades dos alunos está no fato da maior parte dos fenômenos ocorrerem a nível microscópico, o que dificulta a abstração, aquisição e a compreensão dos conceitos. Somado a isso ainda temos a grande quantidade de símbolos que representam os elementos e os fenômenos, que levam o aluno a mera memorização. No Ensino de Química, um dos métodos para se adquirir conhecimentos é com o trabalho experimental e de laboratório. No ensino e aprendizagem de conceitos em uma ciência natural, é importante conectar o macroscópico, submicroscópico e os níveis simbólicos para a aprendizagem do aluno (RODRIGUES 2009).

Segundo TASKER (1998 apud RODRIGUES 2009), para que um aluno possa compreender os conceitos químicos, existem três níveis de estruturação do conhecimento:

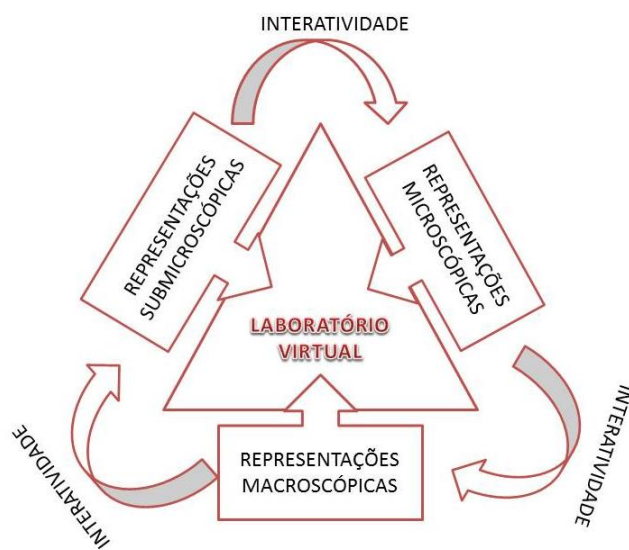
i) o nível macro, que mostra o que pode ser observado e medido no laboratório; ii) o nível sub-macro, que se refere ao que está acontecendo em escala molecular; iii) o nível simbólico, que se traduz na representação de reações e fenômenos físico-químicos usando equações matemáticas.

LEAL 2009, apud ALMEIDA 2018 recomenda que o professor deva se utilizar de novas técnicas, como o uso de tecnologias, para promover e desenvolver a aprendizagem, habilidades e competências nas aulas, pois são nelas que ocorrem a situação de apresentação e problematização do conhecimento químico. Não se deve menosprezar a bagagem que o aluno traz, os seus conhecimentos prévios, teorias, fórmulas e equações matemáticas, e sim contribuir para a melhoria de alguns

conceitos, renovando assim o ensino de ciências. Proporcionado possibilidades de aprendizagem fora dos meios tradicionais.

O ponto de partida para uma compreensão dos conceitos em química é a manifestação macroscópica que podemos perceber com nossos sentidos. Uma explicação da observação macroscópica e os conceitos interconectados derivam de uma compreensão do submicroscópico e do fato de que a matéria é construída de partículas, observações macroscópicas. E as representações submicroscópicas também podem ser demonstradas e compreendidas simbolicamente, em fórmulas de elementos e compostos, símbolos e notação de mudanças químicas na forma de equações e outras apresentações esquemáticas e gráficas (Figura 1) (HERGA, 2016; HERGA, GLAZAR, DINEVISKI, 2015).

Figura 1 - Laboratório virtual no papel da visualização das diferentes formas representacionais da química



FONTE: Adaptado de HERGA, GLAZAR, DINEVISKI, 2015.

A temática escolhida para este trabalho buscou abranger conteúdos que abordasse as diferentes representações da química. O tema Densidade se enquadra na representação macroscópica, aquela que o aluno pode ver e pode medir no laboratório. Já o tema Polaridade da Molécula se encaixa na representação

submicroscópica, ou seja, ocorre em escala molecular. E o tema pH pertencendo a representação microscópica, que se traduz na representação de reações e fenômenos usando equações matemáticas.

5. O PRODUTO EDUCACIONAL

5.1 Apresentação do Produto

Este produto “Sequência Didática no Ensino de Química: Densidade, Polaridade e pH”, foi construído no âmbito do curso de Mestrado Profissional em Ensino das Ciências da UNIGRANRIO, a partir da dissertação intitulada “*Simuladores Virtuais no Ensino de Química: Uma Experiência com Licenciandos de Ciências Biológicas*”. O objetivo desta pesquisa é construir e validar uma sequência didática que tem como temática simulações interativas no Ensino de Química. Alunos de licenciatura em Ciências Biológicas foram escolhidos como sujeitos da pesquisa para a aplicação e a validação do produto, devido à importância dos professores de Ciências Biológicas na construção inicial de conceitos químicos de alunos do ensino fundamental, uma vez que, de acordo com a legislação, eles são o primeiro contato dos alunos com essa ciência a partir do ensino fundamental II (6º ao 9º anos).

Uma *Sequência Didática* é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do assunto proposto seja obtido pelos alunos (KOBASHIGAWA et al, 2008). Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e pode seguir por vários dias. Desde a elaboração, desenvolvimento e aplicação de sequências didáticas de ensino deve-se considerar o conjunto particular onde será aplicado, permitir o reconhecimento das concepções prévias dos participantes e sua estrutura cognitiva.

Desta forma, para orientar a organização de uma sequência de atividades educativas proposta para o desenvolvimento em sala de aula, Zabala (1998) atribui a sequência didática (SD) como uma sequência de atividades estruturadas e articuladas, as quais possuem objetivos educacionais conhecidos tanto pelos alunos quanto pelos professores. Ele ainda recomenda que para aprender é indispensável que haja um clima e um ambiente apropriados, constituídos por um marco de

relações em que predominem a aceitação, a confiança, o respeito mútuo e a sinceridade. Sendo assim, as práticas docentes buscam formas de ajustamento e mudanças para que atinjam a formação integral do educando, de modo a propiciar um ambiente que permita e facilite as relações abrangendo as dimensões: atitudinal, conceitual e procedimental. Leva-se em consideração que toda ação docente deve ter um propósito e o professor deve propor atividades que visem o desenvolvimento de habilidades e competências. Acredita-se que o professor ao planejar uma sequência didática para ministrar o conteúdo trabalhe de forma ordenada e organizada, agregando atividades de níveis diferentes, em função das capacidades e dificuldades dos discentes promovendo a acesso do conhecimento.

Acredita-se que, por meio desta estratégia, haja avanço na assimilação do conteúdo, que as compreensões dos alunos possam ser conhecidas, permitindo a interferência do professor quando necessária.

De acordo com LEAL (2013) os objetivos de se usar uma sequência didática devem ser:

- Conduzir os alunos a uma reflexão e preocupação acerca do ensino proposto na sequência didática.
- Esperar que estes conhecimentos adquiridos não sejam somente utilizados durante as aulas e avaliações, mas também por toda a vida do aluno.

SEPÚLVEDA, EL-HANI, REIS (2009) descrevem que a proposta de uma sequência didática para o uso de simuladores virtuais no ensino deve ser definida por alguns pontos, tais como:

- a) o desenvolvimento de estratégias para diminuir a rejeição dos temas abordados pelo simulador;
- b) implementação de abordagens significativas do simulador na vida dos estudantes e
- c) intenção em promover a compreensão dos assuntos tratados e que estes sejam levados à vida dos participantes.

Ela servirá para auxiliar os professores no uso dos simuladores virtuais, mas poderá haver flexibilização de acordo com a realidade e a necessidade de cada um.

Utilizou-se a abordagem metodológica qualitativa de natureza interpretativa, com observação participante e a coleta de dados se deu por meio de um conjunto de estratégias para a utilização de objetos educacionais, com princípio, meio e fim conhecido por alunos e professores, prevê planejamento, aplicação e avaliação.

Com um olhar sobre o “novo aluno”, que no contexto deste trabalho em breve serão professores, temos um enorme desafio diante de nós: como incentivar a autonomia no seu processo de conhecimento e o interesse nas aulas de química com o uso de recursos tecnológicos? Como os licenciandos percebem a utilização dessa ferramenta?

Tendo em vista a diversidade de recursos tecnológicos que vem surgindo, cabe aos mediadores do conhecimento, tentar minimizar as lacunas entre o universo científico e o tecnológico, principalmente na formação inicial de professores, para que os mesmos sejam estimulados a sair da zona de conforto e quebrar os paradigmas estabelecidos já nessa fase. A utilização de TDIC nas atividades pedagógicas leva à necessidade de desenvolver novas habilidades e competências, levando em consideração que o simples uso das tecnologias em sala de aula não garante a melhoria ou sucesso das atividades de ensino (CALIXTO, SANTOS, 2011).

5.2 Descrição do Produto

Esta sequência didática (SD) foi dividida em três unidades, para melhor organização das atividades propostas. Cada unidade foi pensada para ser desenvolvida em 3 horas/aula e possui momentos introdutórios e de diagnose, de diálogo, contextualização, atividades utilizando os simuladores interativos e atividades avaliativas. A avaliação se dá de forma processual de maneira que os exercícios propostos possam servir como orientação para os alunos direcionarem seus estudos.

Utilizou-se como público- alvo alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, inscritos na disciplina de Química Geral, que participaram das etapas de pré-teste, validação e realização dos questionários propostos.

Cabe ressaltar que para a utilização dos simuladores interativos é necessário acesso à sala de informática com rede de internet ou baixar os simuladores previamente para os computadores. É necessário que os computadores tenham instalados previamente o software JAVA® para rodar os simuladores. Em nosso trabalho, optamos por restringir o acesso dos computadores às redes sociais e jogos on-line, apesar de acreditarmos que estes possam servir ao processo de ensino-aprendizagem e ao desenvolvimento de habilidades, mas concluímos também que poderiam competir com as atividades, estimulando os alunos a terminar rapidamente para ter tempo livre.

5.3 Unidades Didáticas

Na primeira parte da sequência houve a descrição do público alvo, da caracterização dos alunos, do objetivo geral e da duração da atividade. Esta etapa é importante para que o professor possa planejar onde aplicar a sequência. Logo em seguida apresentou-se um cronograma sobre as etapas e qual a duração que cada uma teria. A apresentação dos simuladores teve a duração de 20 minutos. Essa etapa é importante para que os alunos pudessem explorar todas as potencialidades, recursos e funções do simulador. Feito isso seguiram para a sua utilização em si. Apesar do tempo pré-definido em cada etapa, isso não significa que ele não possa ser flexível de acordo com o desempenho e necessidade de cada aluno.

Para a elaboração da Sequência Didática foram analisados 10 simuladores no site *PhET*, sendo que para a elaboração da sequência didática, foram escolhidos três simuladores que se encaixaram no perfil procurado para a elaboração do produto, ou seja, se enquadram nas representações químicas.

Neste trabalho, optou-se por abordar três conteúdos químicos específicos, tais como: densidade, polaridade das moléculas e pH. Estes conteúdos foram selecionados por estarem inseridos no conteúdo programático da disciplina de Química Geral e por se tratarem de conteúdos químicos basilares para a explicação de determinados fenômenos em ciências. Esses temas são abordados ao longo do semestre letivo do Ensino Superior. A escolha dos temas foi determinante para a aplicação da pesquisa, pois segundo AUSUBEL (apud MOREIRA2011), “a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos e proposições relevantes, preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz”.

Neste sentido, pautou-se a escolha do simulador virtual como um OA que poderia auxiliar na construção de conceitos e como uma alternativa para professores que não possuem acesso a laboratórios de ciências/química (SILVEIRA, 2013). Na atualidade, considera-se importante que a formação de professores contemple essas ferramentas como possíveis recursos a serem utilizados em suas aulas.

O simulador sobre densidade foi escolhido por ser um conteúdo que de acordo com o planejamento, é dado no início do semestre no curso de graduação. Com ele podemos trabalhar propriedades físicas e unidades de medidas. Já o simulador de polaridade da molécula teve sua escolha definida, pois pela experiência da pesquisadora em sala de aula, os alunos apresentam dificuldade, pois este tema requer um nível de abstração que muitos não conseguem demonstrar. No simulador de pH o que chamou atenção da pesquisadora foi a apresentação das concentrações em solução, algo impossível de ser visto no laboratório físico. A análise dos simuladores aconteceu entre maio e junho de 2016.

De acordo com LIMA (1999), no ensino da Química, a forma como alguns temas específicos são abordados em sala de aula induz o estudante, universitário, a imaginar a química como uma ciência abstrata, pois muitas vezes este não consegue

conceber estas ideias no espaço tridimensional, dificultando consideravelmente o aprendizado, além de transmitir o conceito errôneo de que o estudo da Química é meramente decorativo. Assim cabe aos profissionais do Ensino da Química buscar alternativas didáticas que promovam a melhoria do aprendizado, mostrando aos alunos que a Química é uma ciência cujos conceitos e leis são consequências diretas do comportamento da natureza.

A primeira sequência didática construída serviu para conhecer como os alunos trabalhariam com os simuladores e dessa forma fazer os acertos necessários. O tema escolhido foi o de densidade, pois ele é apresentado no início da disciplina de Química Geral e trabalha com conceitos de unidades de medidas como massa e volume. Sendo assim é preciso que o aluno saiba claramente trabalhar com essas unidades, bem como saiba fazer as conversões necessárias. Nas aulas os alunos apresentam dificuldades de entender a relação entre massa e volume de uma solução, compreendendo apenas o conceito de boiar e afundar.

5.3.1 Unidades 1: Densidade

Duração: 100 minutos

Objetivo

- Reconhecer a densidade como propriedade característica de uma substância que relaciona a massa como o volume de uma matéria.
- Público Alvo: Alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas
- Caracterização dos alunos: Alunos do primeiro ou segundo período, que estão matriculados na disciplina de Química Geral do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Estratégia de Ensino: Contextualização

Uma das propriedades que caracteriza uma substância é a sua densidade. Devido a sua importância, e porque os cálculos de densidade são exemplos do uso da análise dimensional, este é o momento ideal para a discussão desta grandeza. A densidade é definida como a massa da unidade de volume de uma substância, ou, simplesmente, massa por unidade de volume. A densidade de um objeto é calculada pela divisão da massa do objeto por seu volume, ou: $densidade = \frac{massa}{volume}$

Qual o significado desta grandeza? A densidade expressa a quantidade de matéria presente em uma dada unidade de volume. Quando dizemos que o chumbo tem maior densidade do que o alumínio, isto significa que num dado volume de chumbo há mais matéria que no mesmo volume de alumínio. (Algumas vezes ouvimos dizer que o chumbo é mais pesado que o alumínio; esta afirmação é imprecisa. "Pesar mais" é interpretado por "ter maior massa que". O principal inconveniente da frase é a ausência da especificação do volume. Um metro cúbico de alumínio tem maior massa do que um centímetro cúbico de chumbo). Apesar de o simulador *PhET* apresentar a unidade densidade em quilogramas por litro(kg/L),

as densidades de sólidos e líquidos são comumente expressas em *gramas por centímetro cúbico*, g/cm^3 , unidades derivadas SI.

Antes do início da atividade, será feito um questionário para saber os conhecimentos prévios sobre o assunto. Isso é importante já que irá auxiliar o professor no direcionamento da aula. Abaixo propomos algumas questões, mas o professor pode optar por questões, com níveis de conhecimento de acordo como grupo trabalhado.

1) *Uma amostra de 1 kg retirada de um pedaço de ferro apresenta uma densidade de aproximadamente $7,5 \text{ g/cm}^3$. Qual a densidade de uma amostra de 2 kg retirada desse mesmo pedaço de ferro (suposto homogêneo)?*

2) *Um ambulante queria comprar 1,0 litro de álcool etílico cuja densidade é $0,789 \text{ g/cm}^3$. O vendedor não tinha um recipiente que medisse o volume, mas tinha uma balança. Qual a massa de álcool etílico ele deveria pesar (descontado o recipiente) para levar 1 litro?*

- a) 789g b) 0,789g c) 7,89g d) 78,9g

3) *Na tabela abaixo temos as densidades de alguns materiais sólidos. Se eles forem adicionados à água líquida e pura, à temperatura ambiente, qual deles flutuará?*

| | |
|-------------------------|---|
| <i>Pau-brasil</i> | <i>$0,4375 \text{ g/cm}^3$</i> |
| <i>Alumínio</i> | <i>$2,70 \text{ g/cm}^3$</i> |
| <i>Diamante</i> | <i>$3,5 \text{ g/cm}^3$</i> |
| <i>Chumbo</i> | <i>$11,34 \text{ g/cm}^3$</i> |
| <i>Carvão</i> | <i>$0,5 \text{ g/cm}^3$</i> |
| <i>Mercúrio</i> | <i>$13,55 \text{ g/cm}^3$</i> |

Fonte: Russel, 1994

Etapas das oficinas:

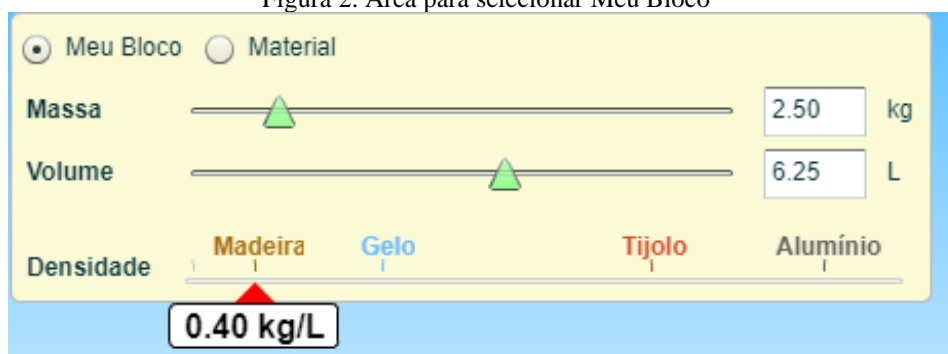
1ª) No laboratório de informática, serão apresentados os simuladores virtuais abordando conteúdo relacionado a densidade.

2ª) Após o experimento, cada aluno ficará responsável por responder a um questionário.

| ATIVIDADE | DESCRIÇÃO | TEMPO |
|------------------------------|---|------------|
| Apresentação dos simuladores | Apresentação do uso e das ferramentas presentes | 20 minutos |
| 1ª etapa | Customização dos objetos | 30 minutos |
| 2ª etapa | Mistério | 20 minutos |
| Questionário | Identificação do sujeito da pesquisa e questionamento sobre a atividade realizada | 20 minutos |

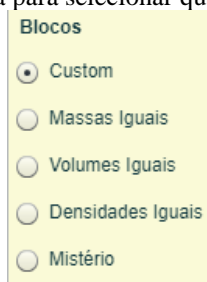
De início eles foram levados a customizar um objeto. Para isso eles escolham **Meu Bloco**, identificado na figura 2 e em seguida **Custom** como na figura 3. Nessa etapa o aluno irá alterar a massa e o volume do objeto o observar como estes se comportam em um tanque de água, conforme figura 4.

Figura 2. Área para selecionar Meu Bloco



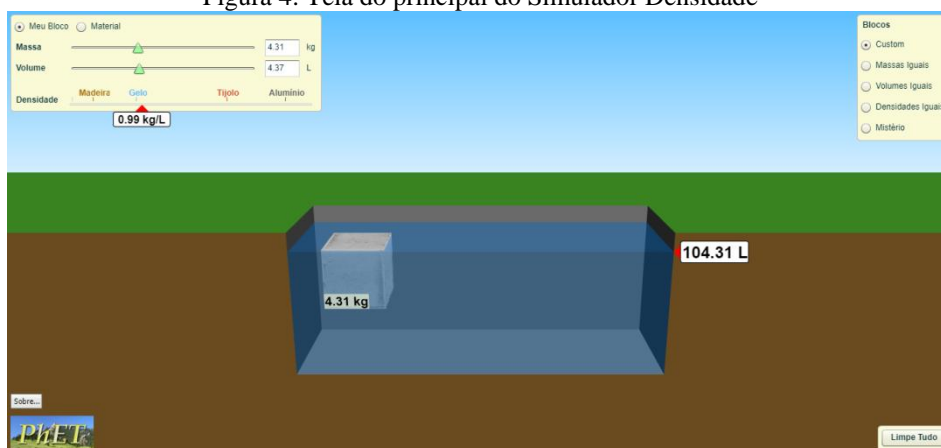
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.html

Figura 3. Área para selecionar qual item Custom



Fonte: Tela capturado do PhET

Figura 4. Tela do principal do Simulador Densidade



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.html

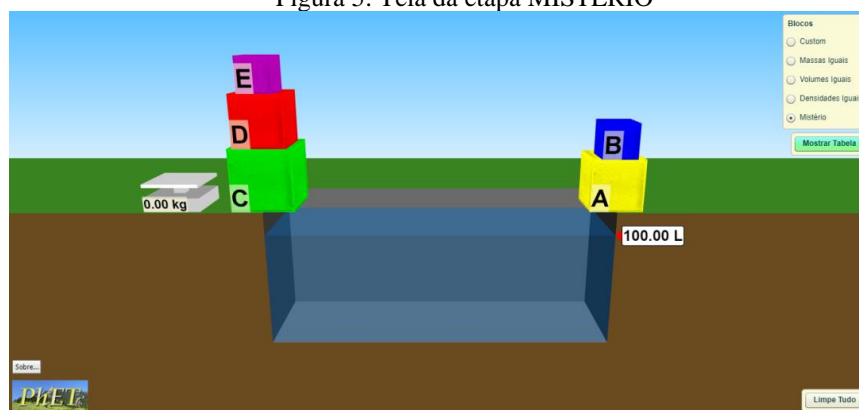
1ª parte – INTRODUÇÃO

- Customize três blocos, identificando sua massa, volume e densidade:
A.
B.
C.
- Calcule a densidade de dois blocos com massas iguais;
- Calcule a densidade de dois blocos de volumes iguais;
- Observe o que acontece ao mergulhar o bloco no tanque de água.

A segunda etapa é o **MISTÉRIO**, nela o aluno irá selecionar o item mistério que aparece na figura 2 e a tela correspondente a figura 5 irá aparecer. Observa-se que nela aparecem cinco blocos caracterizados por letras de A a E, uma balança e o

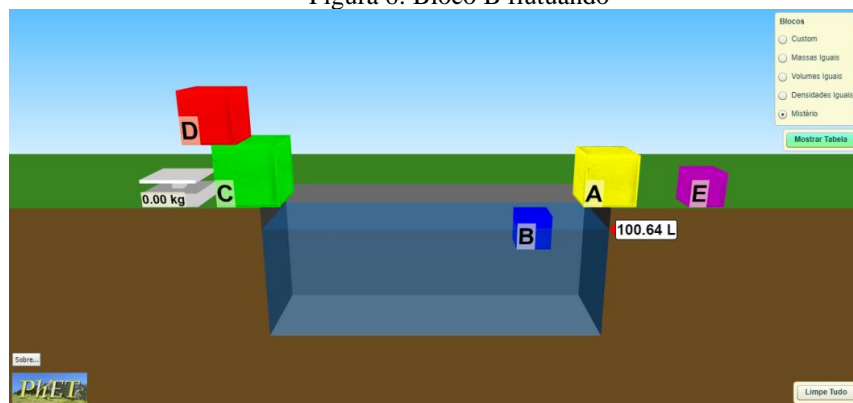
tanque com 100L de água. Nela os alunos deverão escolher o objeto, arrastá-lo com o cursor e pesar na balança. Deve-se anotar o valor. Em seguida deve-se arrastar o objeto até o tanque, de modo que ele afunde, para que possa ser medido o volume de cada um. Nesse ponto é importante salientar que como alguns objetos não afundam é preciso que aluno afunde o bloco para que o volume seja calculado pelo Princípio de Arquimedes (deslocamento de um líquido). Conforme figuras 5, 6 e 7.

Figura 5. Tela da etapa MISTÉRIO



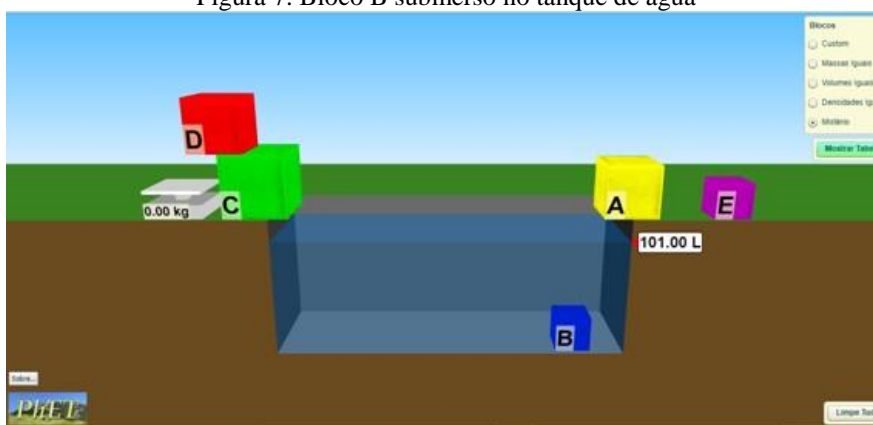
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.htm

Figura 6: Bloco B flutuando



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.htm

Figura 7. Bloco B submerso no tanque de água



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.htm

Observa-se a variação do volume quando o objeto está flutuando e quando está no fundo. Caso o aluno não consiga chegar a essa conclusão sozinho, vale a intervenção do professor explicando o Princípio de Arquimedes. Deve-se anotar o volume e em seguida deve-se calcular a densidade de cada bloco e compara-la com a tabela fornecida no simulador, como mostra a figura 8.

Figura 8. Tabela de Materiais e suas densidades.

| Material | Densidade (kg/L) |
|----------|------------------|
| Madeira | 0.40 |
| Maçã | 0.64 |
| Gasolina | 0.70 |
| Gelo | 0.92 |
| Água | 1.00 |
| Alumínio | 2.70 |
| Diamante | 3.53 |
| Chumbo | 11.3 |
| Ouro | 19.3 |

Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.htm

2ª Etapa - MISTÉRIO

a) Identifique os cinco blocos, utilizando a tabela de materiais.

- A
- B
- C
- D
- E

Feito o primeiro simulador pode-se observar uma dificuldade dos alunos em relação aos comandos do mesmo, portanto houveram modificações que pudessem auxiliar neste item. Nas próximas duas sequências didáticas houve um cuidado em descrever cada etapa de modo que o aluno pudesse seguir exatamente as etapas e dessa forma não se desviasse e perdesse o interesse pela atividade.

5.3.2 Unidade 2: Polaridade

Duração: 100 minutos

Objetivos

- Reconhecer os fatores envolvidos nas ligações covalentes polares e apolares.
- Prever a polaridade da ligação utilizando diferentes variações de eletronegatividade.
- Caracterizar a polaridade da molécula considerando a polaridade da ligação.

ATIVIDADE INTRODUTÓRIA – análise dos conhecimentos prévios do aluno

Polaridade de uma ligação é o compartilhamento desigual dos elétrons entre dois átomos que leva a formação de cargas parciais positivas e negativas. O conceito de polaridade é útil para descrevermos moléculas inteiras que exibem uma separação parcial de cargas. Uma molécula não-polar é aquela em que a posição média de todas as cargas positivas da molécula, chamada de *centro das cargas positivas*, coincide com a posição média de todas as cargas negativas, o *centro de cargas negativas*. Numa molécula polar, existe uma separação de cargas, ou seja, os

dois centros não coincidem. Moléculas polares são conhecidas como dipolo. No laboratório, a polaridade de moléculas pode ser medida observando seu comportamento num campo elétrico. Quando moléculas polares são colocadas entre um par de cargas carregadas opostamente, elas tendem a se alinhar com o campo elétrico.

Para iniciar os estudos acerca de polaridade, converse com os alunos sobre o que eles conhecem desse tema e proponha a discussão com assuntos relacionados ao seu cotidiano. É importante que o estudante coloque seus conhecimentos em discussão. Como são alunos de Ciências Biológicas pode-se abrir uma conversa sobre alguns solventes utilizados na extração de substâncias das plantas. Após a discussão em sala, proponha questões para que você obtenha uma diagnose prévia dos alunos:

a. O que é solubilidade?

b. Por que determinadas substâncias se comportam como solventes melhores que outras?

c. Qual a influência da polaridade da molécula no ponto de ebulição de uma substância?

OBS: Professor, para economizar tempo, você pode levar as perguntas já impressas para os alunos, assim sobrarão mais tempo para a atividade principal com os simuladores.

O conceito de polaridade é algo muito abstrato para o aluno, por isso é importante que o professor contextualize o assunto dando exemplos e aplicações sobre o mesmo. No primeiro caso pode-se utilizar a cromatografia em papel para mostrar que diferentes solventes agem de forma diferente de acordo com o que se quer extrair. Abaixo segue uma sugestão de atividade simples que pode ser aplicada junto aos alunos, de modo que eles possam entender sobre solubilidade.

Material: 2 copos , duas tiras de papel de filtro(pode ser filtro de café), caneta preta, palitos para prender o papel (ou outro material que prenda o papel) , álcool, água.

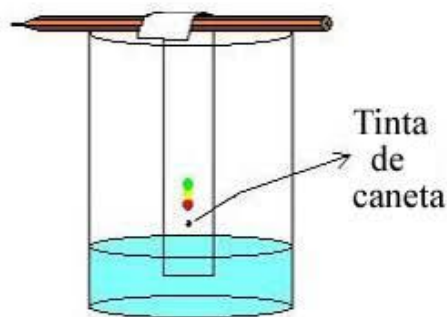
Procedimento:

Recorte uma tira de papel, marque com a caneta escolhida a dois cm de distância da extremidade, coloque álcool no copo e encoste a ponta do papel de tal forma que a marca da caneta não encoste no álcool. Prenda a outra extremidade com o palito, conforme a figura 9 abaixo. Observe o álcool subindo o papel por capilaridade e separando as tintas.

Repita o procedimento só que substituindo o álcool pela água.

Observe que, como os solventes são diferentes, a velocidade de separação e os compostos separados também são diferentes.

Figura 9 - Exemplo de cromatografia em papel

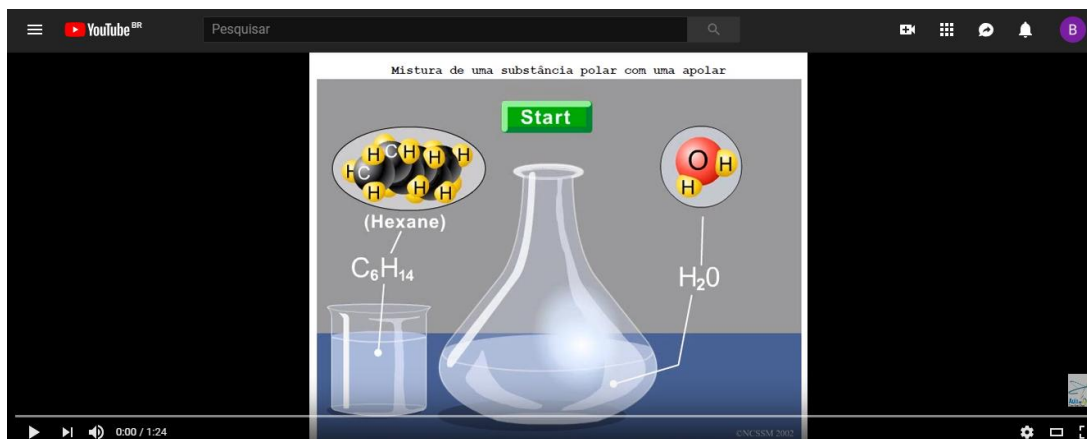


Fonte: imagem livre na internet

Adicionou-se um link para que o aluno pudesse visualizar uma animação, o que poderia ajudar na compreensão. Clicando no link abaixo, poderá ser vista um vídeo com uma animação em 3D. O vídeo se encontra no youtube. O acesso se dá pelo link: www.youtube.com/watch?v=6vccrN439B8&feature=youtu.beKotkoa

No vídeo é possível ver através de uma simulação as estruturas das moléculas, conforme figura 10 abaixo.

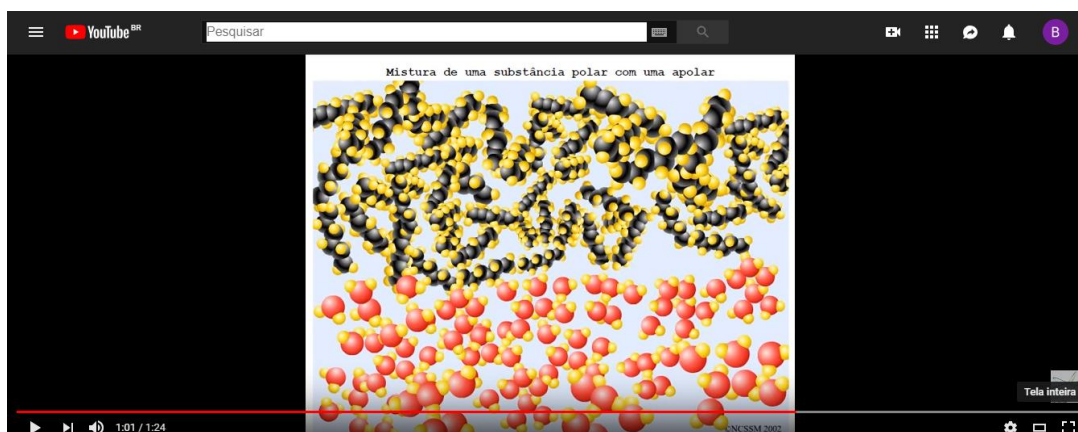
Figura 10. Mistura de uma substância polar com uma apolar



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=6vccrN439B8&feature=youtu.beKotkoa>

Após a mistura dos líquidos, água (H_2O) e hexano (C_6H_{14}), é possível observar a forma com que as moléculas que possuem interação molecular vão se atraindo, conforme a figura 11 mostra.

Figura 11. Interação entre as moléculas polares e apolares



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=6vccrN439B8&feature=youtu.beKotkoa>

Aqui houve uma modificação em relação ao primeiro simulador, as etapas foram bem detalhadas para facilitar o manuseio por parte do aluno. De início o simulador foi apresentado e descrito de acordo com suas potencialidades, os alunos tinham 20 minutos para realizar essa etapa, como segue abaixo.

APRESENTAÇÃO DO SIMULADOR

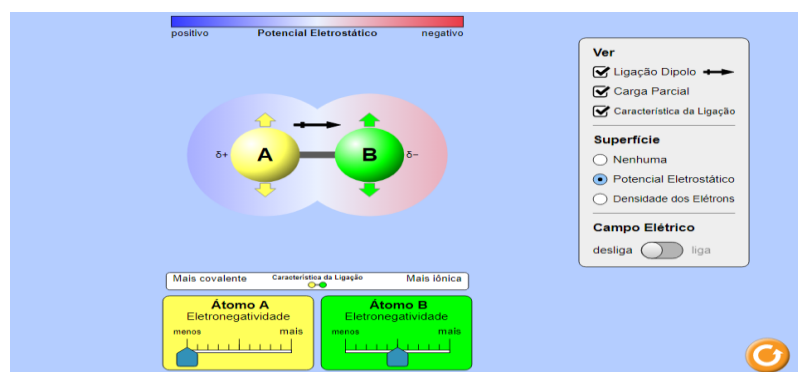
✓ Clique na aba DOIS ÁTOMOS, nela são apresentados dois átomos genéricos A e B, bem como um campo onde suas eletronegatividades podem ser alteradas. A direita há três quadros identificados por VER, SUPERFÍCIE E CAMPO ELÉTRICO.

✓ No campo VER, é possível marcar em um dos três itens ou nos três, onde irão aparecer a ligação dipolo, a carga parcial (positiva ou negativa) e a característica da ligação (iônica ou covalente).

✓ No campo SUPERFÍCIE é possível fazer a escolha da visualização do potencial eletrostático e/ou densidade dos átomos.

✓ No quadro CAMPO ELÉTRICO aparece a opção ligar ou não o campo elétrico de modo a verificar o movimento da molécula em direção ao campo, conforme figura 12.

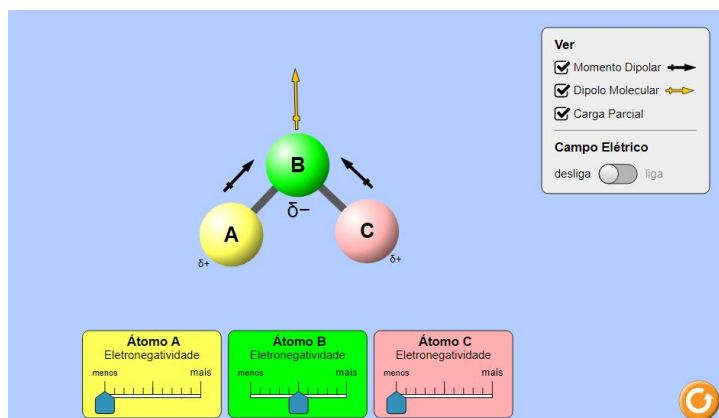
Figura 12. Tela capturada do simulador Polaridade da Molécula, aba 2 átomos.



https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_pt_BR.html

✓ Na aba TRÊS ÁTOMOS, o mecanismo é o mesmo, exceto pela ausência do campo SUPERFÍCIE à direita. Conforme apresenta a figura 13.

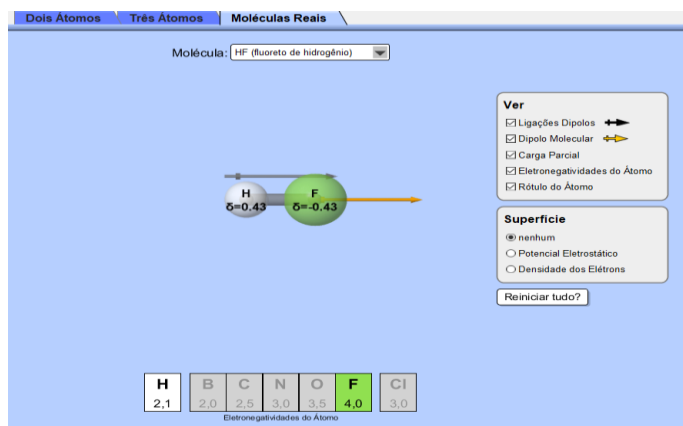
Figura 13. Tela capturada do simulador Polaridade da Molécula, aba 3 átomos.



https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_pt_BR.html

✓ Na aba MOLÉCULAS REAIS, é possível escolher uma variedade de moléculas pré-definidas. No quadro a direita é possível “visualizar” as ligações dipolos, o dipolo molecular, a carga parcial, a eletronegatividade dos átomos e o “rótulo” dos átomos, ou seja, o símbolo dos átomos.

Figura 14. Tela capturada do simulador Polaridade da Molécula, aba moléculas reais;



https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_pt_BR.html

PROCEDIMENTO

Clique na aba DOIS ÁTOMOS

✓ No quadro de eletronegatividade, deslize de modo a mudar o valor para MAIS ou MENOS, para os átomos A e B;

✓ No quadro VER, clique em ligação dipolo, em carga parcial e em características da ligação;

Observe o que acontece com a ligação dipolo.

À medida que a eletronegatividade é alterada, o que acontece com a característica da ligação? Explique.

✓ Com o cursor sobre a molécula, gire em uma direção;

✓ Ligue o campo elétrico. Como a molécula se comporta?

✓ Com o campo elétrico ligado, altere a eletronegatividade do átomo A e B. O que você observa? Descreva.

Na aba três átomos:

✓ Clique no quadro VER e marque todos os itens;

✓ Altere a eletronegatividade dos átomos A, B e C;

✓ Clique nos átomos A e/ou C para mudar o ângulo de ligação em relação a átomo B;

À medida que o ângulo é alterado, o que acontece com o dipolo molecular? O que explica esse fenômeno?

✓ Clique o cursor sobre o átomo B, de modo a girar a molécula;

✓ Ligue o campo elétrico. Explique o que aconteceu com a molécula;

Clique na aba MOLÉCULAS REAIS,

✓ No quadro VER, clique em ligações dipolo e rótulo do átomo;

✓ No campo MOLÉCULA, selecione a molécula e classifique-a em polar ou apolar baseado nas ligações polares.

5.3.3 Unidade 3: pH

Este simulador foi com o tema pH. Esse simulador se mostra interessante à medida que é aplicável ao longo de toda a vida acadêmica do estudante e por estar presente no dia a dia desse aluno. Entender o que é pH, a escala que é utilizada e como sua variação pode afetar ao homem ajuda a compreender algumas transformações do meio ambiente. Como são alunos de Ciências Biológicas pode-se abrir uma conversa sobre como o pH do sangue afeta algumas atividades do organismo, como a variação de pH em rios e mares pode afetar a cadeia ecológica de determinados ecossistemas. O estudo da escala de pH é importante na compreensão do desenvolvimento de microrganismos no nosso dia a dia. Alimentos de baixa acidez ($\text{pH} < 4,5$) são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, e nos alimentos mais ácidos haverá predominância do crescimento de bolores e leveduras. Após a discussão em sala, proponha questões para que você obtenha uma diagnose prévia dos alunos:

- *Como o pH da água do mar é afetado pela poluição?*
- *Qual a relação entre poluição do mar e pH?*
- *A temperatura pode influenciar na variação do pH do mar?*
- *Quais os fatores que alteram o pH do sangue e quais as consequências?*

Aqui, optou-se por um vídeo apresentando os efeitos do excesso de gás carbônico sobre o mar e as espécies. Esse vídeo (<https://youtu.be/M4OrpBqLUy8>) tem duração de 1:08 minutos e fala sobre a mudança do pH no mar ao longo dos anos e suas consequências para as espécies marinhas e para o ecossistema em geral. Para FREITAS 2015, uma vez que esses vídeos não necessitam de muitos aparatos técnicos, do ponto de vista prático, a sua utilização também costuma não criar muitas dificuldades para o professor que irá utilizar.

Abaixo segue uma sugestão de atividade simples que pode ser aplicada junto aos alunos, de modo que eles possam entender sobre pH:

TESTE DE pH COM PAPEL UNIVERSAL

Material: solução de café (sem açúcar), copos de café (pequenos), água, papel universal.

Procedimento: colocar uma quantidade de café no copo e medir o pH com a fita. Proceder a diluição do café e medir o pH em todas as etapas. Observar o que acontece com o pH. Anotar as observações.

Em seguida houve uma apresentação das potencialidades do simulador, os mecanismos utilizados, como alterar as substâncias, aumentar e diminuir as concentrações com adição de água, dentre outros (Figura 15).

Figura 15- Tela capturada do simulador Escala de pH;



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

Tema: Escala de pH

Duração: 100 minutos

Objetivo específico:

- Compreender o que representa uma escala de pH, as espécies iônicas relacionadas ao pH e qual influência da concentração nessas espécies.

PROCEDIMENTO

✓ Abra o aplicativo escala de pH. Escolha a opção MACRO. No espaço das substâncias o “ácido de bateria”. Na área a esquerda, escolha a “escala linear” de pH. Complete com água até o volume chegar a 1L, para isso use a torneira superior a direita. De acordo com a figura 16 representada abaixo.

Complete: Concentração de íons hidrônio (H_3O^+)
Concentração de íons hidroxila (OH^-)
pH

Figura 16. Tela capturada do simulador Escala de pH, escolha da substância.



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

✓ Remova parte da solução do reservatório até que o volume chegue a 0,5L.

Para isso use a torneira inferior.

- Foi observado alguma variação no pH ou nas concentrações dos íons? Por quê?

✓ Complete o recipiente até o volume de 1L.

- Anote os valores das concentrações de íons hidroxila (OH^-) e hidrônio (H_3O^+) e pH. O que explica a variação do pH?

✓ Adicione mais ácido de bateria ao recipiente, até completar o volume total.

Para isso use o conta-gotas, representado no figura 17, no alto do recipiente.

Figura 17. Tela capturada do simulador Escala de pH, conta gotas.



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

- Anote os valores das concentrações de íons hidroxila (OH^-) e hidrônio (H_3O^+) e pH.

- Considerando que o ácido de bateria é uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4), qual é a espécie responsável pela variação do pH?

✓ Altere a solução para “líquido secante”.

- Anote os valores das concentrações de íons hidroxila (OH^-) e hidrônio (H_3O^+) e pH.

- Complete com água até o volume chegar a 1L, para isso use a torneira superior a direita.

- Complete: Concentração de íons hidrônio (H_3O^+)

Concentração de íons hidroxila (OH^-)

pH

✓ Remova parte da solução do reservatório até que o volume chegue a 0,5L.

Para isso use a torneira inferior.

- Foi observado alguma variação no pH ou nas concentrações dos íons? Por quê?

- Complete o recipiente até o volume de 1L.

- Anote os valores das concentrações de íons hidroxila (OH^-) e hidrônio (H_3O^+) e pH.

- O que explica a variação do pH do sistema?

✓ Adicione mais líquido secante ao recipiente, até completar o volume total.

Para isso use o conta-gotas no alto do recipiente.

- Anote o valor do pH

- Considerando que o líquido secante é uma solução de hidróxido de sódio (Na OH), qual é a espécie responsável pela variação do pH?.....

✓ Selecione “café”. Retire o líquido até que o volume chegue a 0,01L.

✓ Adicione água até o volume total. Repita essa operação várias vezes.

✓ Observe o que acontece com os valores das concentrações e do pH.

- Como explicar as variações observadas?

- A partir de determinado momento, os valores de pH não se alteram mais. O que poderia explicar isso?

5.4 Validação do Produto

5.4.1 Metodologia da Pesquisa

No âmbito de uma pesquisa que visa construir e validar uma sequência didática como uma ferramenta de apoio ao Ensino de Densidade, Polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais *PhET Interactive Simulations*, este trabalho foi ancorado na abordagem qualitativa por abranger uma natureza interpretativa, tendo o processo como foco principal e buscando a compreensão dos fenômenos que investiga (LÜDKE, 2014; MARTINS, 2008).

5.4.2 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos da pesquisa, ao serem convidados para participar, assinaram o TCLE (Anexo 1, pág. 110), no qual garantia a confidencialidade e o anonimato das suas contribuições para esta pesquisa, e sendo aprovada pelo comitê de ética.

Este trabalho foi dividido em dois momentos distintos. No primeiro deles buscou-se conhecer a opinião de um grupo constituído por 10 professores de ciências a respeito de aulas práticas e da utilização de objetos de aprendizagem, em particular simuladores virtuais, no ensino de conteúdos químicos, bem como a receptividade de uma sequência didática com esta temática.

Os professores participantes tinham idades entre 26 e 57 anos. Oito eram do sexo feminino e dois do sexo masculino. Sete desses professores eram formados em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, os outros três possuíam apenas Licenciatura na área. Quatro professores atuavam apenas no Ensino Médio e o restante atuava tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Fundamental. Sete professores atuavam apenas em escolas públicas e dois em públicas e privadas e um deles não estava lecionando no momento. Três possuíam menos de 10 anos de experiência como professor de ciências da Educação Básica, cinco possuíam vinte ou mais anos de experiência na docência. Oito professores tiveram a sua formação em universidades privadas e apenas dois em universidades públicas. Um desses professores era Mestre, outros seis mestrandos e os três restantes não possuíam

Pós-Graduação *Stricto Sensu*. Este perfil heterogêneo nos proporcionou conhecer as diferentes realidades encontradas nas salas de aula de ciências.

O segundo momento da pesquisa foi voltado para a aplicação do produto criado, a sequência didática, a fim de validar o mesmo junto a futuros professores de ciências, licenciandos em Ciências Biológicas. Inicialmente 55 alunos matriculados na disciplina participaram da pesquisa, mas ao longo da mesma, os 12 alunos voluntários que concluíram todas as etapas, de utilização dos simuladores e envio das respostas dos questionários, tiveram participação da mesma. Os alunos são do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade particular do Rio de Janeiro, os quais eram pertencentes à turma na qual a professora/pesquisadora, autora deste trabalho, atuava no momento da pesquisa. Os mesmos estavam matriculados na disciplina ministrada pela pesquisadora, Química Geral, e foram convidados a participar no início do semestre letivo do ano de 2016.

O grupo era composto por 6 alunos do sexo masculino e por 6 alunos do sexo feminino e tinham idades que variaram de 19 a 62 anos. Dos doze alunos participantes, somente três deles eram oriundos de escolas privadas os outros nove alunos tiveram a sua formação do Ensino Médio em escolas da rede pública. Oito alunos estavam cursando o 2º período de licenciatura em Ciências Biológicas, um no primeiro período, dois no quinto e um no sexto período.

5.4.3 Ambiente da Pesquisa

O ambiente da aplicação e validação do produto foi uma universidade particular do Rio de Janeiro, a qual oferece o curso de licenciatura em Ciências Biológicas desde 2007. A escolha do ambiente de validação do produto educacional se deu em função do vínculo que a pesquisadora possuía, à época da pesquisa. Como professora da instituição de ensino superior, a qual faz parte do corpo docente desde 2005 e atua na disciplina de Química Geral para o curso de Licenciatura em

Ciências Biológicas desde 2013, a levou a identificar as constantes dificuldades dos alunos em relação à Química.

Com carga horária de 88h semestrais, a disciplina de Química Geral, que engloba os conceitos utilizados na SD, contempla 44h de aulas teórica e 44h de aulas práticas, que nesta pesquisa foram divididas entre o laboratório de química e o laboratório de informática, onde foram utilizados os simuladores virtuais *PhET*.

É relevante ressaltar que atividades relacionadas às TDIC fazem parte das competências e habilidades estabelecidas para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Projeto Pedagógico de Curso – PPC da universidade em que foi realizada a pesquisa: “explorar adequadamente os recursos da tecnologia de informação e da comunicação, usando como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem e explorar adequadamente os recursos audiovisuais disponíveis, bem como as tecnologias de informação”.

5.4.4 Técnica de Coleta de dados

A coleta de dados para esta pesquisa foi realizada por meio de quatro questionários mistos distintos. O primeiro questionário “Reconhecimento dos Sujeitos, Professores de Ciências” (Questionário 1 – Apêndice 1, pág. 85) foi formulado com 25 questões e teve como alvo 10 professores de ciências. Este questionário foi disponibilizado via *e-mail* para os professores participantes desta pesquisa e teve como objetivo conhecer a opinião deste grupo acerca de aulas práticas e da utilização de objetos de aprendizagem, em particular simuladores virtuais, no ensino de conteúdos químicos, bem como a receptividade de uma sequência didática com esta temática.

O segundo questionário “Reconhecimento dos Sujeitos, Licenciandos em Ciências Biológicas” (Questionário 2 – Apêndice 2, pág. 93) foi destinado a 12 alunos, licenciandos em Ciências Biológicas, participantes da aplicação/validação da sequência didática. Este questionário foi formulado com 9 perguntas e aplicado

antes do uso dos simuladores virtuais e teve como intuito a traçar o perfil do aluno participante com perguntas como: gênero, idade, origem escolar, aula de química no ensino médio, aula prática no ensino médio, regularidade no acesso à internet via computador.

O terceiro questionário “Percepção dos Sujeitos quanto ao uso dos simuladores PhET, Licenciandos em Ciências Biológicas” (Questionário 3 – Apêndice 3, pág. 96) foi formulado com 15 perguntas e enviado via *e-mail* após o uso dos simuladores, a fim de compreender a percepção de futuros professores quanto a utilização do simulador *PhET Interactive Simulations* nas aulas de ciências.

Ao longo do uso dos simuladores, os sujeitos, licenciandos em Ciências Biológicas, foram respondendo questionários referentes às atividades que estavam realizando (Questionário 4 – Apêndice 4, pág. 104) de acordo com as três unidades da sequência didática: densidade, polaridade das moléculas e pH. Para o simulador de densidade ocorreu o cálculo da densidade em objetos de mesma massa, de mesmo volume e bloco desconhecidos. Em Polaridade das Moléculas, o questionário contou com as etapas de montagem de moléculas com dois e três átomos genéricos para a indicação do tipo de ligação e a polaridade das moléculas e de criação de moléculas reais para identificação da polaridade. No simulador de pH os alunos diluíam e algumas soluções ácidas e alcalinas e comparavam o pH e a quantidade de íons presentes, explicando assim a variação do mesmo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: Professores de Ciências

Os dez professores de ciências participantes desta pesquisa foram convidados pela pesquisadora por estarem em convivência com a mesma no meio acadêmico e/ou profissional. Esses professores tiveram as suas identidades preservadas e para a exposição das respostas obtidas receberam uma codificação de PF (Professor) com a numeração de 1-10 (PF1-10).

Os professores participantes tinham idades entre 26 e 57 anos. Oito eram do sexo feminino (PF1-6, PF8-9) e dois do sexo masculino (PF7 e PF10). Sete (PF1-2, PF4-6, PF8-9) desses professores eram formados em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas. Os outros três (PF3, PF7 e PF10) possuíam apenas Licenciatura na área. Quatro professores (PF1, PF2, PF6 e PF8) atuavam apenas no Ensino Médio e o restante atuava tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Fundamental (PF3-5, PF7, PF9-10). Sete professores (PF1-2, PF4-6, PF8-9) atuavam apenas em escolas públicas e dois em públicas e privadas (PF7 e PF10). Um deles (PF3) não estava lecionando no momento.

Três (PF3, PF4 e PF10) possuíam menos de 10 anos de experiência como professor de ciências da Educação Básica. Cinco (PF2, PF6-9) deles possuíam vinte ou mais anos de experiência na docência. Oito (PF1-4, PF6-8 e PF10) professores tiveram a sua formação em universidades privadas e apenas dois (PF5-PF9) em universidades públicas. Um (PF9) desses professores era Mestre. Outros seis (PF1-4, PF7 e PF10) mestrandos e os três (PF5, PF6 e PF8) restantes não possuíam Pós-Graduação *Stricto Sensu*. Este perfil heterogêneo nos proporcionou conhecer as diferentes realidades encontradas nas salas de aula de ciências.

Dois professores (PF1 e PF10) tiveram apenas uma disciplina de química durante toda a graduação. Quatro (PF2-4 e PF6) tiveram duas disciplinas e quatro (PF5, PF7-9) professores tiveram três disciplinas de química durante a sua formação acadêmica. Dos dez professores que responderam o questionário sete (PF1, PF3-6 e PF10) não tiveram aulas práticas durante a sua formação na universidade.

Dos três (PF2, PF7 e PF8) professores que tiveram aulas práticas de química em laboratório, um (PF2) afirmou que as mesmas não contribuíram para a sua atuação como professor de ciências; um (PF8) afirmou que as práticas auxiliaram na sua “formação, bem como nos trabalhos seguintes das disciplinas específicas da área de biologia” e, apenas o professor PF7, afirmou que as aulas práticas contribuíram para a sua atuação em sala de aula: “Com certeza foram importantes para a minha formação e conseqüentemente para a minha atuação em sala de aula. As aulas práticas eram as mais proveitosas e até hoje carrego na lembrança os conceitos trabalhados nas aulas de laboratório”.

Os relatos dos professores participantes nos remetem a perceber lacunas em suas formações, nas quais além das poucas disciplinas de química a maioria não teve acesso à aulas práticas em toda trajetória acadêmica.

No que diz respeito a importância das aulas práticas de Ciências para a formação dos alunos, todos os professores participantes foram unânimes em suas respostas. PF1 relatou *que “é importante para que os alunos possam compreender certos conceitos científicos”*. Já o PF2 ressaltou que é *“fundamental para o significado dos conceitos dados”*. PF3 descreveu que *“possibilita os alunos aprenderem de forma mais dinâmica o conteúdo que é apresentado nos livros apenas em 2D, isso os possibilitam a aprender o conteúdo e não somente decorá-los”*. Para PF4 *“as aulas práticas são importantes para despertar o interesse dos alunos e incentivar o desenvolvimento do pensamento científico”*. PF5 relata *“ajudam os alunos a*

“visualizarem” algo que para ele só existe no papel”. PF6 falou em *“abrir o horizonte da ciência”*. Para PF7 *“as atividades práticas são muito atraentes para os alunos, pois se sentem atraídos pela dinâmica do uso dos laboratórios o que se torna fundamental para o debate de conceitos importantes em ciências”*. Para PF8 *“mostra para o aluno que ciência não se faz de imaginação e sim de práticas e repetições e comprovações”*. PF9 *“tira o aluno do ambiente de sala de aula convencional e leva para algo lúdico”*. PF10 *“as aulas práticas funcionam como metodologias ativas ingressando o público discente no conteúdo programático de ciências/biologia, trazendo o aluno para a prática* Apesar de todos os professores participantes concordarem com a importância do uso do laboratório para a melhor assimilação do conteúdo científico, apenas PF1, PF4 e PF7 relataram ministrarem aulas práticas nas suas aulas.

Dentre as dificuldades relatadas por esses professores estão: PF1 - *“o número de alunos, sempre maior que o laboratório comporta e o tempo hábil para ministrar o conteúdo e a prática”*; PF4 - *“A falta de material, principalmente nas escolas públicas, onde atualmente passa por uma grave crise financeira”*; PF7 - *“A disponibilidade de materiais para as aulas”*.

PF10 informa que *“apesar de não ministrar em laboratórios”* utilizava *“espaços alternativos”*, no entanto encontra *“dificuldade em ministrar este tipo de aula”* devido a *“indisciplina e falta de postura dos alunos (alguns) perante uma metodologia de ensino diferente”*. Além disso, ressaltou ainda o professor PF10 *“muitas vezes a falta de recurso se torna um obstáculo, necessitando muitas vezes desembolsar verbas pessoais para a realização das aulas”*.

Dentre os professores que disseram não utilizar laboratório para aulas práticas de Ciências (PF2, PF5, PF6, PF8, PF9, PF10), os motivos variam, mas a ausência do mesmo foi a justificativa mais comum. PF2 relatou que *“quando utilizo o recurso das experiências, realizo em sala de aula mesmo”* e PF5 *“nas escolas que atuei*

não tinha laboratório, improvisava em sala de aula. Entretanto, alguns não davam pra realizar devido ao risco, a falta de espaço e equipamentos adequados. ” PF5 descreve a *“falta de material.* ” PF6 fala sobre *“falta espaço físico seguro e as salas sempre lotadas”*.

O professor PF9 também reportou um problema comum nas salas de aula, a superlotação: *“turmas lotadas que dificultam o uso do espaço colocando em risco a segurança dos alunos”*. PF8 observa *“equipamentos quebrados, sem reposição há anos.”*. PF10 *“nenhuma das escolas em que atuo possui laboratório de ciências/biologia, desta forma, procuro realizar as minhas práticas em lugares alternativos, com a quadra, a sala de aula ou o laboratório de informática.”*

A partir dos relatos expostos dos professores participantes identifica-se que, dentro do universo estudado, a utilização de laboratórios físicos para aulas práticas ainda é uma realidade distante do professor da educação básica, portanto a busca por alternativas para aproximar a prática científica do estudante é importante e se faz necessária para o enfrentamento da realidade encontrada.

Como recurso alternativo à falta de laboratórios para a realização de aulas práticas de ciências tem-se os laboratórios de informática, no qual permite ao professor a utilização de diferentes ferramentas para o ensino, possibilitando ao aluno experimentar diferentes fenômenos de forma virtual e interativa. Com exceção do PF3, que no momento da pesquisa não atuava em nenhuma escola, todos os outros 9 professores informaram que nas escolas onde atuavam haviam laboratórios de informática. E 7 deles relataram que as escolas onde atuavam possuíam acesso à internet nos laboratórios. Somente o professor PF1 informou que a escola onde lecionava não possuía acesso à internet, e o professor PF2 não soube informar.

O fornecimento de infraestrutura e recursos computacionais suficientes nas escolas e salas de aula, formação de professores e a predisposição favorável deles a utilização das TDIC, a disponibilidade de materiais didáticos variados e abundantes ou a natureza digital de currículo, são segundo AREA (2005) pré-requisitos para que os computadores possam ser utilizados em sala de aula de forma a torná-la uma prática integrada.

Apesar de 7 professores (PF4-10) relatarem que nas escolas em que lecionavam tinham computadores com acesso à internet, apenas dois (PF1 e PF7) já haviam utilizado os laboratórios de informática para alguma atividade de suas aulas. Três professores (PF3, PF4 e PF7) já tinham ouvido falar dos simuladores *PhET*, mas nunca tinham utilizado os mesmos por falta de tempo para planejar as aulas. É relevante observar que, muitas vezes, os equipamentos existentes nas escolas podem não atender aos softwares mais modernos por estarem obsoletos para aquela tecnologia, como PF5, que relata que na escola possui internet, “mas é muito lenta”.

Com os relatos dos dez professores participantes foi possível detectar que apesar das recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências e da recente Base Nacional Comum Curricular, na qual como competência destaca:

“Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva”. (BRASIL, 2018, p. 9)

É irrefutável que os alunos do Ensino Fundamental, universo ao qual estão inseridos os professores de ciências, fazem parte do grupo dos nativos digitais “e a

sua interação com as mais diversas tecnologias de informação e comunicação são fontes que estimulam sua curiosidade e a formulação de perguntas” (BRASIL, 2018, p. 56). Indo na contramão desta via, por meio dos relatos dos professores participantes, nota-se que as aulas de ciências desses professores, encontram-se ainda apenas nos moldes tradicionalistas e não vêm acompanhando as mudanças significativas da cultura digital da sociedade contemporânea. Como justificativa para tal fato, pode-se sugerir alguns pontos: (i) falta de incentivo na formação inicial ou devido a essas tecnologias não existirem à época da formação inicial desses professores; (ii) falta de recursos apropriados nas escolas, pois, mesmo tendo computadores com acesso à internet, os mesmos podem estar obsoletos para as tecnologias mais modernas; (iii) turmas com número excessivo de alunos; (iv) falta de tempo dos professores para planejarem aulas utilizando diferentes recursos.

6.2 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: Alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas

Aplicou-se um questionário de reconhecimento dos sujeitos (APÊNDICE 2, p. 90). É importante ressaltar que esta disciplina, Química Geral, na qual a pesquisa foi conduzida, era a única de química contida na matriz curricular de todo o curso de graduação deles.

O grupo era composto por 6 alunos do sexo masculino (AL1, AL2, AL4, AL5, AL7 e AL11) e por 6 alunos do sexo feminino (AL3, AL6, AL8, AL9, AL10 e AL12) e tinham idades que variaram de 19 a 62 anos. Dentre esses, oito alunos tinham idades por volta de 20 anos (AL2-4, AL6-8, AL10 e AL12), dois por volta dos 30 (AL5 e AL9), um por volta dos 50 (AL11) e um por volta dos 60 anos de idade (AL1). Este perfil nos sugeriu que o grupo era formado por maior parte de nativos digitais, uma vez que a maioria tinha idade por volta dos vinte anos e cresceu inserido e cercado pelas TDIC's. Quatro deles poderiam ser considerados imigrantes digitais, visto que possuíam acesso tardio às tecnologias digitais (COELHO, COSTA, NETO, 2018).

Dos doze alunos participantes, somente três deles (AL3, AL5 e AL10) eram oriundos de escolas privadas. Os outros nove alunos tiveram a sua formação do Ensino Médio em escolas da rede pública. Dentre estes, somente o aluno AL6 havia tido aulas práticas em um laboratório de química no Ensino Médio.

Oito alunos estavam cursando o 2º período de licenciatura em Ciências Biológicas, um no primeiro período, dois no quinto e um no sexto período. Essa variedade de períodos dos participantes se deu devido ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da universidade ambiente desta pesquisa, ser oferecido em módulos e, dessa forma, o aluno poder escolher fazer a referida matéria em qualquer momento da sua vida acadêmica. As aulas eram ministradas no período noturno em 3 tempos de 50 minutos cada, divididos em dois tempos teóricos e um prático no laboratório de química. Como a aula de laboratório requer maior tempo de preparo, apenas um tempo de aula por semana não era suficiente, com isso a professora/pesquisadora optou em realizar as aulas práticas em dias da semana alternados com as aulas teóricas. Dessa forma as aulas de laboratório ficavam restritas a uma ou duas no semestre.

Em resposta ao questionário de reconhecimento dos sujeitos, quando solicitados a escreverem uma palavra que vinha a cabeça ao escutar a palavra Química, surgiram termos relacionadas com a disciplina, tais como: átomos, reações, experimento, prática, laboratório, tabela periódica, fórmulas e elementos químicos. No entanto, outras palavras surpreenderam, como: “resiliência” e “dificuldade”, as quais estão relacionadas a obstáculos ou a resistir à pressão de situações adversas já que a química é vista como uma disciplina difícil. A palavra BREAKING BAD surgiu em referência a uma série da TV, cujo tema central envolve um professor de química.

Quando perguntados sobre qual seria a maior dificuldade ao iniciar os estudos em química, “decorar fórmulas” apareceu para 3 alunos (AL4, AL10 e AL11), a “didática do professor” foi respondido por AL3, a “falta de conhecimento” também

surgiu, indo ao encontro de VALADADES 2001 apud BENITE 2009, que diz “a falta de relação entre os conceitos vistos pelos alunos e o dia a dia deles, levam a indiferença e o distanciamento entre alunos e professores e dificulta o entendimento do conteúdo”.

Apesar de todos os alunos participantes terem tido a disciplina de química no ensino médio, somente um deles (AL6) teve aulas práticas de química nesta fase, indo de encontro com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio que preconizam:

O desenvolvimento de habilidades e o estímulo ao surgimento de novas aptidões tornam-se processos essenciais, na medida em que criam as condições necessárias para o enfrentamento das novas situações que se colocam. Privilegiar a aplicação da teoria na prática e enriquecer a vivência da ciência na tecnologia e destas no social passa a ter uma significação especial no desenvolvimento da sociedade contemporânea (BRASIL, 2000, p. 15).

6.2.1 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: avaliação dos simuladores virtuais

Um questionário com 15 perguntas mistas (Apêndice 3, p. 93) foi enviado, via *e-mail*, aos doze alunos licenciandos em ciências biológicas, sujeitos desta pesquisa, após a utilização dos simuladores e teve como objetivo compreender a percepção de futuros professores quanto a utilização do simulador *PhET Interactive Simulations* como uma ferramenta para o ensino e a aprendizagem. Este questionário possibilitou a obtenção das respostas as quais serão apresentadas e discutidas a seguir.

Quatro alunos (AL5, AL8, AL9, AL10) informaram que acessavam a internet pelo computador de casa e do trabalho, 8 alunos (AL1, AL2, AL3, AL4, AL6, AL7, AL11, AL12) acessavam somente de casa.

Os alunos ao serem questionados se já tinham tido contato com o simulador *PhET* ou ferramentas de ensino similares, mesmo aqueles que estavam em períodos mais avançados na graduação, responderam que não conheciam essa ferramenta e/ou similares. Essa questão nos sugeriu que ainda esse tipo de objeto de aprendizagem era pouco difundido na formação de professores, dentro do cenário pesquisado. Fica claro hoje, que as tecnologias digitais constituem uma gama de possibilidades para a interação, comunicação, a busca de informações, o entretenimento e a produção do conhecimento. Desse modo, se faz urgente repensar a formação inicial de professores imbuída de diferentes tecnologias que estarão, certamente, presentes na realidade do seu futuro alunado.

Ao serem questionados se poderiam utilizar o simulador virtual *PhET* ou ferramentas similares em outras disciplinas, em casa para estudar algum conteúdo ou em suas futuras aulas de ciências, apenas o aluno AL1 disse que não, justificando devido a sua “dificuldade em mexer com tecnologia”. Este dado nos levou a vincular, possivelmente, ao fato deste aluno ser um imigrante digital e se tratar do participante de mais idade em sala. Alguns outros relatos demonstraram que os licenciandos se interessaram pela ferramenta e pretendem aplica-la em suas aulas futuras:

AL2: Sim, pois ele permite testar de diferentes formas os conceitos estudados, através de experimentos hipotéticos.

AL3: Acredito que se possa sim usar em outras disciplinas, como Bioquímica outras relacionadas diretamente a química e sim, porque não usar em casa e facilitar os estudos. Pretendo usar nas minhas aulas.

AL7: SIM, pois poderia buscar um assunto e estudar o lado prático dele no simulador. Seria muito bom utilizar uma ferramenta dessas nas minhas aulas.

AL11: Pelo o que pude notar, existem muitos assuntos interessantes que poderiam ser estudados em casa com eles e futuramente usar nas aulas.

Esses relatos nos levam a perceber que o estímulo ao uso dessas tecnologias é importante para a formação inicial de professores, levando-os a refletir e por escolher dentre diferentes ferramentas disponíveis para o ensino de ciências/química, sem que fiquem aprisionados ao modelo de aula expositiva.

Quanto a experiência dos licenciandos com a utilização dos simuladores, apenas o aluno AL1 disse ter sentido “muita dificuldade de entender os comandos”, no entanto, achou interessante, informando necessitar “de mais treinos para poder dominar mais”. Os demais licenciandos, com exceção do AL3 que não respondeu, ficaram entusiasmados com a ferramenta, entre eles podemos citar:

AL2: É uma excelente ferramenta de ensino, pois ela permite uma maior integração entre os eixos teórico-práticos de diferentes assuntos propostos pela química e também, pela biologia.

AL4: A segurança e possibilidade de refazer um experimento sem qualquer perda física causa conforto e instiga a curiosidade para se testar novas possibilidades, sem necessariamente, ter a responsabilidade de lidar com possíveis reações indesejadas.

AL7: Adorei conhecer e trabalhar com o simulador, foi uma experiência boa e que pode ser aplicada com alunos de todas as idades. Com certeza utilizarei em minhas aulas.

AL8: Gostei, pois alguns assuntos são difíceis de serem estudados só no quadro. Aqui pudemos ver as estruturas, em 3D.

AL11: Achei bom, a aula ficou dinâmica, sem aquela cópia ou apresentação em datashow, os alunos puderam participar mais.

AL12: Foi uma novidade boa. Não sabia que poderia ter recursos que permitissem ver a ciência de forma tão real. Nada daqueles slides onde as estruturas ficam paradas.

Os três conteúdos abordados pelos simuladores, densidade, pH e polaridade, constituem os alicerces para o entendimento de muitos fenômenos da química. Os licenciandos declararam que o uso dos simuladores os ajudou a compreender tais

conceitos. A contextualização dos conceitos com a área de Ciências Biológicas foi realizada em sala de aula por meio de discussões em grupos com temas sobre a acidez estomacal, sabonetes alcalinos, shampoo, dentre outros. Após a utilização dos simuladores os alunos relataram que tais conceitos poderiam ser aplicados para a sua área como:

Conceito de pH:

AL1: Para testar pH de sangue

AL2: Conhecer e dominar o conceito são fundamentais para compreender o caráter e função das substâncias químicas que estão em nosso dia a dia, além de proporcionar uma base de como sistemas orgânicos e inorgânicos funcionam.

AL3: Pode ser usado quando se necessário verificação de soluções aquosas no ambiente acadêmico ou profissional.

AL4: O conceito de pH é básico para entendimento de matérias futuras da minha formação, como Bioquímica, e o domínio do tópico é de suma importância, tendo em vista que é uma das áreas que devo estar habilitado para lecionar.

AL5: A sigla pH é utilizada para representar o potencial hidrogeniônico presente em uma determinada solução ou mistura. me ajuda a saber se a solução em que estou trabalhando é ácida , básica ou neutra .

AL6: Sendo utilizado para explicações em sala de aula ou em laboratórios.

AL7: Testar a acidez de substâncias presentes no solo.

AL8: Saber o pH da água e de outras substâncias que serão analisadas.

AL9: A partir dele sei definir que produtos são agressivos para pele, olhos podendo assim usar da maneira adequada.

AL10: Na formação acadêmica como área da biologia pela pH de um solo por exemplo e no cotidiano pela composição de um xampu, um vinagre no alimento com sua acidez.

AL11: Na identificação de acidez das substâncias

AL12: Para saber se as substâncias são ácidas ou básicas

Conceito de polaridade:

AL1: Para saber se uma substância é solúvel ou insolúvel

AL2: O conhecimento desse conceito auxilia na compreensão da solubilidade dos compostos em sistemas orgânicos e inorgânicos baseados em sua polaridade o que faz parte de nosso cotidiano, já que lidamos com diferentes compostos químicos no dia a dia.

AL3: Quando for necessário em algo relacionado a elétrons e suas polaridades.

AL4: Assim como o conceito de pH, a polaridade é uma das áreas que devo ter domínio para conseguir repassar esse conhecimento aos alunos.

AL5: A polaridade pode ser tratada a nível mais geral, como a polaridade de uma molécula ou mais especificamente, por exemplo, como tratamos da polaridade de uma ligação. Polar e Apolar distinguem, átomos iguais apolar e diferentes polar ex; Polar H-Cl, Apolar H-H

AL6: Em explicações em sala de aula.

AL7: Na escolha de solventes

AL8: Na extração de substâncias das plantas, já que de acordo com a polaridade ela pode dissolver umas e outras não.

AL9: Em testes de qualidade.

AL10: Ao querer saber se é possível diluir uma substância em outra.

AL11: Para entender como as substâncias se comportam.

AL12: Como a professora explicou, na preparação de alguns xaropes é preciso retirar o princípio ativo, e não dá para “tirar” com qualquer substância. Precisa saber qual serve melhor.

Como pontos positivos na utilização dos simuladores virtuais obteve-se na maioria das respostas: (i) “segurança”, por não ter que entrar em contato direto como as substâncias químicas; (ii) “didático”, ajudando na compreensão dos

conteúdos; (iii) “economia”, fazer vários experimentos e não “gastar” reagentes; (iv) “visualizar”, ter a possibilidade de visualizar em níveis submicroscópicos as representações químicas que levam a explicações de diferentes fenômenos químicos, que seriam necessários elevados níveis de abstração para as suas compreensões.

Entre os pontos negativos, a dificuldade dos comandos foi mencionado por AL1, fato que se repetiu em relação ao simulador de densidade, possivelmente pelo fator idade (62anos), a ausência do laboratório em si (AL4, AL6, AL7, AL8), e como destaque AL2 “Não pode ser utilizado sem um computador, o que iria dificultar a aplicação em escolas públicas sem o material necessário, pois nem todas as escolas possuem um laboratório de informática como recurso, por exemplo”, o que já vem mudando, segundo dados do IBOPE (2013), mais de 105 milhões de pessoas no Brasil já possuem acesso à internet de forma regular. Dois alunos (AL2 e AL11) problemas em necessitar da internet, o que dificultaria o uso em escolas públicas.

Foi solicitado que ele definisse pH sem consultar material, e as respostas foram condizentes o que foi visto no simulador, eles falaram de escala de acidez (AL5, AL7, AL9 e AL12), indicador de acidez (AL1, AL3, AL4, AL6, AL8, AL10 e AL11).

Já em relação ao conteúdo de polaridade sete alunos disseram que nunca haviam estudado esse assunto no ensino médio (AL1, AL4, AL5, AL8, AL10, AL11 e AL12). Apesar de ser um assunto novo para a maioria e que foi ministrado apenas com os simuladores, eles mostraram conhecimento ao responder que se tratava de polos nas moléculas (AL1, AL2, AL3, AL7, AL9, AL11) e dos tipos de ligações que podem existir (AL4, AL6 e AL12).

Diante de tudo que aqui foi apresentado, é possível perceber que o uso de simuladores virtuais em sala de aula é viável e foi bem aceito pelos alunos. Entretanto, o simulador por si só não é um material didático, necessita sim de acompanhamento para conseguir tal feito, é importante ressaltar que a sequência

didática foi um instrumento importante para a realização das atividades, uma vez que sem ela os alunos poderiam ficar dispersos e dessa forma os objetivos não seriam alcançados.

Dessa forma pode-se confirmar o que SEPÚLVEDA, EL-HANI e REIS (2009) descrevem como proposta de uma sequência didática para o uso de simuladores virtuais no ensino. Elas devem desenvolver estratégias para diminuir a rejeição dos temas abordados pelo simulador, o que foi possível já que eram assuntos bem teóricos e de difícil compreensão, a implementação de abordagens significativas do simulador na vida dos estudantes e a intenção em promover a compreensão dos assuntos tratados e que estes sejam levados à vida dos participantes.

Apesar de todos terem acesso à internet, nenhum dos 12 alunos conhecia simuladores virtuais como o simulador *PhET* ou ferramentas de ensino similares. Sobre a dificuldade de utilizar o simulador, apenas o aluno AL1 sentiu dificuldade, o que poderia ser justificado pelo fato do mesmo ser o imigrante digital com mais idade do grupo. Sendo este aluno o único que relatou que o simulador virtual não o ajudou na compreensão do assunto.

6.2.2 Reconhecimento dos Sujeitos da Pesquisa: atividades abordadas por meio dos simuladores virtuais

Os questionários aplicados cujas respostas estão expostas a seguir foram construídos com questões relativas aos conteúdos abordados dispostos na sequência didática por unidade. O objetivo dessas questões é nortear o professor quanto ao encadeamento das atividades, bem como a obtenção das respostas por parte dos alunos para cada atividade.

A primeira unidade didática foi sobre o assunto densidade, já que esse assunto é apresentado no início e serve de base aos conceitos químicos. Nele são introduzidos os conceitos de massa e volume que fazem parte das unidades de

medida do sistema internacional. Ele serviu como um primeiro contato para ajustar o tempo e maneira de aplicação das sequências didáticas.

A segunda unidade didática foi sobre o tema polaridade da molécula que tinha como objetivo: reconhecer os fatores envolvidos nas ligações covalentes polares e apolares, prever a polaridade da ligação utilizando diferentes valores de eletronegatividade e caracterizar a polaridade da molécula considerando a polaridade da ligação e a geometria molecular.

A terceira e última unidade didática trata sobre escala de pH e tinha como objetivo: compreender o que representa uma escala de pH, quais espécies estão relacionadas ao pH e qual influência da concentração nessas espécies.

6.2.2.1 Densidade

Na primeira parte do simulado o aluno era orientado a customizar (criar) três blocos, indicando a massa, o volume e a densidade. A medida que ele mudava a massa com o cursor, o comportamento do bloco no tanque de água também mudava (flutuava ou afundava). Todos os alunos conseguiram realizar essa atividade e perceberam que a densidade é a relação entre a massa e o volume de uma matéria. Alguns alunos (AL2, AL4 e AL9) trabalharam com valores com uma ou duas casas decimais, e os outros com números inteiros, pois estavam preocupados em fazer contas.

Em seguida eles deveriam calcular a densidade de dois blocos, dentre os quatro blocos disponíveis, com massas iguais a 5kg. Eles puderam perceber que apesar de massas iguais, quando se muda o volume, conseqüentemente a densidade também muda. Aqui um fato chamou a atenção. Um dos blocos quando mergulhado no tanque flutuava portanto, para encontrar o volume era preciso “segurar” o bloco no fundo com o cursor, colocando em prática o princípio de Arquimedes. Os alunos AL3, AL4, AL5, AL7, AL8, AL10, AL11 e AL12 conseguiram perceber esse fato, utilizando assim seus conhecimentos prévios de acordo com AUSUBEL (apud

MOREIRA, 2011), “a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos e proposições relevantes, preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz”. Os alunos aplicaram conhecimentos adquiridos durante a vida acadêmica e aplicaram no novo método através da exploração e da descoberta.

Em seguida eles fizeram o mesmo procedimento só que agora com blocos de mesmo volume. Como as massas estavam especificadas nos blocos, o cálculo da densidade se mostrou mais fácil para eles. Metade dos alunos (AL2, AL3, AL4, AL6, AL9 e AL11) utilizou os blocos que afundavam, por identificar o volume mais facilmente.

A última etapa era o mistério, nela o aluno precisava identificar a composição dos cinco blocos identificados como A a E. Eles tinham a disposição uma balança, um tanque de 100L de água e uma tabela com a densidade de alguns materiais. Todos os 12 alunos participantes conseguiram identificar os cinco blocos como: ouro, maçã, gasolina, gelo e diamante, respectivamente.

Com esse primeiro contato com o simulador, ficou claro que mudanças precisavam ser feitas. Entre elas no detalhamento das etapas, já que muitos alunos ficaram dispersos durante a realização. Daí a importância de uma *Sequência Didática* com estratégias bem planejadas e possibilitando intervenções em etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do assunto proposto seja adquirido pelos alunos (KOBASHIGAWA et al., 2008), e sofrendo flexibilização de acordo com a realidade e a necessidade de cada um.

6.2.2.2 Polaridade

Aqui o objetivo era verificar os fatores envolvidos nas ligações covalentes polares e apolares, prevendo assim a polaridade da ligação e da molécula. Para isso eles inicialmente identificaram o tipo de ligação e depois a polaridade existente na ligação. De um modo geral os alunos conseguiram entender o proposto, ou seja, caracterizar as ligações. Respostas como a do aluno AL1 “Quando dois átomos têm a

mesma eletronegatividade sua ligação é covalente e quando suas eletronegatividades são diferentes a ligação é iônica” e de AL7 *“Quando temos dois átomos com eletronegatividades próximas ou iguais temos uma ligação covalente. Quando temos um átomo de alta eletronegatividade e outro de baixa temos uma ligação iônica”* demonstram isso. Como é um assunto que exige uma abstração grande, e no laboratório não é possível visualizar nesse nível submicroscópico, o simulador auxiliou essas observações. Em seguida o aluno era levado a ligar o campo elétrico e girar a molécula para relatar o que acontecia. Aqui foi possível perceber que o conceito de átomo e molécula não está bem definido, já que eles diziam que: *“A molécula de maior eletronegatividade é atraída pela placa (campo) + e a de menor é atraída pelo -”* (AL1); *“A molécula de maior eletronegatividade é atraída pela placa (campo) + e a de menor é atraída pelo -”*(AL3) , *“Molécula A que é negativa é atraída pelo campo elétrico positivo, e o B que é positivo é atraído pelo campo elétrico negativo”* (AL6), *“A molécula que tem uma eletronegatividade maior é atraída pela placa + e a de menor eletronegatividade pela placa -”*(AL7), e *“A molécula negativa é atraída pelo polo positivo e a molécula positiva é atraída pelo polo negativo”* (AL11) ao invés de mencionar átomo ou polo. Isso demonstra uma deficiência no nível simbólico de aprendizado. A próxima etapa era alterar a eletronegatividade com o campo elétrico ligado. Aqui as respostas não foram muito claras, e a conclusão da pesquisadora é que como a alteração das eletronegatividades possibilitava muitas alternativas os alunos ficaram perdidos. AL7 responde que *“Com a mesma eletronegatividade os dois átomos ficam neutros. Nenhum deles é atraído pelas placas positivas e negativas”*, mas AL6 descreve *“Alterando as eletronegatividades de A e B, percebe-se que B se torna negativo e o A positivo”*. Como o simulador nos permite diversas possibilidades é preciso ficar atento a compreensão que o aluno terá.

Ao trabalhar com 3 átomos, o aluno era levado a alterar as eletronegatividades dos átomos e mudar o ângulo de ligação, o objetivo era observar o que acontecia com o dipolo (resultante) das ligações. Os alunos conseguiram perceber que o ângulo da ligação alterava o dipolo. Resposta como a de AL3 *“Quanto*

maior o ângulo menor o dipolo” e AL8 *“O dipolo é influenciado pelo ângulo”* demonstram isso. Mas também nota-se uma dificuldade de relatar o que está acontecendo em função da falta de um vocabulário científico mais rico, exemplo: *“Muda a atração”* (AL5) ou *“Aumenta ou diminui”*(AL9). Quando o campo elétrico é ligado e eles “giram” a molécula com o cursor, eles observam que: *“As moléculas A e C serão atraídas pelo campo elétrico, dependendo de δ^+ ou δ^- ”* (AL3), *“Giraram e foram atraídos pela carga oposta”* (AL9).

A etapa seguinte era clicar em moléculas reais e classificá-las como polar ou apolar. O aluno podia escolher a molécula dentre as diversas pré-definidas, aparecendo a eletronegatividade de cada átomo e o dipolo, com isso era possível classificá-las. Todos os 12 alunos conseguiram responder bem, alguns dando apenas uma resposta, 7 alunos (AL1, AL2, AL4, AL6, AL7, AL8, AL9).

6.2.2.3 Escala de pH

Os objetivos dessas questões eram: compreender o que representa uma escala de pH, quais espécies estão relacionadas ao pH e qual influência da concentração nessas espécies. Como no simulador anterior, os alunos seguiam algumas etapas de uma sequência didática e com isso iam respondendo as questões. Num primeiro momento os alunos tinham uma solução de ácido de bateria com pH=1 e era feita a diluição da mesma, e em seguida metade da solução era retirada. Quando perguntado o que aconteceu com o pH e as concentrações os alunos tiveram respostas dentro do esperado, mas como dito anteriormente com um vocabulário científico limitado. Quatro alunos (AL1, AL4, AL5 e AL12) usaram o termo concentração para explicar a não variação dos valores *“Não houve alteração do pH ,pois não alterou a concentração do ácido”*(AL1) e *“O pH permaneceu o mesmo. As concentrações de íons permanecem iguais independentes da quantidade da solução”* (AL12). Em seguida eles novamente foram levados a diluir a solução e explicar o que aconteceu com o pH. Seis alunos (AL1, AL2, AL3, AL5, AL6 e AL12) utilizaram os termos diluição, diluir, diluindo para explicar a variação do pH. AL1 diz *“A solução*

ficou mais diluída com o acréscimo de água dando a variação de pH e íons” , AL5 “Porque houve a adição de solvente, no entanto, diluindo a concentração altera o pH” .

O mesmo procedimento foi feito, só que agora com uma solução alcalina, o líquido secante, que tem $\text{pH}=13$. A solução foi diluída e em seguida teve seu volume total reduzido. Eles conseguiram perceber que com o acréscimo de água há uma diluição e com isso alteração do pH, mas com a retirada da solução nada muda em relação ao pH e aos íons. Como o aluno AL9 descreve *“Não por que parte do material diluído é perdido com a água por isso não há variação”* e AL11 *“Não porque para haver alteração era preciso retirar somente a água e não a solução toda”*. Ao se diluir novamente, o pH foi alterado e explica da seguinte forma : AL5 *“A explicação é que foi adicionada mais água, ou seja, mais solvente”*.

A etapa seguinte foi feita com café que possui $\text{pH} = 5$. Como esse pH está próximo do neutro, foi sugerido a retirada do mesmo e na sequência diversas diluições, para observar o que acontecia. AL2 descreve *“A água dilui a substância tornando mais alcalina”*, já AL12 *“A medida que é colocada a água no recipiente o café se dilui neutralizando o pH”*. Chega num ponto de diluição que o pH não muda e os alunos explicaram da seguinte forma: AL2 *“Porque as concentrações em determinado ponto se estabilizam ficando neutra”* ; AL5 *“O pH aumenta até chegar a 7, pois o café sai totalmente da solução e resta apenas água. A água tem pH 7”*.

Como polaridade exige um nível de abstração grande e pH trata de concentração de íons, somente a aula expositiva não ajuda na compreensão e a aula de laboratório não permite esse nível de visualização, os simuladores conseguiram cumprir esse papel, de acordo com BRASILEIRO (2015), de permitir representar ou modelar fenômenos e situações reais, possibilitando ao aluno a interação e alteração de dados de acordo com os parâmetros estabelecidos, permitindo assim que eles estabeleçam e testem hipóteses sobre os assuntos estudados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de química na Educação Básica é uma questão desafiadora tanto para os estudantes quanto para os educadores. Para os alunos, aprender química é, na maioria das vezes, desinteressante e, por isso, desmotivador. Para os professores, ensinar química é um processo que se torna difícil, pois, dentre outras razões, nem sempre existem recursos disponíveis para torná-lo acessível aos alunos. O aluno se vê em meio a inúmeras fórmulas e conceitos necessários de serem memorizados e os professores envolvidos à teorias complexas e abstratas necessárias de serem transpostas e ensinadas.

Em contrapartida, é notória que em muitos casos, como nos casos dos dez professores de ciências aqui estudados, há necessidade de romper a barreira do tradicionalismo e investir veemente em uma formação inicial de professores que proporcione aos mesmos ferramentas mínimas para a construção de uma bagagem metodológica que atenda ao alunato contemporâneo.

Ao validar a sequência didática produzida como enfoque principal desta dissertação, no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino das Ciências que preconiza a produção de um produto educacional, que trouxe conteúdos basilares de química, tais como: densidade, polaridade e pH, pôde-se observar que não somente era importante criar novas ferramentas que possam ficar disponíveis e acessíveis para facilitar o planejamento de aulas alternativas ao tradicionalismo para a Educação Básica, mas também que a formação inicial dos professores é um ambiente que merece atenção por parte das pesquisas realizadas na área de ensino.

Com esta pesquisa foi possível compreender dois pontos distintos: de professores de ciências e de professores de ciências em formação inicial. Entretanto, pontos convergentes quando se trata das lacunas existentes no ensino de química. Seja o ensino de química voltado ao Ensino Fundamental, tendo como primeiro contato proporcionado aos alunos a essa ciência feito por esses professores. Seja o ensino de química na formação inicial de professores de ciências. Em ambos os

casos, dentro do universo estudado, a carência de incentivo a utilização de novas ferramentas para o ensino de química ficou evidente.

Neste sentido, a “Sequência Didática como Apoio aos Ensino de Densidade, Polaridade e pH por meio de Simuladores Virtuais PhET” veio como um possível instrumento de incentivo e facilitação do uso de uma ferramenta para o ensino de química voltada a recursos tecnológicos de ensino.

Tanto os professores de ciências quanto os licenciandos em Ciências Biológicas participantes desta pesquisa se expressaram de forma positiva ao uso dos simuladores virtuais PhET quanto a sua potencialidade como ferramenta de ensino e aprendizagem. Um material disponível que os guiassem na utilização desta ferramenta foi vista como um incentivo para o uso deste recurso. Material este que poderia driblar a falta de tempo para o planejamento de aulas tradicionais e facilitar a compreensão dos professores sobre esta ferramenta.

Como perspectivas para o produto educacional criado por meio desta pesquisa, tem-se: (i) o incentivo ao uso de simuladores virtuais no ensino de química; (ii) estimular o interesse dos alunos quanto a aprendizagem de química, principalmente àqueles que estão tendo o seu primeiro contato com esta ciência; (iii) fomentar o uso de diferentes recursos de ensino de química em cursos de licenciatura; (iv) instigar professores, que vivenciam diferentes realidades nas escolas, ao uso de ferramentas alternativas para o ensino de química.

REFERÊNCIAS

AUDINO, D. F.; NASCIMENTO, R. S. Objetos de aprendizagem- diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à Educação, **Revista Contemporânea de Educação**, vol 5, n, 10, jul/dez 2010.

ALMEIDA, S. N. et al. O USO DA INFORMÁTICA COMO RECURSO DIDÁTICO-EDUCATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (On-line)**, v. 8, n. 2, 2018.

AREA, M. Las tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. **Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa**, v.11, n.1. http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1_1.htm, 2005.

BRASIL. BNCC. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em 02 jan 2019

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em 02 jan 2019

BRASILEIRO, L. B.; SILVA, G. R. Interatividade na ponta do mouse: Simulações e Laboratórios virtuais. In. MATEUS, A. L. (org), Ensino de Química Mediado pelas TICs. Belo Horizonte: **Editora: UFMG**, 2015.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 48, n. 2, p. 9, 2009.

BERTOLINI, C.T., et al. Laboratório Virtual interativo para reprodução de experimentos de química através de dispositivos móveis. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Vol. 24. No. 1. 2013.

BAILEY, F.; MOAR, M. The VERTEX project: Designing and populating shared 3D virtual worlds in the primary (elementary) classroom. **Computers & Graphics**, v. 27, n. 3, p. 353-359, 2003.

CALIXTO, C. D.; SANTOS, J. C. C. As TICs na formação de professores: exclusão ou inclusão docente? 2011. Disponível em <http://www.recantodasletras.com.br/artigos/2742079>. Acesso em: 30 de set de 2017.

CARVALHO, A. G. M. O software como ferramenta pedagógica no ensino de Química. Trabalho de conclusão de curso – Curso Superior de Química – Licenciatura em Química, **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Pato Branco, 2013.

CASTELLS, M. A era da informação: economia, sociedade e cultura. *In: A Sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 2000. v. 1.

COELHO, P. M. F., COSTA, M. R. M., NETO, J. A. M. Saber Digital e suas Urgências: reflexões sobre imigrantes e nativos digitais. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. 1077-1094, 2018.

FREITAS, F. C.; DE OLIVEIRA, A. J. A. O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 3502, 2015.

HERGA, N. R. Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. **Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.** 12(3), p. 593–608, 2016.

HERGA, N. R.; GLAZAR, S. A.; DINEVISKI, D. Dynamic Visualization in the virtual laboratory enhances the fundamental understanding of chemical concepts. **Journal of Baltic Science Education**, v. 14, n. 3, p. 351-365, 2015.

IBOPE (2013). Número de pessoas com acesso à internet no Brasil chega a 105 milhões. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/acessoainternet2013> Acessado em 15 de setembro de 2016

KOBASHIGAWA, A. H. et al. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo**, p. 212-217, 2008.

LAGO, S. R. Educação Hoje - **Uma Reflexão para Pais e Educadores**, jun-jul, 2004.

LIMA, M. A.; FALONE, M. F.; NASCIMENTO, A. Q. O uso de simuladores virtuais para o ensino de Química. *In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*. 2012.

LIMA, M. B.; LIMA-NETO, de P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. **Química Nova**, v. 22, n. 6, p. 903-906, 1999.

LEAL, C. A. Brincando em Sala de Aula: O uso de jogos cooperativos no ensino de ciências. **Nilópolis: [sn],[2013]**. Disponível em: http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/5416. Acesso em: outubro de 2015.

LÜDKE, M. O papel da pesquisa na formação de professores. In: OLIVEIRA, M.R.N.S. (Org.). **Professor: formação, saberes e problemas**. Portugal: Porto, 2014.

MARTINS, G. A. M. Estudo de Caso: Uma estratégia de pesquisa. São Paulo: **Atlas**, 2008

MENDES, A. P.; SANTANA, G. P., and JÚNIOR, E. S. F. P. "O USO DO SOFTWARE PhET COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE BALANCEAMENTO DE REAÇÃO QUÍMICA." **Revista Areté Revista Amazônica de Ensino de Ciências** 8.16 (2015).

MENDES, R.; MUNFORD, D. DIALOGANDO SABERES-PESQUISA E PRÁTICA DE ENSINO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 202-219, 2005.

MOREIRA, M. A. Teoria da aprendizagem. **E.P.U.** 2ª edição. 2011

MOREIRA, M. L.; SIMÕES, A. S. M. O uso do whatsapp como ferramenta pedagógica no ensino de química. **Actio: Docência em Ciências**. v. 2, n. 3, p. 21-43, 2017.

PhET disponível em <http://phet.colorado.edu>. Acesso em maio de 2015.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

RIVERO, Y. R. et al. El proceso enseñanza-aprendizaje de la química general con el empleo de laboratorios virtuales. **Avances en Ciencias e Ingeniería**, v. 5, n. 1, p. 67-79, 2014.

RODRIGUES, C. R. et al. Ambiente virtual: ainda uma proposta para o ensino. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 2, p. 71-83, 2009.

RUSSEL, J.B. Química Geral. 2ª ed. vols. 1 e 2. São Paulo: Makron Books, 1994.

SANTOS, L. M. A.; FLORES, M. L. P.; TAROUCO, L. M. R. Objeto de aprendizagem: teoria instrutiva apoiada por Computador. **RENOTE**, v. 5, n. 2, 2007.

SEPÚLVEDA, C. et AL. Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio-histórica. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Anais. Florianópolis, SC, 2009**.p. 1-12. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/747.pdf>>. **Acesso em:** 14 de ago. de 2016.

SILVA, G.; NETTO, J. F.; SOUZA, R. A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2016. p. 339.

SILVEIRA, L. F. Simulações virtuais em química. **Revista de Educação, Ciência e Cultura** <http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao> Canoas, v. 18, n. 2, jul./dez, 2013.

SOUZA, M. P. de. Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química, **UERJ**, janeiro de 2004.

SOARES, A. C., SILVEIRA, L. F., and NUNES, P. "SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM QUÍMICA." **Educação, Ciência e Cultura** 18.2 (2014): p-131.

TAROUCO, L. (Org.). Reusabilidade de objetos educacionais, 2003. http://www.cinted.ufrgs.br/renote/fev2003/artigos/marie_reusabilidade.pdf Acesso em 10/09/2015.

UNESCO Institute for Statistics (UIS). Uso de TIC en educación en América Latina y el Caribe. Análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital. (2013).

VIEIRA, E., MEIRELLES, R. MS, and RODRIGUES, D. C. G. A. "O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil." **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS** 8 (2011).

WERTHEIN, J. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da informação, Brasília**, v. 29, n. 2, p. 71-77, 2000.

WILEY (II), D. A. Learning Object Design and Sequencing Theory. 2000. 142f. **Tese (Doutorado)** - Brigham Young University.

ZABALA, A. A avaliação. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICE 1**RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO 1: Reconhecimento dos Sujeitos,
Professores de Ciências**

| PROFESSORES NORTEADORES DA PESQUISA | |
|---|---|
| 1. IDADE | |
| PF1 | 57 |
| PF2 | 46 |
| PF3 | 37 |
| PF4 | 36 |
| PF5 | 37 |
| PF6 | 56 |
| PF7 | 41 |
| PF8 | 55 |
| PF9 | 43 |
| PF10 | 26 |
| 2. FORMAÇÃO ACADÊMICA | |
| PF1 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF2 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF3 | Licenciatura em Ciências Biológicas |
| PF4 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF5 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF6 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF7 | Licenciatura em Ciências Biológicas |
| PF8 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF9 | Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas |
| PF10 | Licenciatura em Ciências Biológicas |
| 3. QUANTOS ANOS VOCÊ TEM DE FORMADO? | |
| PF1 | 21 |
| PF2 | 25 |
| PF3 | 7 |
| PF4 | 12 |
| PF5 | 15 |
| PF6 | 30 |
| PF7 | 18 |
| PF8 | 30 |
| PF9 | 21 |
| PF10 | 2 |
| 4. HÁ QUANTOS ANOS VOCÊ ATUA COMO PROFESSOR DE CIÊNCIAS/ BIOLOGIA? | |
| PF1 | 16 |

| | |
|--|----------------------------------|
| PF2 | 25 |
| PF3 | 6 |
| PF4 | 7 |
| PF5 | 15 |
| PF6 | 28 |
| PF7 | 18 |
| PF8 | 25 |
| PF9 | 21 |
| PF10 | 1 |
| 5. EM QUAL UNIVERSIDADE SE FORMOU? | |
| PF1 | UNIGRANRIO |
| PF2 | FAHUPE |
| PF3 | UNIGRANRIO |
| PF4 | UNIGRANRIO |
| PF5 | UFRRJ |
| PF6 | UNIVERSIDADE SANTA ÚRSULA |
| PF7 | UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA |
| PF8 | UNIVERSIDADE GAMA FILHO |
| PF9 | UFRRJ |
| PF10 | UNIGRANRIO |
| 6. É UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA OU PRIVADA? | |
| PF1 | PRIVADA |
| PF2 | PRIVADA |
| PF3 | PRIVADA |
| PF4 | PRIVADA |
| PF5 | PÚBLICA |
| PF6 | PRIVADA |
| PF7 | PRIVADA |
| PF8 | PRIVADA |
| PF9 | PÚBLICA |
| PF10 | PRIVADA |
| 7. DURANTE A SUA FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA, VOCÊ TEVE DISCIPLINA (S) DE QUÍMICA? | |
| PF1 | SIM |
| PF2 | SIM |
| PF3 | SIM |
| PF4 | SIM |
| PF5 | SIM |
| PF6 | SIM |
| PF7 | SIM |
| PF8 | SIM |
| PF9 | SIM |
| PF10 | SIM |

| 8. Quantas DISCIPLINAS? | |
|---|--|
| PF1 | 1 |
| PF2 | 2 |
| PF3 | 2 |
| PF4 | 2 |
| PF5 | 3 |
| PF6 | 2 |
| PF7 | 3 |
| PF8 | 3 |
| PF9 | 3 |
| PF10 | 1 |
| 9. ESSAS DISCIPLINAS TINHAM AULAS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA? | |
| PF1 | NÃO |
| PF2 | SIM |
| PF3 | NÃO |
| PF4 | NÃO |
| PF5 | NÃO |
| PF6 | NÃO |
| PF7 | SIM |
| PF8 | SIM |
| PF9 | NÃO |
| PF10 | NÃO |
| 10. EM CASA DE POSITIVO, VOCÊ ACHA QUE ESSAS AULAS AJUDARAM NA SUA ATUAÇÃO COMO PROFESSOR? | |
| PF2 | Não. |
| PF7 | COM CERTEZA FORAM IMPORTANTES PARA A MINHA FORMAÇÃO E CONSEQUENTEMENTE PARA A MINHA ATUAÇÃO EM SALA DE AULA. AS AULAS PRÁTICAS ERAM AS MAIS PROVEITOSAS E ATÉ HOJE CARREGO NA LEMBRANÇA OS CONCEITOS TRABALHADOS NAS AULAS DE LABORATÓRIO. |
| PF8 | SIM, POIS ME AUXILIOU NA MINHA FORMAÇÃO, BEM COMO NOS TRABALHOS SEGUINTE NAS DISCIPLINAS ESPECÍFICAS DA ÁREA DE BIOLOGIA. |
| 11. VOCÊ ATUA COMO PROFESSOR DO ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO OU AMBOS? | |
| PF1 | MÉDIO |
| PF2 | MÉDIO |
| PF3 | AMBOS |
| PF4 | AMBOS |
| PF5 | AMBOS |
| PF6 | MÉDIO |
| PF7 | AMBOS |
| PF8 | MÉDIO |

| | |
|---|------------------------|
| PF9 | AMBOS |
| PF10 | AMBOS |
| 12. EM QUANTAS ESCOLAS VOCÊ ATUA? | |
| PF1 | 1 |
| PF2 | 2 |
| PF3 | NENHUMA |
| PF4 | 2 |
| PF5 | 1 |
| PF6 | 2 |
| PF7 | 3 |
| PF8 | 2 |
| PF9 | 2 |
| PF10 | 3 |
| 13. EM QUE REDE VOCÊ ATUA? | |
| PF1 | PÚBLICA |
| PF2 | PÚBLICA |
| PF3 | - |
| PF4 | PÚBLICA |
| PF5 | PÚBLICA |
| PF6 | PÚBLICA |
| PF7 | AMBAS |
| PF8 | PÚBLICA |
| PF9 | PÚBLICA |
| PF10 | AMBAS |
| 14. NA ESCOLA EM QUE ATUA POSSUI LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA? | |
| PF1 | SIM |
| PF2 | SIM |
| PF3 | - |
| PF4 | SIM |
| PF5 | SIM |
| PF6 | SIM |
| PF7 | SIM |
| PF8 | SIM |
| PF9 | SIM |
| PF10 | SIM |
| 15. ESSE LABORATÓRIO TEM ACESSO À INTERNET? | |
| PF1 | NÃO |
| PF2 | NÃO SEI INFORMAR |
| PF3 | - |
| PF4 | SIM |
| PF5 | SIM, MAS É MUITO LENTA |
| PF6 | SIM |
| PF7 | SIM |

| | |
|---|---|
| PF8 | SIM |
| PF9 | SIM |
| PF10 | SIM |
| 16.VOCÊ JÁ UTILIZOU LABORATÓRIOS VIRTUAIS NAS SUAS AULAS DE CIÊNCIAS/ BIOLOGIA? | |
| PF1 | SIM |
| PF2 | NÃO |
| PF3 | - |
| PF4 | NÃO |
| PF5 | NÃO |
| PF6 | NÃO |
| PF7 | SIM |
| PF8 | NÃO |
| PF9 | NÃO |
| PF10 | NÃO |
| 17.Qual a importância das aulas práticas de Ciências para a formação dos alunos? | |
| PF1 | É IMPORTANTE PARA QUE OS ALUNOS POSSAM COMPREENDER CERTOS CONCEITOS CIENTÍFICOS. |
| PF2 | FUNDAMENTAL PARA O SIGNIFICADO DOS CONCEITOS DADOS. |
| PF3 | POSSIBILITA OS ALUNOS APRENDEREM DE FORMA MAIS DINÂMICA O CONTEÚDO QUE É APRESENTADO NOS LIVROS APENAS EM 2 D. ISSO OS POSSIBILITAM A APRENDER O CONTEÚDO E NÃO SOMENTE DECORÁ-LOS. |
| PF4 | AS AULAS PRÁTICAS SÃO IMPORTANTES PARA DESPERTAR O INTERESSE DOS ALUNOS E INCENTIVAR O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO |
| PF5 | AJUDAM O ALUNO A “VISUALIZAR” ALGO QUE PARA ELE SÓ EXISTE NO PAPEL. |
| PF6 | ABRIR O HORIZONTE DA CIÊNCIA |
| PF7 | AS ATIVIDADES PRÁTICAS SÃO MUITO ATRAENTES PARA OS ALUNOS, POIS S SENTEM ATRAÍDOS PELA DINÂMICA DO USO DOS LABORATÓRIOS O QUE SE TORNA FUNDAMENTAL PARA O DEBATE DE CONCEITOS IMPORTANTES EM CIÊNCIAS. |
| PF8 | MOSTRA PARA O ALUNO QUE CIÊNCIA NÃO SE FAZ DE IMAGINAÇÃO E SIM DE PRÁTICAS E REPETIÇÕES E COMPROVAÇÕES |
| PF9 | TIRA O ALUNO DO AMBIENTE DE SALA DE AULA CONVENCIONAL E LEVA PARA ALGO LÚDICO. |
| PF10 | AS AULAS PRÁTICAS FUNCIONAM COMO METODOLOGIAS ATIVAS INGRESSANDO O PÚBLICO DISCENTE NO CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE CIÊNCIAS/BIOLOGIA, TRAZENDO O ALUNO PARA A PRÁTICA CIENTÍFICA E DESCONSTRUINDO O ABSTRATO PRESENTE EM LIVROS E APOSTILAS. |
| 18.VOCÊ MINISTRA AULAS PRÁTICAS (NO LABORATÓRIO)? | |

| | |
|---|--|
| PF1 | SIM |
| PF2 | NÃO |
| PF3 | - |
| PF4 | SIM |
| PF5 | NÃO |
| PF6 | NÃO |
| PF7 | SIM |
| PF8 | NÃO |
| PF9 | NÃO |
| PF10 | NÃO |
| 19. EM CASO DE RESPOSTA NEGATIVA, QUAL O PRINCIPAL MOTIVO? | |
| PF1 | SIM |
| PF2 | QUANDO UTILIZO O RECURSO DAS EXPERIÊNCIAS, REALIZO EM SALA DE AULA MESMO. |
| PF3 | NAS ESCOLAS QUE ATUEI NÃO TINHA LABORATÓRIO. IMPROVISAVA EM SALA DE AULA. ENTRETANTO, ALGUNS NÃO DAVAM PRA REALIZAR DEVIDO AO RISCO, A FALTA DE ESPAÇO E EQUIPAMENTOS ADEQUADOS. |
| PF4 | SIM |
| PF5 | FALTA DE MATERIAL |
| PF6 | FALTA ESPAÇO FÍSICO SEGURO E AS SALAS SEMPRE LOTADAS |
| PF7 | SIM |
| PF8 | EQUIPAMENTOS QUEBRADOS, SEM REPOSIÇÃO HÁ ANOS. |
| PF9 | TURMAS LOTADA QUE DIFICULTAM O USO DO ESPAÇO COLOCANDO EM RISCO A SEGURANÇA DOS ALUNOS |
| PF10 | NENHUMA DAS ESCOLAS EM QUE ATUO POSSUI LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS/BIOLOGIA, DESTA FORMA, PROCURO REALIZAR AS MINHAS PRÁTICAS EM LUGARES ALTERNATIVOS, COM A QUADRA, A SALA DE AULA OU O LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA. |
| 20. EM CASO DE RESPOSTA AFIRMATIVA, QUAL A MAIOR DIFICULDADE DE MINISTRAR ESSAS AULAS? | |
| PF1 | A maior dificuldade é o número de alunos, sempre maior que o laboratório comporta e o tempo hábil para ministrar o conteúdo e a prática. |
| PF2 | - |
| PF3 | - |
| PF4 | A falta de material, principalmente nas escolas públicas onde atualmente passa por uma grave crise financeira. |
| PF5 | NÃO |
| PF6 | NÃO |
| PF7 | A disponibilidade de materiais para as aulas. |
| PF8 | NÃO |
| PF9 | NÃO |

| | |
|---|--|
| PF10 | Como dito anteriormente, apesar de não ministrar em laboratórios, mas sim em espaços alternativos, a maior dificuldade em ministrar este tipo de aula é a indisciplina e falta de postura dos alunos (alguns) perante uma metodologia de ensino diferente. Além disso, muitas vezes a falta de recurso se torna um obstáculo, necessitando muitas vezes desembolsar verbas pessoais para a realização das aulas. |
| 21.VOCÊ JÁ OUVIU FALAR NOS SIMULADORES VIRTUAIS PHET? | |
| PF1 | NÃO |
| PF2 | NÃO |
| PF3 | SIM |
| PF4 | SIM |
| PF5 | NÃO |
| PF6 | NÃO |
| PF7 | SIM |
| PF8 | NÃO |
| PF9 | NÃO |
| PF10 | NÃO |
| 22.VOCÊ JÁ UTILIZOU OS SIMULADORES VIRTUAIS PHET EM SUAS AULAS? | |
| PF1 | NÃO |
| PF2 | NÃO |
| PF3 | NÃO |
| PF4 | NÃO |
| PF5 | NÃO |
| PF6 | NÃO |
| PF7 | NÃO |
| PF8 | NÃO |
| PF9 | NÃO |
| PF10 | NÃO |
| 23.CASO VOCÊ TENHA UTILIZADO OS SIMULADORES VIRTUAIS PHET , CONTE A SUA EXPERIÊNCIA? | |
| PF1 | - |
| PF2 | - |
| PF3 | - |
| PF4 | INFELIZMENTE NUNCA CONSEGUI PARAR PARA PLANEJAR UMA AULA COM ESSE RECURSO |
| PF5 | - |
| PF6 | - |
| PF7 | A QUANTIDADE DE AULAS QUE A GENTE DÁ ACABA LIMITANDO USAR ALGO NOVO |
| PF8 | - |
| PF9 | - |
| PF10 | - |

| 24.CASO VOCÊ NÃO TENHA UTILIZADO OS SIMULADORES VIRTUAIS PHET , CONTE O PORQUÊ? | |
|---|---|
| PF1 | - |
| PF2 | - |
| PF3 | - |
| PF4 | Turmas sempre cheias, não comportam no laboratório de informática. Fora que falta tempo para o planejamento deste tipo de atividade |
| PF5 | - |
| PF6 | - |
| PF7 | Falta de tempo para o preparo da aula |
| PF8 | - |
| PF9 | - |
| PF10 | - |
| 25.SE VOCÊ TIVESSE ACESSO A UM MATERIAL QUE LHE AUXILIASSE NO USO DE SIMULADORES VIRTUAIS EM SUAS AULAS, TE INCENTIVARIA A MINISTRAR AULAS UTILIZANDO ESTA FERRAMENTA? | |
| PF1 | Seria interessante |
| PF2 | Gostaria de aprender |
| PF3 | Os professores precisam desse tipo de material |
| PF4 | Certamente facilitaria o nosso trabalho |
| PF5 | Seria um incentivo ao professor |
| PF6 | Sim |
| PF7 | Ajudaria os professores que muitas vezes trabalham em três turnos diários |
| PF8 | Acredito que sim |
| PF9 | Me interessaria pelo material |
| PF10 | Iria me estimular a conhecer e aplicar com meus alunos |

APÊNDICE 2

RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO 2: Reconhecimento dos Sujeitos, Licenciandos em Ciências Biológicas

| ALUNOS NORTEADORES DA PESQUISA | |
|--|--------------|
| 1. QUAL A SUA IDADE? | |
| AL1 | 62 |
| AL2 | 25 |
| AL3 | 20 |
| AL4 | 19 |
| AL5 | 31 |
| AL6 | 20 |
| AL7 | 21 |
| AL8 | 21 |
| AL9 | 30 |
| AL10 | 23 |
| AL11 | 49 |
| AL12 | 20 |
| 2. ONDE VOCÊ ESTUDOU NO ENSINO MÉDIO? | |
| AL1 | REDE PÚBLICA |
| AL2 | REDE PÚBLICA |
| AL3 | REDE PRIVADA |
| AL4 | REDE PÚBLICA |
| AL5 | REDE PRIVADA |
| AL6 | REDE PÚBLICA |
| AL7 | REDE PÚBLICA |
| AL8 | REDE PÚBLICA |
| AL9 | REDE PÚBLICA |
| AL10 | REDE PRIVADA |
| AL11 | REDE PÚBLICA |
| AL12 | REDE PÚBLICA |
| 3. VOCÊ TEVE A DISCIPLINA DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO? | |
| AL1 | SIM |
| AL2 | SIM |
| AL3 | SIM |
| AL4 | SIM |
| AL5 | SIM |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM |
| AL8 | SIM |
| AL9 | SIM |

| | |
|---|------------------|
| AL10 | SIM |
| AL11 | SIM |
| AL12 | SIM |
| 4. VOCÊ JÁ TINHA UTILIZADO O LABORATÓRIO FÍSICO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO? PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO 1 | |
| AL1 | NÃO |
| AL2 | NÃO |
| AL3 | NÃO |
| AL4 | NÃO |
| AL5 | NÃO |
| AL6 | SIM |
| AL7 | NÃO |
| AL8 | NÃO |
| AL9 | NÃO |
| AL10 | NÃO |
| AL11 | NÃO |
| AL12 | NÃO |
| 5. EM QUE PERÍODO VOCÊ SE ENCONTRA MATRICULADO? | |
| AL1 | 5º |
| AL2 | 6º |
| AL3 | 2º |
| AL4 | 2º |
| AL5 | 2º |
| AL6 | 2º |
| AL7 | 2º |
| AL8 | 2º |
| AL9 | 2º |
| AL10 | 5º |
| AL11 | 1º |
| AL12 | 2º |
| 6. QUAL A PRIMEIRA PALAVRA QUE VEM A CABEÇA QUANDO VOCÊ OUVE FALAR EM QUÍMICA? | |
| AL1 | RESILIÊNCIA |
| AL2 | LABORATÓRIO |
| AL3 | REAÇÕES |
| AL4 | ÁTOMO |
| AL5 | EXPERIMENTO |
| AL6 | TABELA PERIÓDICA |
| AL7 | REAÇÃO |
| AL8 | PRÁTICA |
| AL9 | FÓRMULAS |
| AL10 | BREAKING BAD |
| AL11 | DIFICULDADE |

| | |
|---|--|
| AL12 | ELEMENTOS QUÍMICOS |
| 7. QUAL FOI A SUA MAIOR DIFICULDADE AO INICIAR A DISCIPLINA DE QUÍMICA NA GRADUAÇÃO? | |
| AL1 | O ÁTOMO |
| AL2 | POUCO CONHECIMENTO |
| AL3 | A DIDÁTICA DO PROFESSOR |
| AL4 | DECORAR FÓRMULAS |
| AL5 | FALTA DE CONHECIMENTO |
| AL6 | SER LEIGO NESSA ÁREA |
| AL7 | NÃO POSSUIR CONHECIMENTO PRÁTICO |
| AL8 | FALTA DE TEMPO/SONO |
| AL9 | A CONCLUSÃO DO ENSINO MÉDIO HÁ MAIS DE 10 ANOS |
| AL10 | DECORAR FÓRMULA |
| AL11 | FÓRMULAS |
| AL12 | FALTA DE TEMPO |
| 8. VOCÊ ACESSA A INTERNET PELO COMPUTADOR COM FREQUÊNCIA? | |
| AL1 | SIM |
| AL2 | SIM |
| AL3 | SIM |
| AL4 | SIM |
| AL5 | SIM |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM |
| AL8 | SIM |
| AL9 | SIM |
| AL10 | SIM |
| AL11 | SIM |
| AL12 | SIM |
| 9. DE ONDE VOCÊ ACESSA A INTERNET PELO COMPUTADOR? | |
| AL1 | CASA |
| AL2 | CASA |
| AL3 | CASA |
| AL4 | CASA |
| AL5 | CASA/TRABALHO |
| AL6 | CASA |
| AL7 | CASA |
| AL8 | CASA/TRABALHO |
| AL9 | CASA/TRABALHO |
| AL10 | CASA/TRABALHO |
| AL11 | CASA |
| AL12 | CASA |

APÊNDICE 3

RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO 3: Percepção dos Sujeitos quanto ao uso dos simuladores PhET, Licenciandos em Ciências Biológicas

| ALUNOS NORTEADORES DA PESQUISA | |
|---|--|
| 1. VOCÊ JÁ TINHA OUVIDO FALAR OU UTILIZADO OS SIMULADORES VIRTUAIS PHET* OU FERRAMENTAS DE ENSINO SIMILARES? | |
| AL1 | NÃO |
| AL2 | NÃO |
| AL3 | NÃO |
| AL4 | NÃO |
| AL5 | NÃO |
| AL6 | NÃO |
| AL7 | NÃO |
| AL8 | NÃO |
| AL9 | NÃO |
| AL10 | NÃO |
| AL11 | NÃO |
| AL12 | NÃO |
| 2. VOCÊ ACHA QUE PODERIA UTILIZAR O SIMULADOR VIRTUAL PHET EM OUTRAS DISCIPLINAS OU FERRAMENTAS SIMILARES, EM CASA PARA ESTUDAR ALGUM CONTEÚDO OU EM SUAS FUTURAS AULAS DE CIÊNCIAS? | |
| AL1 | NÃO, pois sentiria dificuldade de mexer com tecnologia. |
| AL2 | Sim, pois ele permite testar de diferentes formas os conceitos estudados, através de experimentos hipotéticos. |
| AL3 | Acredito que se possa sim usar em outras disciplinas, como Bioquímica outras relacionadas diretamente a química e sim, porque não usar em casa e facilitar os estudos. Pretendo usar nas minhas aulas. |
| AL4 | Sim, principalmente para estudo em casa. |
| AL5 | Sim, disciplinas como Genética, bioquímica e outras. |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM, pois poderia buscar um assunto e estudar o lado prático dele no simulador. Seria muito bom utilizar uma ferramenta dessas nas minhas aulas. |
| AL8 | Claro, pois observando no final da aula percebi que ele possui diversos assuntos que estamos estudando, inclusive em biologia. |
| AL9 | SIM |

| | |
|---|---|
| AL10 | SIM |
| AL11 | Pelo o que pude notar, existem muitos assuntos interessantes que poderiam ser estudados em casa com eles e futuramente usar nas aulas. |
| Al12 | Sim. Já que nem sem podemos ou temos tempo de ir no laboratório, então dá para estudar nos simuladores. |
| 3. FALE UM POUCO DA SUA EXPERIÊNCIA UTILIZADO O SIMULADOR VIRTUAL EM SALA DE AULA. | |
| AL1 | Senti muita dificuldade de entender os comandos, mas achei interessante, precisaria de mais treinos para poder dominar mais. |
| AL2 | É uma excelente ferramenta de ensino, pois ela permite uma maior integração entre os eixos teórico-práticos de diferentes assuntos propostos pela química e também, pela biologia. |
| AL3 | Não respondeu |
| AL4 | A segurança e possibilidade de refazer um experimento sem qualquer perda física causa conforto e instiga a curiosidade para se testar novas possibilidades, sem necessariamente, ter a responsabilidade de lidar com possíveis reações indesejadas. |
| AL5 | Foi uma experiencia incrível ! Me interagir melhor com a materia , assuntos que te duvidas na sala de aula pude tirar no simulador ... |
| AL6 | Foi uma experiência aonde pude aprender de uma forma mais clara sobre tais conteúdos citados. |
| AL7 | Adorei conhecer e trabalhar com o simulador, foi uma experiência boa e que pode ser aplicada com alunos de todas as idades. Com certeza utilizarei em minhas aulas. |
| AL8 | Gostei, pois alguns assuntos são difíceis de serem estudados só no quadro. Aqui pudemos ver as estruturas, em 3D. |
| AL9 | Uma experiência nova, e muito eficaz, trazendo uma melhor fixação da matéria e segurança. |
| AL10 | O simulador pode até futuramente continuar sendo útil para algum trabalho ou cálculo antes de fazer o experimento físico |
| AL11 | Achei bom, a aula ficou dinâmica, sem aquele copia ou apresentação em datashow, os alunos puderam participar mais. |
| AL12 | Foi uma novidade boa. Não sabia que poderia ter recursos que permitissem ver a ciência de forma tão real. Nada daqueles slides onde as estruturas ficam paradas. |
| 4. UM DOS CONCEITOS ESTUDADOS USANDO O SIMULADOR FOI O PH, SEM CONSULTAR NENHUM MATERIAL COMO VOCÊ DEFINIRIA PH? | |
| AL1 | Fala de acidez |
| AL2 | Potencial de hidrogênio iônico, ou seja, a quantidade de |

| | |
|---|--|
| | hidrogênio presente num composto. |
| AL3 | O pH é o parâmetro que se usa para medir a se está e qual a porcentagem que a água está em neutra, ácida ou alcalina em uma determinada solução. |
| AL4 | Indicador da acidez de uma substância |
| AL5 | É uma escala onde a substâncias pode se neutra, básica e ácida, usando uma simples tabela de números de 1 a 14. ex ; uma substância que apresenta Ph menor que sete nos indica que e uma solução ácida . |
| AL6 | Forma de verificação para avaliar se uma solução é ácida, básica ou neutra. |
| AL7 | É uma escala que diz se uma substância ácida ou básica |
| AL8 | Maneira de definir acidez |
| AL9 | Uma escala para definir se a substância é, ácida, neutra ou alcalina. |
| AL10 | pH diz se uma substância está ácida ou básica |
| AL11 | Capacidade de acidez das substâncias |
| AL12 | É uma medida de acidez que vai de 0 a 14 |
| 5. VOCÊ JÁ TINHA ESTUDADO O CONCEITO DE PH NO ENSINO MÉDIO? | |
| AL1 | SIM |
| AL2 | SIM |
| AL3 | SIM |
| AL4 | SIM |
| AL5 | SIM |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM |
| AL8 | SIM |
| AL9 | SIM |
| AL10 | NÃO |
| AL11 | SIM |
| AL12 | SIM |
| 6. O USO DO SIMULADOR AJUDOU VOCÊ A ENTENDER O CONCEITO DE PH? | |
| AL1 | SIM |
| AL2 | SIM |
| AL3 | SIM |
| AL4 | SIM |
| AL5 | SIM |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM |
| AL8 | SIM |
| AL9 | SIM |
| AL10 | SIM |
| AL11 | SIM |

| AL12 | SIM |
|--|---|
| 7. CITE OS PONTOS POSITIVOS DO USO DO SIMULADOR VIRTUAL EM SALA DE AULA PARA O APRENDIZADO DESSE CONTEÚDO | |
| AL1 | Mais segurança, não ter que mexer com ácidos. |
| AL2 | Permitiu assimilar os conceitos teóricos vistos em sala para compreender como iria ocorrer na prática. |
| AL3 | Ver como diferentes recipientes, soluções e material podem reagir com a praticidade de um toque. |
| AL4 | Segurança, possibilidade de repetição infinita, testes de situações não cotidianas ou de fácil acesso. |
| AL5 | Bem didático, ajuda os alunos a entender melhor. Assuntos que o professor tenha dificuldade de explicar um determinado aluno, o simulador consegue transmitir melhor ao aluno. |
| AL6 | Poder simular processos que não poderiam ser feitos em laboratórios. |
| AL7 | Podemos “visualizar” estruturas que no laboratório não viríamos. |
| AL8 | Segurança, possibilidade de errar sem desperdício. |
| AL9 | Melhor fixação da matéria; Segurança; Prática. |
| AL10 | Com ajuda das imagens ilustrativas e que podemos manusear do simulador, deixa mais prático o entendimento da matéria. |
| AL11 | Ajudou a ver como mudava o pH e como ficavam as moléculas. |
| AL12 | A possibilidade de realizar vários testes em pouco tempo, sem gastar material. |
| 8. CITE OS PONTOS NEGATIVOS DO USO DO SIMULADOR VIRTUAL EM SALA DE AULA PARA O APRENDIZADO DESSE CONTEÚDO | |
| AL1 | Os comandos são difíceis |
| AL2 | Não pode ser utilizado sem um computador, o que iria dificultar a aplicação em escolas públicas sem o material necessário, pois nem todas as escolas possuem um laboratório de informática como recurso, por exemplo. |
| AL3 | Único ponto negativo é que você não vê na prática a movimentação dos líquidos/gases/sólidos e as reações a olho nu. |
| AL4 | Falta de prática e familiaridade com os procedimentos laboratoriais reais. |
| AL5 | Resolução de imagem. |
| AL6 | Não ter um contato direto com o experimento. |
| AL7 | A chance de trabalhar no laboratório |
| AL8 | Poder ver o experimento acontecer. |
| AL9 | Não vi pontos negativos. |
| AL10 | Não vejo pontos negativos |

| | |
|---|--|
| AL11 | Precisa de internet para utilizar. |
| AL12 | Ficar perdido em tantas opções no simulador. |
| 9. COMO O CONCEITO DE PH PODE SER APLICADO NA SUA FORMAÇÃO ACADÊMICA OU NO COTIDIANO PROFISSIONAL? | |
| AL1 | Para testar pH de sangue |
| AL2 | Conhecer e dominar o conceito são fundamentais para compreender o caráter e função das substâncias químicas que estão em nosso dia a dia, além de proporcionar uma base de como sistemas orgânicos e inorgânicos funcionam. |
| AL3 | Pode ser usado quando se necessário verificação de soluções aquosas no ambiente acadêmico ou profissional. |
| AL4 | O conceito de pH é básico para entendimento de matérias futuras da minha formação, como Bioquímica, e o domínio do tópico é de suma importância, tendo em vista que é uma das áreas que devo estar habilitado para lecionar. |
| AL5 | A sigla pH é utilizada para representar o potencial hidrogeniônico presente em uma determinada solução ou mistura. me ajuda a saber se a solução em que estou trabalhando é ácida, básica ou neutra. |
| AL6 | Sendo utilizado para explicações em sala de aula ou em laboratórios. |
| AL7 | Testar a acidez de substâncias presentes no solo. |
| AL8 | Saber o pH da água e de outras substâncias que serão analisadas. |
| AL9 | A partir dele sei definir que produtos são agressivos para pele, olhos podendo assim usar da maneira adequada. |
| AL10 | Na formação acadêmica como área da biologia pela pH de um solo por exemplo e no cotidiano pela composição de um xampu, um vinagre no alimento com sua acidez. |
| AL11 | Na identificação de acidez das substâncias |
| AL12 | Para saber se as substâncias são ácidas ou básicas |
| 10. VOCÊ JÁ TINHA ESTUDADO OS CONCEITOS DE POLARIDADE NO ENSINO MÉDIO? | |
| AL1 | NÃO |
| AL2 | SIM |
| AL3 | SIM |
| AL4 | NÃO |
| AL5 | NÃO |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM |
| AL8 | NÃO |
| AL9 | SIM |
| AL10 | NÃO |

| | |
|---|--|
| AL11 | NÃO |
| AL12 | NÃO |
| 11. UM DOS CONCEITOS ESTUDADOS USANDO O SIMULADOR FOI O DE POLARIDADE DAS MOLÉCULAS, SEM CONSULTAR NENHUM MATERIAL COMO VOCÊ DEFINIRIA POLARIDADE? | |
| AL1 | O polo que a molécula pode ter |
| AL2 | Capacidade dos átomos de gerar polos |
| AL3 | Distribuição dos elétrons da molécula. Definindo em Polar ou Apolar |
| AL4 | Tipo de ligação das moléculas |
| AL5 | É definida pela diferença de eletronegatividade que se estabelece entre os átomos dos elementos químicos. |
| AL6 | Ligações aonde existam diferença de eletronegatividade. |
| AL7 | Diferença entre os átomos que gera polo. |
| AL8 | Quando há diferença de eletronegatividade. |
| AL9 | Polaridade e dividido em polar e apolar. Cada substancia tem um conceito, o q pode ser misturado ou diluído. |
| AL10 | Polaridade diz a solubilidade, se uma substância é dissolvida em outra ou não, onde polar dissolve polar e apolar dissolve apolar. |
| Al11 | Polaridade está relacionada a capacidade de formas polos nas moléculas |
| AL12 | Quais as ligações que as moléculas fazem |
| 12. O USO DO SIMULADOR AJUDOU VOCÊ A ENTENDER O CONCEITO DE POLARIDADE? | |
| AL1 | SIM |
| AL2 | SIM |
| AL3 | SIM |
| AL4 | SIM |
| AL5 | SIM |
| AL6 | SIM |
| AL7 | SIM |
| AL8 | SIM |
| AL9 | SIM |
| AL10 | SIM |
| AL11 | SIM |
| AL12 | SIM |
| 13. COMO O CONCEITO DE POLARIDADE PODE SER APLICADO NA SUA FORMAÇÃO ACADÊMICA OU NO COTIDIANO PROFISSIONAL? | |
| AL1 | Para saber se um substância é solúvel ou insolúvel |
| AL2 | O conhecimento desse conceito auxilia na compreensão da solubilidade dos compostos em sistemas orgânicos e inorgânicos baseados em sua polaridade o que faz parte de |

| | |
|--|--|
| | nosso cotidiano, já que lidamos com diferentes compostos químicos no dia a dia. |
| AL3 | Quando for necessário em algo relacionado a elétrons e suas polaridades. |
| AL4 | Assim como o conceito de pH, a polaridade é uma das áreas que devo ter domínio para conseguir repassar esse conhecimento aos alunos. |
| AL5 | A polaridade pode ser tratada a nível mais geral, como a polaridade de uma molécula ou mais especificamente, por exemplo, como tratamos da polaridade de uma ligação. Polar e Apolar distinguem, átomos iguais apolar e diferentes polar ex: Polar H-Cl , Apolar H-H |
| AL6 | Em explicações em sala de aula. |
| AL7 | Na escolha de solventes |
| AL8 | Na extração de substâncias das plantas, já que de acordo com a polaridade ela pode dissolver umas e outras não. |
| AL9 | Em testes de qualidade. |
| AL10 | Ao querer saber se é possível diluir uma substância em outra |
| AL11 | Para entender como as substâncias se comportam. |
| AL12 | Como a professora explicou, na preparação de alguns xaropes é preciso retirar o princípio ativo, e não dá para “tirar” com qualquer substância. Precisa saber qual serve melhor. |
| 14. CITE OS PONTOS POSITIVOS DO USO DO SIMULADOR VIRTUAL EM SALA DE AULA PARA O APRENDIZADO DESSE CONTEÚDO. | |
| AL1 | Poder ver as estruturas das moléculas. |
| AL2 | Permitiu assimilar os conceitos teóricos vistos em sala para compreender como iria ocorrer na prática. |
| AL3 | Manipulação dos experimentos químicos sem necessidade e adentrar um laboratório e gasto de material físico, sendo assim acessível a boa parte das classes. |
| AL4 | A visualização da interação das moléculas. |
| AL5 | Bem didático, ajuda os alunos a entender melhor. Assuntos que o professor tenha dificuldade de explicar um determinado aluno, o simulador consegue transmitir melhor ao aluno. |
| AL6 | Mostrar de forma mais lúdica como ocorre o processo de polaridade. |
| AL7 | Ver as moléculas, já que não daria para ver na prática. |
| AL8 | Segurança em lidar com as substâncias |
| AL9 | Entendimento na prática; Facilidade com acesso e Segurança. |
| AL10 | Deixa o conteúdo mais próximo do real. |
| AL11 | Poder ver as moléculas no espaço e poder mexer com elas. |
| AL12 | Ver o comportamento das moléculas no espaço. |
| 15. CITE OS PONTOS NEGATIVOS DO USO DO SIMULADOR VIRTUAL EM | |

| SALA DE AULA PARA O APRENDIZADO DESSE CONTEÚDO. | |
|--|---|
| AL1 | Entender alguns comandos do simulador |
| AL2 | Não pode ser utilizado sem um computador, o que iria dificultar a aplicação em escolas públicas sem o material necessário, pois nem todas as escolas possuem um laboratório de informática como recurso, por exemplo. |
| AL3 | Acredito que o único ponto negativo seja o fato de não ver na prática o que você está fazendo ali virtualmente. |
| AL4 | Falta de prática laboratorial, prática além do teórico. |
| AL5 | Resolução de imagem |
| AL6 | Não ter um contato direto com o laboratório. |
| AL7 | Falta de contato com laboratório |
| AL8 | Não vi |
| AL9 | Não vi pontos negativos |
| AL10 | Não há |
| AL11 | Se for numa escola sem internet, fica difícil para os alunos. |
| AL12 | Não observei. |

APÊNDICE 4

RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO 4: Conteúdo trabalhado no simuladores PhET

DENSIDADE

| Atividade no laboratório Alunos NORTEADORES DA PESQUISA | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1ª PARTE : A) OS ALUNOS FORAM ORIENTADOS A CUSTOMIZAR 3 BLOCOS, IDENTIFICANDO: MASSA, VOLUME E DENSIDADE. | | | |
| | Bloco A | Bloco B | Bloco C |
| AL1 | m= 2,5kg v=5L d=0,5kg/L | m=7kg v=4L d=1,75kg/L | m= 2kg v=2L d=1kg/L |
| AL2 | m= 3,83kg v=3,32L d=1,15kg/L | m= 5,91kg v=10L d= 0,59kg/L | m=5,25kg v=5,26L d=1kg/L |
| AL3 | m=4kg v=6L d=0,67kg/L | m=7kg v=8,8L d=0,80kg/L | m= 9kg v=10L d=0,9kg/L |
| AL4 | m=4,2kg v=8,4L d=0,5kg/L | m= 2kg v=4L d=0,5kg/L | m= 3,6kg v=6L d=0,6kg/L |
| AL5 | m= 7kg v=10L d= 0,7kg/L | m=1kg v=10L d=0,1kg/L | m= 2kg v=1L d=2kg/L |
| AL6 | m= 5kg v=3,01L d=1,66kg/L | m=1,2kg v=3,01 d=0,4kg/L | m=0,45kg v=3,01L d=0,19kg/L |
| AL7 | m= 10kg v=3,7L d= 2,7kg/L | m=4kg v=10L d=0,4kg/L | m= 9,19kg v=10L d=0,92kg/L |
| AL8 | m= 2kg v=5L d=0,4kg/L | m=4,7kg v=2,35L d=2kg/L | m= 1kg v=6,67L d= 0,15kg/L |
| AL9 | m=5kg v=4L d=1,26kg/L | m= 7,52kg v=3,8L d=1,98kg/L | m=2,91kg v=1,65L d=1,77kg/L |
| AL10 | m= 4kg v=5L d=0,8kg/L | m= 6kg v=9L d=0,666...kg/L | m=4,64kg v=2,77L d=1,68kg/L |
| AL11 | m= 2kg v=10L d=0,2kg/L | m=3,83kg v=4,17L d=0,92kg/L | m=5,6kg v=2,07L d=2,7kg/L |
| AL12 | m= 4kg v=6L d=0,66kg/L | m=6kg v=5,19L d=1,15kg/L | m=10kg v=9,25L d=1,08kg/L |
| B) CALCULAR A DENSIDADE DE DOIS BLOCOS COM MASSAS IGUAIS | | | |
| | massa | V e d (Bloco A) | V e d (Bloco B) |
| AL1 | m= 5kg | V=5L d=1kg/L | V=2,5L d= 2kg/L |
| AL2 | m= 5kg | V=5L d=1kg/L | V=2,5L d= 2kg/L |

| | | | |
|------|--------|-----------------|-----------------|
| AL3 | m= 5kg | V=1,25L d=4kg/L | V=10L d=0,5kg/L |
| AL4 | m= 5kg | V=2,5L d=2kg/L | V=10L d=0,5kg/L |
| AL5 | m= 5kg | V=1,25L d=4kg/L | V=10L d=0,2kg/L |
| AL6 | m= 5kg | V=5L d=1kg/L | V=1,25L d=4kg/L |
| AL7 | m= 5kg | V=5L d=1kg/L | V=10L d=0,5kg/L |
| AL8 | m= 5kg | V=10L d=0,5kg/L | V=2,5L d=2kg/L |
| AL9 | m= 5kg | V=2,5L d=2kg/L | V=5L d=1kg/L |
| AL10 | m= 5kg | V=10L d=0,5kg/L | V=5L d=1kg/L |
| AL11 | m= 5kg | V=10L d=0,5kg/L | V=5L d=1kg/L |
| AL12 | m= 5kg | V=1,25L d=4kg/L | V=10L d=0,5kg/L |

C) CALCULE A DENSIDADE DE DOIS BLOCOS COM VOLUMES IGUAIS

| | Volume | m e d (BlocoA) | m e d (BlocoB) |
|------|--------|-----------------|--------------------|
| AL1 | V= 5L | m=8kg d=1,6kg/L | m=2kg d=0,4kg/L |
| AL2 | V= 5L | m=8kg d=1,6kg/L | m=6kg d=1,2kg/L |
| AL3 | V= 5L | m=6kg d=1,2kg/L | m=8kg d=1,6kg/L |
| AL4 | V= 5L | m=6kg d=1,2kg/L | m=8kg d=1,6kg/L |
| AL5 | V= 5L | m=8kg d=1,6kg/L | m=2kg d=0,4kg/L |
| AL6 | V= 5L | m=8kg d=1,6kg/L | m=6kg d=1,2kg/L |
| AL7 | V= 5L | m=8kg d=1,6kg/L | m=2kg d=0,4kg/L |
| AL8 | V= 5L | m=8kg d=1,6kg/L | m=4kg d=0,8kg/L |
| AL9 | V= 5L | m=6kg d=1,2kg/L | m=8kg d=1,6kg/L |
| AL10 | V= 5L | m=2kg d=0,4kg/L | m=4kg d=0,8kg/L |
| AL11 | V= 5L | m=6kg d=1,2kg/L | m=8kg d=1,6kg/L |
| AL12 | V= 5L | m=2kg d=0,4kg/L | m=8kg d=1,6kg/L |

2ª PARTE: MISTÉRIO IDENTIFICAR OS CINCO BLOCOS UTILIZANDO A TABELA DE MATERIAIS.

| | | | | | |
|-----|--------|---------|------------|--------|-------------|
| AL1 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL2 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL3 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL4 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL5 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |

| | | | | | |
|------|--------|---------|------------|--------|-------------|
| AL6 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL7 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL8 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL9 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL10 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL11 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |
| AL12 | A=ouro | B =maçã | C=gasolina | D=gelo | E =diamante |

POLARIDADE

| Atividade no laboratório Alunos NORTEADORES DA PESQUISA | |
|--|--|
| 5)A MEDIDA QUE A ELETRONEGATIVIDADE É ALTERADA, O QUE ACONTECE COM A CARACTERÍSTICA DA LIGAÇÃO? | |
| AL1 | Quando dois átomos têm a mesma eletronegatividade sua ligação é covalente e quando suas eletronegatividades são diferentes a ligação é iônica |
| AL2 | Ela passa a ser iônica ou covalente, podendo não ser nem uma coisa nem outra. |
| AL3 | Varia de iônica a covalente de acordo com a eletronegatividade. |
| AL4 | A ligação tende a ser iônica por conta da diferença de eletronegatividade entre os átomos. |
| AL5 | Diminui ou aumenta além de mudar a direção. |
| AL6 | Ocorre ligação iônica onde o A ganha elétron perde elétron. |
| AL7 | Quando temos dois átomos com eletronegatividades próximas ou iguais temos uma ligação covalente. Quando temos um átomo de alta eletronegatividade e outro de baixa temos uma ligação iônica. |
| AL8 | Os dois átomos com eletronegatividades próximas ou iguais a ligação será covalente e quando átomo de alta eletronegatividade e outro de baixa temos uma ligação iônica. |
| AL9 | Cada vez que a eletronegatividade muda e fica diferente entre os átomos essa ligação fica iônica. |
| AL10 | A ligação é alterada de covalente quando estão com a mesma eletronegatividade e iônica quando a eletronegatividade está mais ou menos. |
| AL11 | Quanto maior for a diferença de eletronegatividade entre os átomos mais iônica é a ligação. Quanto menor for a diferença entre as moléculas mais covalente é a ligação. |
| AL12 | Dependendo d eletronegatividade ele pode ser uma ligação covalente ou iônica. |
| 8)Como a molécula se comporta? | |
| AL1 | A molécula de maior eletronegatividade é atraída pela placa (campo) + e a de menor é atraída polo - |
| AL2 | Os polos diferentes se atraem colocando a molécula em uma posição |

| | |
|---|--|
| | fixa, que mesmo movendo ele retorna. |
| AL3 | A molécula que estiver mais eletronegativamente carregada (indicada pela ligação dipolo) ficará virada para o lado positivo do campo. |
| AL4 | A molécula se estabiliza. |
| AL5 | De modo livre, pois a deixei covalente. |
| AL6 | Molécula A que é negativa é atraída pelo campo elétrico positivo, e o B que é positivo é atraído pelo campo elétrico negativo. |
| AL7 | A molécula que tem uma eletronegatividade maior é atraída pela placa + e a de menor eletronegatividade pela placa -. |
| AL8 | Quem tem menor uma eletronegatividade é atraída pela placa positiva e a que tem maior eletronegatividade pela placa positiva . |
| AL9 | Voltam para o lugar porque a ligação iônica tem atração. |
| AL10 | Ela aponta para o vetor com a carga parcial negativa, vetor aponta para o lado negativo. |
| AL11 | A molécula negativa é atraída pelo polo positivo e a molécula positiva é atraída pelo polo negativo. |
| AL12 | Quando alteramos a eletronegatividade de uma das moléculas uma fica mais eletronegativa que a outra e acaba atraindo e menos eletronegativa fazendo-a girar. |
| 10) O que você observa, descreva? | |
| AL1 | De igual eletronegatividade os átomos estão neutros |
| AL2 | Conforme mudaram-se os polos, a molécula se adequa ao campo elétrico. |
| AL3 | O átomo mais eletronegativo será atraído pelo polo positivo do campo. |
| AL4 | Mantém a estabilidade e muda o polo magnético. |
| AL5 | Com o campo elétrico ligado, a molécula mais iônica sempre vai ter uma posição exata, quando for covalente ela fica livre. |
| AL6 | Alterando as eletronegatividades de A e B, percebe-se que B se torna negativo e o A positivo. |
| AL7 | Com a mesma eletronegatividade os dois átomos ficam neutros. Nenhum deles é atraído pelas placas positivas e negativas. |
| AL8 | Não há atração, pois ficam neutros. |
| AL9 | Giram porque o campo elétrico está com eletronegatividade diferente. |
| AL10 | Quando alterada a eletronegatividade, o vetor sempre vai apontar para o átomo que está com carga negativa. A ligação sempre será iônica. |
| AL11 | Com a mesma eletronegatividade os dois átomos ficaram neutros. |
| AL12 | Quando uma molécula está mais eletronegativa que a outra ela atrai fazendo girar. |
| 14) A MEDIDA QUE O ÂNGULO É ALTERADO, O QUE ACONTECE COM O DIPOLO MOLECULAR? | |
| AL1 | Menos ângulo das moléculas A e C maior será o dipolo molecular |

| | |
|---|--|
| AL2 | Também é alterado |
| AL3 | Quanto maior o ângulo menor o dipolo. |
| AL4 | O dipolo se mantém ligado átomo de maior eletronegatividade. |
| AL5 | Muda a atração. |
| AL6 | Quanto maior a proximidade dos átomos A e C, maior será o dipolo molecular. |
| AL7 | Quanto menor o ângulo maior o dipolo molecular. |
| AL8 | O dipolo é influenciado pelo ângulo. |
| AL9 | Aumenta ou diminui. |
| AL10 | Ele continua sendo dipolo-dipolo, apontando para o átomo negativo. |
| AL11 | A medida que o ângulo é alterado o dipolo molecular é atraído pelo lado mais eletronegativo. |
| AL12 | Por mais que se mude o ângulo o dipolo molecular será sempre atraído para o campo elétrico. |
| 15) O QUE EXPLICA ESSE FENÔMENO? | |
| AL1 | A quantidade de eletronegatividade dos átomos A e C. |
| AL2 | Ao alterar o ângulo se altera a resultante das forças, que no caso é o dipolo molecular. |
| AL3 | A força de atração intermolecular. |
| AL4 | O dipolo é atraído para o elétron de maior eletronegatividade a fim de estabilizá-lo. |
| AL5 | Quando a diferença é grande, os opostos se atraem e quem for neutro fica entre os dois. |
| AL6 | Pois a resultante foi sendo atraída pelo campo elétrico positivo. |
| AL7 | Quanto mais próximos os átomos eletronegativos, maior o dipolo molecular. O que causa esse fenômeno é a quantidade presente de cada átomo. |
| AL8 | O sinal da resultante vai indicar para que polo será atraído. |
| AL9 | Quando aproximo A e C, aumenta a carga negativa de B. Quando separo A e C, diminuo a carga negativa de B. |
| AL10 | O vetor apontará para o átomo mais eletronegativo, no caso o mais eletronegativo atrai o menos. |
| AL11 | A quantidade de eletronegatividade dos átomos A e C. |
| AL12 | A força de atração intermolecular. |
| 18) EXPLIQUE O QUE ACONTECEU COM A MOLÉCULA? | |
| AL1 | As moléculas com mais eletronegatividade são negativas e assim foram atraídas para a placa (campo) positiva. |
| AL2 | De acordo com a polaridade da molécula, ela se adequa ao campo elétrico. |
| AL3 | As moléculas A e C serão atraídas pelo campo elétrico, dependendo de δ^+ ou δ^- . |
| AL4 | O polo negativo é atraído pelo polo positivo provocando movimentação dos átomos. |

| | |
|--|---|
| AL5 | Os polos começam a atrair seus opostos estabilizando a molécula. |
| AL6 | A força elétrica negativa é maior que a força positiva, logo são atraídos pelo campo elétrico positivo. |
| AL7 | As moléculas mais eletronegativas se voltaram para a placa positiva, por serem negativas. |
| AL8 | Há uma atração do campo positivo já que as moléculas ficaram negativas. |
| AL9 | Giraram e foram atraídos pela carga oposta. |
| AL10 | Aponta para o campo positivo. |
| AL11 | As moléculas mais eletronegativas voltaram-se para o campo positivo por serem negativas. |
| AL12 | As moléculas A e C serão atraídas pelo campo elétrico dependendo do $\delta +$ ou $\delta -$. |
| 20) No campo MOLÉCULA, selecione a molécula e classifique-a em polar ou apolar baseado nas ligações polares | |
| AL1 | O nitrogênio (N_2) não é polar. Possui igual eletronegatividade. |
| AL2 | F_2 apolar |
| AL3 | CF_4 polar / H_2 apolar |
| AL4 | H_2 apolar |
| AL5 | CHF_3 - Polar / H_2 - apolar / CH_4 - apolar / O_3 - Polar |
| AL6 | H_2 apolar / pois possui a mesma eletronegatividade. |
| AL7 | H_2 apolar, porque a eletronegatividade é igual. |
| AL8 | H_2O polar |
| AL9 | H_2O apolar |
| AL10 | HF ligação polar/ CF_4 ligação apolar. |
| AL11 | Apolares H_2 , N_2 , F_2 , CO_2 , BH_3 ; Polares HF, H_2O , HCN, O_3 , NH_3 |
| AL12 | H_2 , N_2 , O_2 APOLAR ; BH_3 , BF_3 , CH_3F POLAR |

ANEXO 1



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: DENSIDADE, POLARIDADE E PH**. Você foi selecionado voluntariamente e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição UNIGRANRIO. Os objetivos deste estudo são compreender a estrutura conceitual de conteúdos de química dos alunos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas da UNESA, utilizando simuladores virtuais, PHET *Interactive Simulations*. Sua participação nesta pesquisa consistirá em participar de oficinas, onde serão apresentados os simuladores para manuseio do aluno e aplicação de conceitos de química. Os riscos relacionados com sua participação são nenhum. Os benefícios relacionados com a sua participação são uma aprendizagem significativa de conteúdos apresentados de forma lúdica através de simuladores virtuais. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, não haverá identificação nos questionários respondidos. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis Gisele Capaci Rodrigues e Elizabeth Quelle do Nascimento no e-mail bethquelle@gmail.com ou no telefone 988840228.

Pesquisador Responsável

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.


O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIGRANRIO, localizada na Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160 - CEP 25071-202 TELEFONE (21).2672-7733 - ENDEREÇO ELETRÔNICO: cep@unigranrio.com.br

Rio de Janeiro, ____ de ____ de 2016. _____

Sujeito da pesquisa

Pai / Mãe ou Responsável Legal (Caso o sujeito seja menor de idade)

ANEXO 2

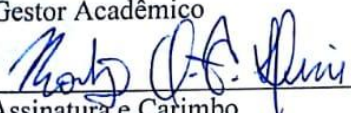

Estácio


CARTA DE ANUÊNCIA da INSTITUIÇÃO SEDIADORA

Declaramos, para os devidos fins, que concordamos em disponibilizar o(s) setor(es) Laboratório de Informática desta Instituição, UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ, para o desenvolvimento das atividades referentes ao Projeto de Pesquisa, intitulado: *O Uso de Simuladores Virtuais como Ferramenta para o Aprendizado de Química dos Licenciandos em Ciências Biológicas*, da pesquisadora ELIZABETH QUELLE DO NASCIMENTO sob a responsabilidade do Professor GISELE CAPACI RODRIGUES do curso de MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DAS CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA, da Universidade do Grande Rio, pelo período de execução previsto no referido Projeto.

Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2016.

Rodrigo Otávio Ferreira Lira
Gestor Acadêmico


Assinatura e Carimbo



120043997-08
CPF

rodrigo-lira@estacio.br
E-mail