

## SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO APOIO AO ENSINO DE DENSIDADE, POLARIDADE E pH POR MEIO DOS SIMULADORES VIRTUAIS PhET

### TEACHING SEQUENCE AS A SUPPORT FOR TEACHING DENSITY, POLARITY AND pH THROUGH VETUAL SIMULATORS PhET

Giseli Capaci Rodrigues<sup>1</sup>

Elizabeth Quelle do Nascimento<sup>2</sup>

#### Resumo

O ensino de Química ao longo dos tempos vem sendo pautado em um conjunto de conceitos que necessitam ser decorados. 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 a 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, sendo este ensino pautado quase que exclusivamente no tradicionalismo. Embora estejamos imersos em um contexto de tecnologias, elas representam uma porcentagem pequena nas salas de aula brasileiras. Tendo em vista este cenário, este artigo apresenta Sequências Didáticas (SD) produzidas no âmbito um Mestrado Profissional, pautadas na pesquisa intitulada “Simuladores Virtuais no Ensino de Química: uma experiência com licenciandos em Ciências Biológicas” cujo foco foi produzir materiais que pudessem auxiliar professores a utilizarem os simuladores virtuais PhET - Simulações Interativas para Ciência e Matemática no ensino de densidade, pH e polaridade. As SD foram aplicadas e validadas com um grupo de 12 licenciandos em ciências biológicas de uma universidade particular situada no estado do Rio de Janeiro.

**Palavras chaves:** Ensino de Química. Simuladores PhET. Tecnologia da Informação. Comunicação na Educação.

#### Abstract

Chemistry teaching over time has been based on a set of concepts that need to be decorated. The student is not encouraged to correlate symbolic, microscopic and submicroscopic representations. Often these representations are presented in isolation. The presence of functional chemistry laboratories is still far from ideal in most educational institutions in Brazil. On the other hand, the use of alternative resources for teaching chemistry is also far from that was expected. Almost times chemistry teaching is based exclusively on traditionalism. Although we are immersed in technologies, they represent a small percentage in Brazilian classrooms. In view of this scenario, this article brings the report of Teaching Sequences produced within the scope of a Professional Master in Science Teaching based on the research entitled “Virtual Simulators in the Teaching of Chemistry: an experience with graduates in biological sciences”. This reasearch was focus to produce materials that could assist teachers to use PhET virtual simulators - Interactive Simulations for Science and Mathematics in teaching; density, pH and polarity. The Teaching Sequences were applied and validated with a group of 12 graduates in biological sciences from a private university located in the state of Rio de Janeiro.

**Keywords:** Chemistry Teaching. PhET Simulators. Information Technology. Communication in Education.

<sup>1</sup> PPGEC-UNIGRANRIO

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Ciências (PPGEC-Unigranrio)

## Introdução

As Tecnologias da Informação e das Comunicações (TIC) têm sido cada vez mais imprescindíveis nos ambientes educacionais atuais. A sua utilização pode se dar de diferentes formas: como fonte de consulta, comunicação, na organização dos conteúdos a serem ensinados, motivação dos estudos, treinamento do aprendizado, entre outras. Dessa forma, as TIC têm aumentado consideravelmente a sua presença como um meio de ensino-aprendizagem disponível (RIVERO et al.,2014; LEAL, 2020).

Em argumentos apresentados por especialistas, o uso das TIC na educação tem um efeito multiplicador que se espalha por todo sistema educacional; enfatiza a aprendizagem e fornece aos alunos novas competências; facilita, melhora a formação de professores e torna a educação acessível a públicos antes inalcançáveis. Em 2013, já eram mais de 100 milhões de brasileiros com acesso a internet de forma regular, considerando esses ambientes como: domicílios, trabalho, *lanbouses*, escolas, bibliotecas e espaços públicos com Wi-Fi gratuito (HUANG, SPECTOR, YANG, 2019; IBOPE, 2013; UNESCO, 2013).

O uso das TIC pode ser dividido em dois grupos: no primeiro grupo o computador sendo utilizado como uma ferramenta para encontrar informações, comunicação e multimídia e no segundo grupo, o computador como sendo uma ferramenta científica como um laboratório virtual com simulações interativas. Um dos recursos que está sendo utilizado na educação desde a década de 1990 são os Objetos de Aprendizagem (OA). Os OA podem ser classificados como ferramentas importantes no processo de ensino-aprendizagem, pois nos fornecem a capacidade de simular e animar fenômenos, podendo ser utilizados em outros ambientes de aprendizagem. Uma das vantagens que apresentam é o baixo custo de produção de materiais educacionais, já que podem ser disponibilizados pela internet por meio de repositórios (SANTOS, FLORES, TAROUCO, 2007).

Um dos tipos mais disseminados de OA são as simulações computacionais de experimentos. Uma bem-sucedida iniciativa 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 - Simulações Interativas para Ciência e Matemática. PhET é a sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física, a qual tratava-se da finalidade original dos simuladores, posteriormente ampliada. O software virtual cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências que se baseiam em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem por meio da exploração e da descoberta.

Este artigo traz o relato da construção de sequências didáticas (SD) desenvolvidas no âmbito da pesquisa intitulada “Simuladores Virtuais no Ensino de Química: uma experiência com

licenciandos em Ciências Biológicas”, realizada no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio (PPGEC-Unigranrio). Para a construção das SD buscou-se, inicialmente, compreender a visão de 10 professores de ciências da Educação Básica acerca de aulas práticas e da utilização de objetos de aprendizagem, em particular simuladores virtuais no ensino de conteúdos químicos, bem como a receptividade e utilização de SD para o planejamento das suas aulas. As SD construídas e apresentadas neste artigo foram aplicadas e validadas com um grupo de 12 licenciandos em ciências biológicas de uma universidade particular situada no estado do Rio de Janeiro. Cabe ressaltar que, o ambiente de aplicação e validação das SD foi diferente daquele em que a pesquisa foi construída, no âmbito do Mestrado Profissional. Os licenciandos, foram selecionados como participantes da pesquisa por entendermos que seriam importantes mediadores dos conceitos químicos para o ensino fundamental, no qual os alunos têm o primeiro contato com essa ciência.

As três SD aqui apresentadas contaram com a utilização dos simuladores virtuais PhET - como ferramentas de apoio<sup>3</sup>. Cada SD traz uma temática distinta dentro do ensino de química, a saber: densidade, pH e polaridade. Essas temáticas foram selecionadas por estarem inseridas no conteúdo programático da disciplina de Química Geral, disciplina em que os licenciandos participantes da pesquisa estavam inscritos no semestre em que foi realizada a pesquisa, e por se tratarem de conteúdos químicos basilares para a explicação fenômenos químicos.

### **Sequência Didática**

Uma Sequência didática (SD) é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas, etapa por etapa, pelo docente para que o entendimento do assunto proposto seja adquirido pelos alunos (KOBASHIGAWA et al., 2008; ZABALA, 1998). Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por 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. De acordo com LEAL (2013) os objetivos de se utilizar uma sequência didática são:

- 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.

---

<sup>3</sup> Estão disponíveis por meio do link [http://www2.unigranrio.br/produtos-educacionais/docs/2019/ElizabethQuelledoNascimento/ELIZABETH\\_QUELLE\\_NASCIEMNTO/2019\\_PRODUTO%20EDUCACIONAL\\_ElizabeteQuelle.pdf](http://www2.unigranrio.br/produtos-educacionais/docs/2019/ElizabethQuelledoNascimento/ELIZABETH_QUELLE_NASCIEMNTO/2019_PRODUTO%20EDUCACIONAL_ElizabeteQuelle.pdf)

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.

As SD são construídas, normalmente, por etapas como: objetivo, materiais a serem utilizados, tempo e critérios de avaliações. Essas etapas servem para auxiliar os professores no uso das ferramentas apresentadas nas SD, deixando flexível a sua adaptação, de acordo com a realidade e a necessidade de cada um.

### **Ensino de Química e o uso de simuladores**

Um dos grandes 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 pela indiferença e distanciamento entre alunos e professores (BENITE 2009). De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 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 (BRASIL, 2018, p. 588).

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 gerar competências e habilidades aos estudantes. Enfatiza-se a importância do professor decidir como irá atuar nesse processo educacional, questionando suas ações e implementando novas ideias capazes de lhe ajudar a se comunicar e a mediar as suas aulas de forma mais efetiva, contribuindo, desta forma, para que o estudante possa ter uma aprendizagem significativa (MOREIRA, SIMÕES, 2017).

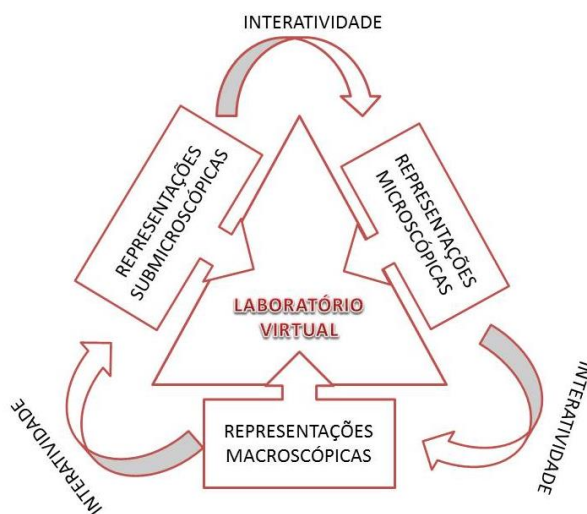
Dessa forma, a grande dificuldade dos alunos está no fato da maior parte dos fenômenos químicos ocorrerem a nível microscópico, o que dificulta a abstração e a compreensão dos conceitos. Somado a isso, ainda há uma grande quantidade de símbolos que representam os elementos e os fenômenos e fórmulas, que muitas vezes levam o aluno entenderem que a química

é uma mera memorização. No ensino de química, o método mais eficiente 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 ensino e a aprendizagem ao macroscópico, submicroscópico e os níveis simbólicos.

Segundo 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.

Na verdade, eles só podem perceber mudanças no nível macroscópico por trabalho experimental (Figura 1). As habilidades dos alunos para usar as representações macroscópicas, submicroscópicas e simbólicas são essenciais para a compreensão de conceitos e fenômenos relacionados no ensino e aprendizagem de conceitos. Na ciência natural, é importante unir a técnica macroscópica, submicroscópica e os níveis simbólicos nas mentes dos alunos (HERGA, GLAZAR, DINEVISKI, 2015; HERGA 2016).

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



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

Almeida e colaboradores (2018), recomendam que o professor utilize novas técnicas 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. É necessário mostrar aos alunos que a química vai muito além de teorias, fórmulas e equações matemáticas, e propiciar possibilidades de conhecimento desta ciência fora dos meios convencionais.

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 (HERGA, 2016; HERGA, GLAZAR, DINEVISKI, 2015).

### **O Produto Educacional**

As sequências didáticas (SD) aqui apresentadas foram planejadas para serem desenvolvidas em 3 horas/aula e possuir momentos introdutórios, de diagnóstico, 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.

É importante ressaltar que, para utilizar os 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<sup>®</sup> 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.

Para a elaboração das SD foram analisados 10 simuladores presentes no PhET - Simulações Interativas para Ciência e Matemática. Desses, foram selecionados três simuladores que se encaixaram no perfil dos temas abordados. Foram selecionadas para as SD três conteúdos químicos específicos: densidade, pH e polaridade.

O simulador sobre densidade foi escolhido por ser um conteúdo que é ministrado no início da disciplina de Química Geral para os licenciandos em ciências biológicas. Com ele é possível trabalhar as propriedades físicas e as unidades de medidas. 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. Já o simulador de polaridade das moléculas teve sua escolha definida em função do tema ser de grande dificuldade de aprendizagem, pois requer um nível de abstração que muitos não conseguem apresentar.

A escolha do simulador PhET se deu em função de ser um programa da Universidade do Colorado, que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências, disponibiliza em

seu portal gratuitamente para serem usadas on-line ou off-line, sendo baixados previamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. As simulações são projetadas conectando fenômenos diários com a ciência que está por trás deles de maneira acessível. As simulações são apresentadas em várias seções, a saber: simulações em destaque; novas simulações; pesquisa de ponta; simulações traduzidas em vários idiomas. Outra facilidade deste simulador é o agrupamento por conteúdos específicos de cada área como: física, química, ciências da terra e matemática. Todas as simulações são classificadas de acordo com o nível de ensino. Em química, elas estão divididas em química geral e química quântica (PhET, 2019).

Os simuladores PhET oferecem acesso a atividades de ciências e matemática, interativas e baseadas em pesquisa. São produtos testados e validados por seus criadores para cada simulação. Os testes realizados com os simuladores incluem entrevistas com estudantes e observação do uso das simulações em sala de aula. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, o que possibilita a sua utilização on-line ou baixadas para um computador.

### **Sequência Didática: densidade**

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). As densidades de sólidos e líquidos são comumente expressas em *gramas por centímetro cúbico*, g/cm<sup>3</sup>, unidades derivadas SI.

Antes do início da atividade, é importante aplicar aos alunos um questionário diagnóstico a fim de conhecer os conhecimentos prévios sobre o tema abordado. Isso é importante, já que irá auxiliar o professor no direcionamento da aula.

### **Sequência Didática: escala de pH**

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 à multiplicação microbiana, e nos alimentos mais ácidos haverá predominância do crescimento de bolores e leveduras.

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 ou como a variação de pH em rios e mares pode afetar a cadeia ecológica de determinados ecossistemas.

### **Sequência Didática: polaridade das moléculas**

Polaridade de uma ligação é o compartilhamento desigual dos elétrons entre dois átomos que leva a uma separação parcial da carga positiva e negativa. O conceito de polaridade é útil para descrevermos moléculas inteiras que exibem uma separação parcial de cargas. Uma molécula não-polar ou apolar 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 por apresentarem o momento de dipolo resultante diferente de zero. 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 opostas, elas tendem a se alinhar com o campo elétrico.

Para iniciar os estudos acerca de polaridade, é importante conversar com os alunos sobre o que eles conhecem sobre tema e propor a discussão com assuntos relacionados ao seu cotidiano. É importante que o estudante coloque seus conhecimentos em discussão. Com alunos de ciências biológicas pode-se abrir uma conversa sobre alguns solventes utilizados na extração de substâncias das plantas.

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. Pode-se utilizar a cromatografia em papel para mostrar que diferentes solventes agem de forma diferente de acordo com o que se quer extrair.



## Considerações Finais

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação se tornam uma importante ferramenta transdisciplinar para a contribuição no dinamismo do 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.

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 nesta fase. A utilização das TIC na educação leva à necessidade de desenvolver novas habilidades e competências, considerando que o simples uso das tecnologias em sala de aula não garante a melhoria ou sucesso das atividades de ensino.

Com um olhar sobre o “novo aluno”, que no contexto deste trabalho foram futuros professores de ciências, 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?

A escolha dos simuladores virtuais pautou-se em um objeto de aprendizagem que poderia auxiliar na construção de conceitos e como uma alternativa para professores que não possuem acesso a laboratórios de ciências/química. Na atualidade, considera-se importante que a formação de professores contemple essas ferramentas como possíveis recursos a serem utilizados em suas aulas.

## Referências

- 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.
- BENITE, A. M. C. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 48, n. 2, p. 9, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. BNCC. 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em 02 set 2019.
- 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.

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.

HUANG, R.; SPECTOR, J. M.; YANG, J. **Educational Technology**: a primer for the 21st century. Springer Nature Singapore Pte Ltd. (2019). Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-981-13-6643-7.pdf>. Acesso em 06 de fev de 2020.

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 2019.

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.

LEAL, G. M. As tics no ensino de química e suas contribuições na visão dos alunos. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 1, p.3733-3741, 2020.

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. Simulações Interativas para Ciência e Matemática. Disponível em <http://phet.colorado.edu>. Acesso em 06 de fevereiro de 2020.

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.

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. EL-HANI, C. N.; REIS, V. P. G. R. 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 2019.

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).

ZABALA, A.; **A prática educativa**: como ensinar. Tradução de Ernani F da Rosa. Porto Alegre:Artimed, 1998.