

## SIMULADOR “PhET” COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO EM CONTEÚDOS DE QUÍMICA ORGÂNICA

Poliana de Sousa Carvalho <sup>1</sup>  
Antônio Marcelo Silva Lopes <sup>2</sup>  
Edneide Maria Ferreira da Silva <sup>3</sup>

### RESUMO

O trabalho ressalta a importância do uso de estratégias de ensino diferenciadas para tornar o aprendizado mais significativo para os estudantes. Uma possibilidade é o simulador PhET, que foi usado devido a significativa dificuldade de abstração dos estudantes em conteúdos diversos da Química Orgânica, de modo mais específico, nas *funções químicas Orgânicas*. Trata-se de uma pesquisa quanti-qualitativa que ocorreu em uma Escola Estadual do Município de Simões no Piauí, com três turmas de 3º Ano. Inicialmente, o objetivo foi testar o aprendizado conceitual das funções estudadas bem como a capacidade operacional dos estudantes para com os recursos computacionais. Outra contribuição foi o desenvolvimento do interesse e participação nas aulas de Química minimizando a rejeição da disciplina. Para tanto, foram ministradas 20 aulas teóricas, por dois meses. Em seguida cada turma foi separada em grupos que foram submetidos ao simulador PhET. Sequencialmente, foi aplicado um questionário contendo cinco perguntas, a partir do qual foi possível concluir que mesmo nossa sociedade sendo tecnológica ainda é expressivo o número de professores que não fazem uso de recursos multimídias em suas aulas, fato que conseqüentemente prejudica aos estudantes, pois esses, em sua maioria desconheciam o uso de simuladores e, não sabem ou têm muita dificuldade em manusear o mouse. Para além, ainda é possível dizer que a pesquisa ao ser concluída alcançou seus objetivos e ainda possivelmente suscitou nos alunos o interesse por conhecer melhor os simuladores e estimulou o conhecimento químico associado ao cotidiano.

**Palavras-chave:** Simuladores, Estratégia de ensino, Química Orgânica, Aprendizagem.

### INTRODUÇÃO

O assunto de *funções químicas Orgânicas* é abordado com mais frequência no terceiro ano do Ensino Médio, principalmente nas escolas públicas. Este conteúdo exige do estudante a capacidade de diferenciação das funções através da identificação dos grupos funcionais, classificação das cadeias carbônicas, além da montagem de compostos a partir de suas nomenclaturas.

---

<sup>1</sup>Discente do Curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências Natureza da Universidade Federal do Piauí-UFPI, [poliana\\_sousa05@hotmail.com](mailto:poliana_sousa05@hotmail.com);

<sup>2</sup>Mestrando do Curso de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, [marcelo5@ufrn.edu.br](mailto:marcelo5@ufrn.edu.br);

<sup>3</sup>Docente do Curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências Natureza da Universidade Federal do Piauí – UFPI e Doutoranda do Curso de Educação da Universidade Federal de Uberlândia-UFU, [ed.mfs@ufpi.edu.br](mailto:ed.mfs@ufpi.edu.br).

A situação agrava-se quando há referência à visualização das estruturas moleculares em três dimensões (3D), pois a abstração conceitual dificulta aos estudantes projetarem a construção espacial dessas estruturas.

Porém, há possibilidade de estimular a capacidade de abstração dos discentes e o entendimento de como essas moléculas Orgânicas se organizam e se diferenciam. Para tanto, se faz necessário o uso de abordagens metodológicas diferenciadas, saindo da convencional e única metodologia tradicional de ensino. Aqui, sugerimos a utilização de simulações virtuais em computador.

Segundo Bruyne (1977 *apud* Vicente, 2005, p. 2), a simulação é entendida como “a construção e a manipulação de um modelo operatório representando todo, ou parte de um sistema ou processos que o caracterizam”. De modo que não há necessidade específica do uso de computadores, haja vista que as simulações surgiram muito antes destes, porém, em nossa pesquisa, usamos o computador como recurso didático para operacionalizar a simulação.

Através do uso do simulador PhET (Projeto de Simulações Interativas da Universidade do Colorado), nosso objetivo foi, testar o aprendizado conceitual das funções estudadas bem como a capacidade operacional dos estudantes para com os recursos computacionais, além de demonstrar que o uso de simulações como estratégia de ensino, pode contribuir favoravelmente para o processo de ensino-aprendizagem, haja vista o entusiasmo dos estudantes na realização da atividade. Outra contribuição foi garantir que os estudantes desenvolvessem interesse e fossem mais participativos principalmente em assuntos da disciplina de Química, que devido a sua complexidade de abstração, apresenta considerável rejeição entre os estudantes.

O contato da professora/pesquisadora com o simulador se deu em uma apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso em 2018. A mesma achou o manuseio simples e resolveu adaptar para suas aulas, na disciplina de Química. A estratégia usando o simulador PhET foi aplicada em três turmas do 3º ano do Ensino Médio, de uma Escola Estadual, no interior do Estado do Piauí. Em cada turma houve a divisão dos alunos em grupos. Esses por sua vez, recebiam uma lista com dado grupo funcional, sobre o qual deveriam apresentar respostas de acordo com as perguntas apresentadas. Em seguida foi aplicado um questionário para avaliar as dificuldades dos discentes ao usar o simulador, e a possibilidade dessa estratégia ser aplicada em outros conteúdos da disciplina.

Os resultados demonstraram que o uso de estratégias diferenciadas pode contribuir de forma significativa com o aprendizado de conteúdos específicos, como o de *funções Químicas*, mas também com a aquisição de conhecimentos outros, como o manuseio do computador, promovendo aproximação dos alunos com a tecnologia no ambiente escolar. Foi possível ainda

auxiliar na percepção da compreensão dos estudantes a cerca dos conteúdos ministrados em sala pela professora/pesquisadora.

## METODOLOGIA

O presente trabalho, referente ao uso do *software* PhET, na Unidade Escolar Raul Sergio localizada na cidade de Simões-PI com a participação de 71 alunos efetivamente matriculados nas três turmas do terceiro ano no Ensino Médio.

Compreendemos a pesquisa como quanti-qualitativa pois em sua execução tratamos os dados estatisticamente, avaliamos a aplicação do simulador considerando o domínio operacional da máquina pelos estudantes, além da aplicação do questionário. Momentos, que segundo diversos autores tanto caracterizam a pesquisa como quantitativa como qualitativa.

Antes da realização das atividades envolvendo o simulador foram ministradas 20 aulas em cada turma, com duração de 45 minutos cada, durante dois meses. O conteúdo ministrado foi o de *funções Químicas Orgânicas*, a saber: Hidrocarbonetos, Álcool, Aldeídos, Cetona, Ácidos carboxílicos, Haletos orgânicos, Éter e Nitrocompostos.

Ao final das aulas teóricas, foram selecionados seis compostos de cada uma dessas funções Orgânicas. Três compostos de cadeia normal e três de cadeia ramificada. A montagem de todos os compostos foi previamente testada no simulador pela professora/pesquisadora.

Em data previamente marcada, o simulador foi apresentado aos estudantes. Momento em que foram indicadas as funcionalidades e o passo a passo para o processo de construção das moléculas. Em cada turma, houve a formação de equipes, com cinco (5) integrantes. Cada grupo sorteou a nomenclatura de dois compostos de cadeia normal e dois compostos de cadeia ramificada. As equipes tiveram 10 minutos para construir as estruturas moleculares no simulador. A montagem das moléculas deu-se em forma de disputa entre as equipes, sendo declarada vencedora aquela que montasse o maior número de estruturas moleculares. Devido ao número reduzido de computadores, a atividade foi realizada de forma gradativa, isto é, cada equipe cumpriu seus 10 minutos de forma que as outras aguardavam e cronometravam ansiosamente o tempo dos “adversários”.

Em aulas seguintes, foram gerados dados estatísticos por meio da aplicação de um questionário autoral contendo cinco (5) perguntas sobre: a utilização do computador pelos estudantes; o uso de simulações nas aulas de Química; avaliação do simulador; opinião sobre a frequência na utilização de simuladores para outros assuntos de Química; e identificação das funções presentes na simulação. Esse questionário foi respondido individualmente durante 60

minutos. Os dados foram tratados utilizando-se o *software Microsoft® Office Excel* afim da produção deste trabalho.

## DESENVOLVIMENTO

Por meio de evidências e experiências vivenciadas em sala de aula, é possível afirmar que as disciplinas de Química e Biologia, mesmo tendo elevado grau de abstração, quando abordadas de forma interdisciplinar e associadas a fenômenos do cotidiano, podem contribuir significativamente para o aprendizado e formação cidadã dos estudantes.

Em se tratando, especificamente da Química, Luca (2001) afirma que a partir da prerrogativa de que a Química é componente indissolúvel de tudo que cerca o ser humano e o mundo em que este vive, pode-se afirmar que é consenso entre os professores de Química, que esta é fundamental para a compreensão do modo de interagir com o meio em que as pessoas vivem.

Existe, porém, uma contradição com relação a essa importância, uma vez que, o que se observa nas escolas são alunos questionando a si e aos seus professores sobre o porquê de se estudar e aprender determinados conteúdos da Química enquanto disciplina (NASS; FISCHER, 2013). Isso mostra que nem todos os estudantes tem a compreensão da necessidade de se aprender Química e muito menos, em que ela se aplica em sua vida cotidiana.

Isto pode ser explicado pelo fato das escolas brasileiras ainda possuírem em sua essência o ensino tradicional, que é criticado por autores como Meneses e Nuñez (2018), ao afirmarem que “há uma fragmentação e descontextualização dos conteúdos, provocando dificuldades de associação e abstração, gerando dificuldades nos estudantes na compreensão e aplicação desta ciência no dia a dia”.

Uma área muito importante para o currículo de Química no Ensino Médio é a de Química Orgânica. Para Ferreira e Del Pino (2009) o estudo desta área, é fundamental pela existência de inúmeros compostos que contém carbono em sua molécula (foco de estudo da Química Orgânica), uma vez que estes estão presentes na origem da vida e são indispensáveis para a manutenção e constituição dos organismos vivos e suas relações.

Para Nascimento, Ricarte e Ribeiro (2007), vive-se um paradoxo na escola com relação ao ensino de Química Orgânica, visto que há uma abordagem por parte dos professores desvinculada do cotidiano e sem aplicações práticas. Para os autores, o ensino desta área da Química nas escolas deve ser abordado de forma mais dinâmica e contextualizada, objetivando

despertar o interesse através da correlação entre a teoria e a prática. Uma das formas de quebrar esse paradoxo é através de um instrumento que vem ganhando espaço nos processos educativos com o avanço das tecnologias de comunicação e informação: o computador. Para Petitto (2003), o computador pode ser um grande aliado na busca de conhecimentos, sendo este capaz de promover um ambiente onde os estudantes sejam capazes de desenvolver aprendizagens colaborativas e atrativas, tornando-se agentes da construção, interpretação e interiorização das informações recebidas, sistematizando-as e construindo determinados conhecimentos.

Dentre as possibilidades de ensino proporcionadas pelo computador, destaca-se o uso dos simuladores virtuais. De acordo com Silva, Nabozny e Freire (2013), simuladores são *softwares* que apesar de ser uma ferramenta poderosa para ser utilizada como recurso pedagógico trazendo maior envolvimento com a aula, ainda não é muito utilizado pelos professores.

Ainda de acordo com os autores as simulações computacionais além de potencializar e consolidar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes permitem desenvolver conceitos que muitas vezes não são vivenciados no dia a dia destes, podendo suprir a falta de recursos e equipamentos laboratoriais, levando os discentes a construir um repertório de conceitos, baseados na conclusão acerca do que estão observando nos simuladores (SILVA; NABOZNY; FEIRE, 2013).

Neste âmbito, utilizar simuladores virtuais no ensino de Química, a partir da ajuda imprescindível do computador, pode ser uma forma de auxiliar professores e discentes no alcance dos objetivos educacionais, onde aos estudantes é proporcionado um maior contato com a ciência e uma visualização da relação entre a ciência e a tecnologia, promovendo uma aprendizagem mais significativa (SAMPAIO, 2017).

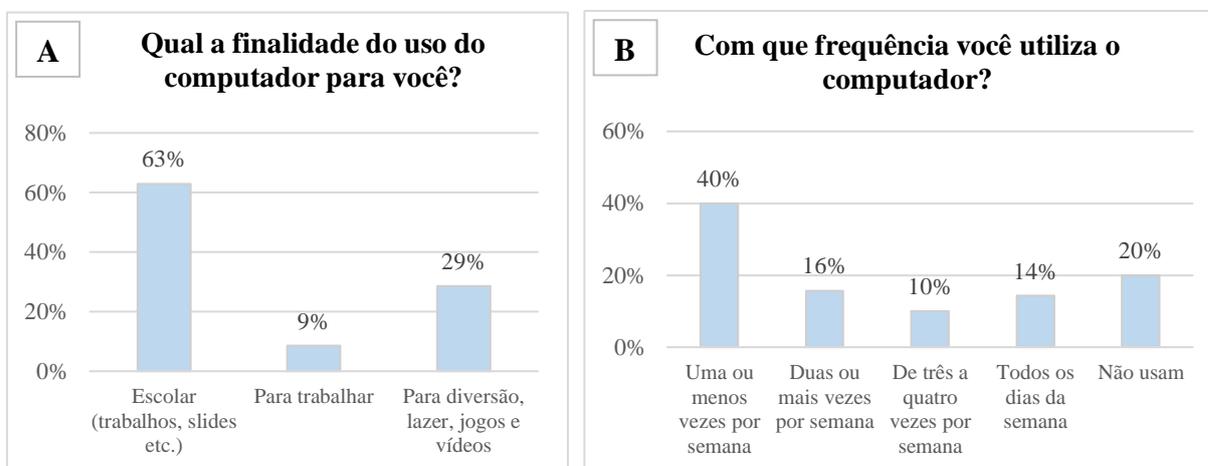
Dentre as opções de simuladores virtuais disponíveis para o Ensino de Química, destaca-se o *software* PhET (Projeto de Simulações Interativas da Universidade do Colorado), onde as simulações podem ser livremente usadas e/ou distribuídas por terceiros, além de estarem disponíveis em português através do site [http://phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR). Neste sítio, são disponibilizadas simulações em Java (ou .jar) que podem ser utilizadas pelo professor para auxiliá-lo na discussão de conteúdos para facilitar a compreensão dos alunos, bem como contribuir para o seu processo formativo global.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação do simulador PhET e do questionário, foram gerados dados que possibilitaram a elaboração da discussão a seguir.

Sobre a finalidade e frequência de uso do computador por parte dos estudantes, tem-se a Figura 1.

**Figura 1** – Finalidade do uso do computador (A) e frequência de uso dos estudantes (B)



Fonte: Autoria própria, 2019.

Os resultados mostram que apesar da maioria dos estudantes (63%) utilizar o computador para fins escolares, como trabalhos, produção de slides, pesquisas etc. (Figura 1A), há uma baixa frequência de utilização do mesmo, onde, 20% não utilizam de forma alguma o computador, e 40% utilizam-no uma ou menos vezes por semana. Esses dados revelam que apesar das tecnologias estarem cercado a todos, muitos ainda não possuem acesso a ela, e é nesse ponto que entra o papel da inserção tecnológica nas escolas.

Essa constatação vai ao encontro do que afirmam Pessoa e Machado (2019) os modos de pensar na atualidade estão relacionadas também ao uso do computador e de todas as facilidades proporcionadas pelas ferramentas presentes nele, que provocam e estabelecem novos modos de interação social.

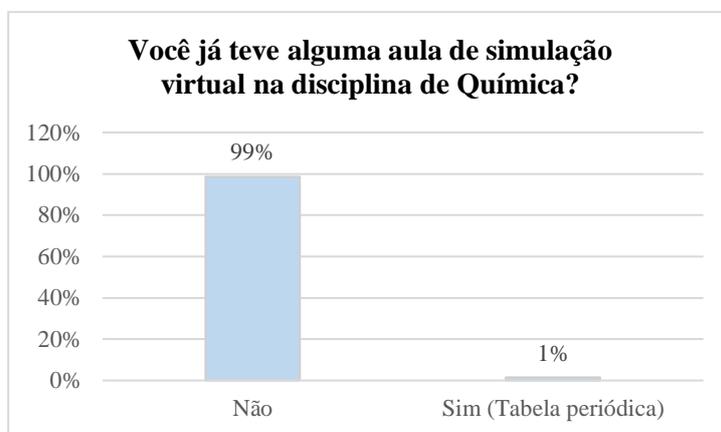
Uma das formas de gerar esta inclusão digital é através dos laboratórios de informática. Entretanto, a presença desses espaços físicos no ambiente escolar, não garante o acesso dos alunos e muito menos que ao fazê-lo, haja orientação com fins educacionais.

Segundo Nobre, Sousa e Nobre (2015), a utilização destes laboratórios como ferramenta educacional pode favorecer a aprendizagem dos estudantes, bem como o estabelecimento de uma relação entre a educação e a tecnologia. Todavia, a escola em questão não possui laboratório de informática, ficando o professor limitado a utilizar seus próprios recursos

tecnológicos, quando os tem. Além do que, é ainda elevado o quantitativo de professores que não dominam essa tecnologia.

Esta problemática leva a próxima pergunta feita aos estudantes, sobre a existência de aulas utilizando simulações virtuais na disciplina de Química. As respostas dos estudantes são ilustradas na Figura 2.

**Figura 2** – Simulações virtuais nas aulas de Química de acordo com os estudantes



Fonte: Autoria própria, 2019.

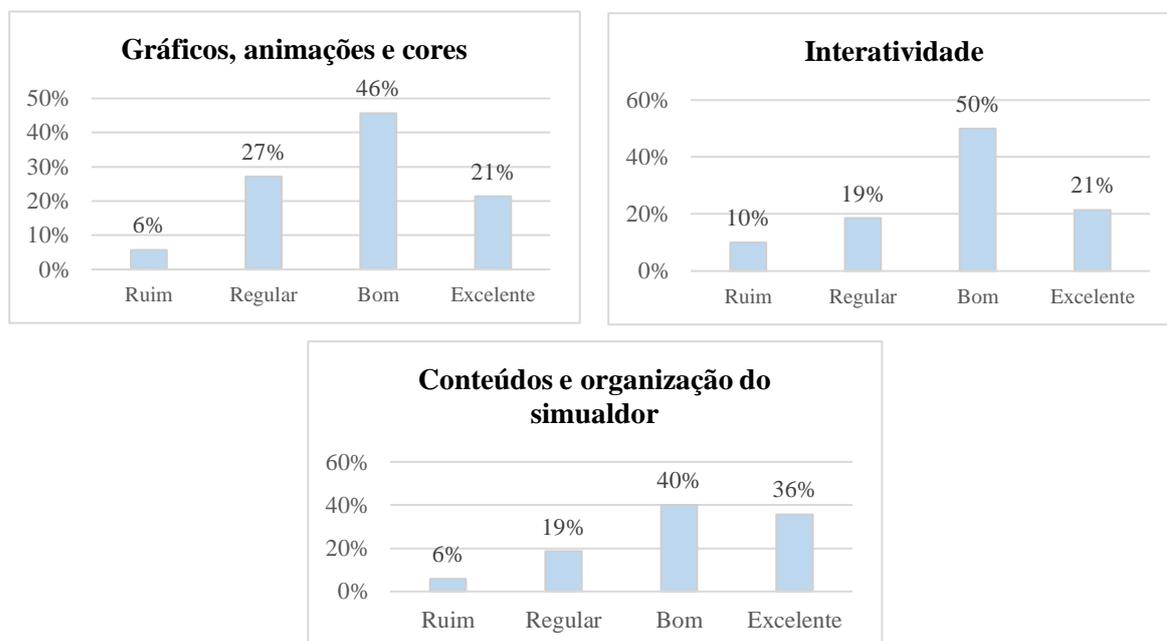
Nota-se que 99% dos estudantes afirmaram que nunca tiveram aulas utilizando simuladores, e apenas 1% (que corresponde a uma estudante) disse já ter tido aulas com simulações virtuais no conteúdo de *tabela periódica*. Entretanto, essa experiência fora em outro estabelecimento de ensino.

De acordo com Pessoa e Machado (2019), trabalhar com tecnologia computacional durante as aulas é uma forma de levar o educando a tornar-se ator no processo de aquisição do conhecimento, principalmente pela presença no cotidiano dos alunos e professores. Assim, uma provável justificativa para a não utilização destas tecnologias, em destaque de simuladores, é a ausência de recursos tecnológicos na escola em questão.

O fato estimulou os pesquisadores a pensarem em uma forma de não se limitarem a falta desses recursos. Foi então utilizado o *data show* da escola (um dos poucos recursos de tecnologia da informação e comunicação existentes) e o notebook da professora/pesquisadora, para que durante a realização da atividade proposta, todos os estudantes pudessem observar a montagem das moléculas no simulador. Antes da execução da atividade, a professora/pesquisadora orientou e demonstrou passo a passo como utilizar o simulador, indicando como as moléculas podiam ser montadas e visualizadas em 3D.

No questionário, foi solicitado aos discentes que avaliassem o simulador quanto a parte estética e interatividade, além dos conteúdos e organização do *software*. A figura 3 expõe a avaliação dos estudantes.

**Figura 3 - Avaliação do simulador por parte dos estudantes**



Fonte: Autoria própria, 2019.

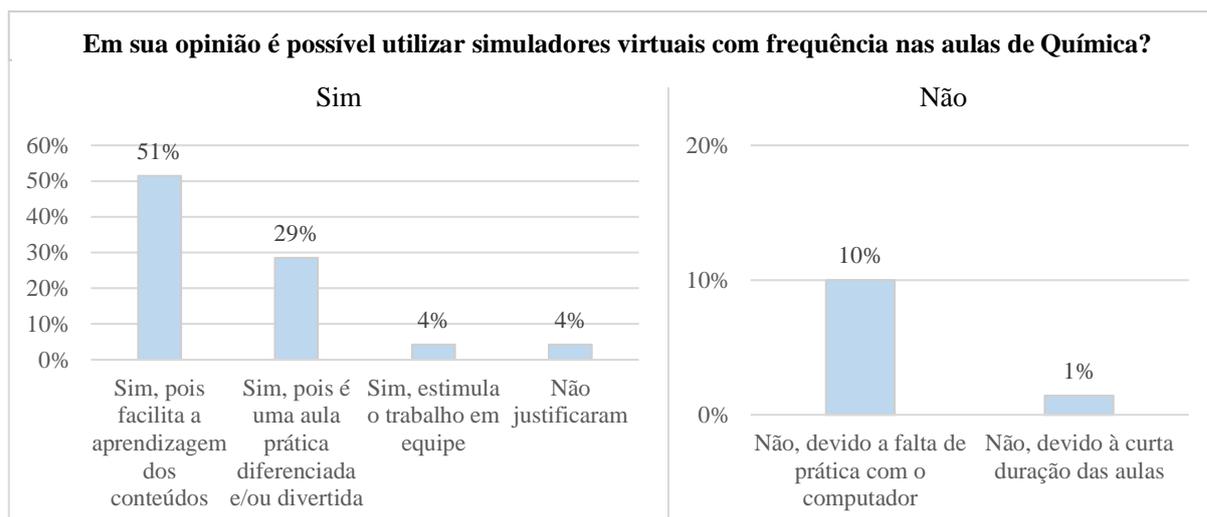
Observa-se que o simulador foi bem avaliado pelos discentes, apresentando pouco percentual onde a opção “ruim” aparece em todas as categorias avaliadas. Em um estudo feito por Sampaio (2017) utilizando também o simulador PhET, os resultados obtidos indicam que o programa é de execução fácil, exigindo apenas algumas habilidades básicas de manuseio do computador.

A necessidade dessas habilidades pode ser um fator decisivo para a facilidade de manuseio pelos estudantes. Pois mesmo com a explicação prévia da professora/pesquisadora, devido ao número significativo de estudantes não utilizarem com frequência o computador, observou-se elevado índice de dificuldade na realização da atividade com o simulador PhET.

Na visão de Vieira, Soares e Santos (2017) o uso do simulador PhET apresenta vantagens como interatividade, participação efetiva, baixo custo e possibilidade de realização de um experimento virtual com muitas variáveis a serem alteradas. Essas vantagens são evidenciadas na avaliação dos educandos.

A quarta pergunta feita aos estudantes foi sobre a possibilidade de uso dos simuladores com mais frequência nas aulas de Química. As respostas são ilustradas pela Figura 4.

**Figura 4 - Opinião dos estudantes sobre a utilização de simuladores nas aulas de Química**



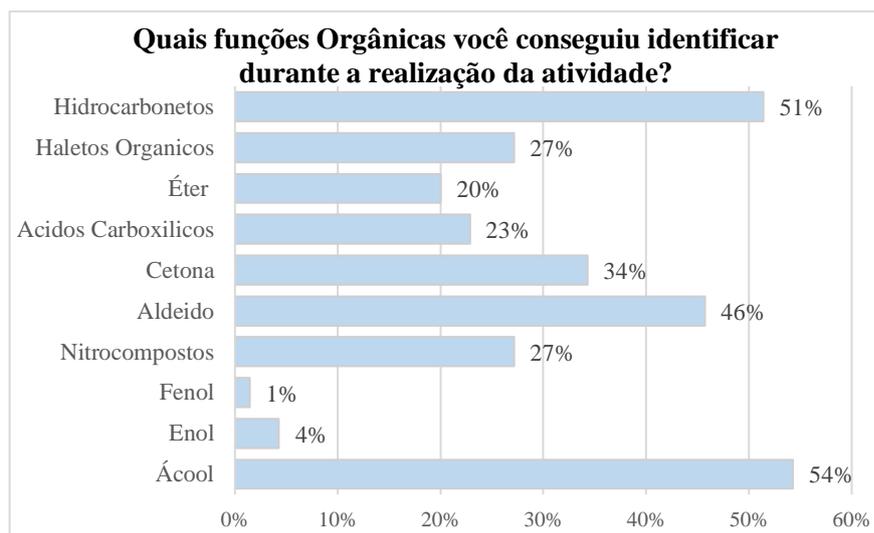
Fonte: Autoria própria, 2019.

Diante dos resultados expostos, pode-se reafirmar a potencialidade de utilização de simuladores no Ensino de Química, visto que, para a maioria dos estudantes (51%) este tipo de atividade facilita a aprendizagem dos conteúdos, além de ser uma aula prática diferenciada (29%) e estimular o trabalho em equipe (4%). Apenas 10% dos respondentes não concordam que este tipo de atividade pode ser utilizada com frequência, justamente pela falta de prática com o computador, discutida anteriormente. Para 1% dos estudantes as aulas são muito curtas para este tipo de atividade.

Para Lima, Varelo e Nascimento (2012), os simuladores influenciam de forma direta o processo de ensino-aprendizagem, visto que propiciam ao discente revisar o conteúdo visto em sala de aula e fornece a este descobrir e internalizar conceitos de maneira individual.

No questionário, foram apresentadas aos educandos diversas funções Orgânicas (incluindo as que não haviam sido trabalhadas em sala de aula) e requerido destes que identificassem (marcassem) as funções presentes no desenvolvimento da atividade. Para tanto, foi disponibilizada uma lista de *funções químicas*, em que poderiam ser marcadas mais de uma opção. A Figura 5 mostra os resultados.

**Figura 5** – Funções presentes na simulação na opinião dos estudantes



Fonte: Autoria própria, 2019.

A primeira observação que pode ser feita, é a marcação de *funções químicas* que não foram trabalhadas em sala de aula: *Fenol e Enol*. A justificativa para isso é o fato de ambos grupos funcionais terem *hidroxilas*, assim como os álcoois. Daí, surge a possível hipótese de que essas respostas surgiram porque em algum momento de suas leituras, os estudantes tiveram contato com substâncias desses grupos funcionais, gerando a confusão (apenas 5%).

Observa-se maior percentual das funções Hidrocarbonetos, Álcoois e Aldeídos. Estas são relativamente simples em comparação as demais, pois até sua contextualização é mais dinâmica. Apesar da média de apenas 22% dos estudantes terem identificado as outras funções, pode-se considerar um resultado razoável, principalmente se nos basearmos no nível de abstração exigido para a compreensão do conteúdo “Funções químicas”.

A partir do exposto, justificamos a importância da utilização das simulações, em particular do simulador PhET. Para Silva, Netto e Souza (2016) o simulador PhET pode ser utilizado para melhoria do Ensino de Química, devido sua interatividade, dinâmica e manipulação fácil, despertando o interesse e a curiosidade dos educandos, e isto pode por exemplo, levá-los a internalizarem melhor os conceitos das funções Orgânicas, além de estimular o trabalho em equipe e a fuga da rotina tradicional da sala de aula.

Indo ao encontro de tudo o que até aqui apresentamos e discutimos, porém, se faz necessário que o professor tenha domínio da estratégia de ensino que irá utilizar, no caso aqui apresentado, do simulador PhET, de modo que o contrário, irá gerar insegurança e pode ainda contribuir para o desequilíbrio da harmonia no ambiente escolar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a conclusão do trabalho é possível afirmar que os objetivos foram alcançados e que a realização da pesquisa foi importante para demonstrar a relevância do uso de simulações virtuais no Ensino de Química. Entretanto, verificou-se que o uso dessa estratégia de ensino ainda é pouco utilizada e requer maior divulgação entre os professores, pois esses devem estar capacitados para trabalhar adequadamente com simuladores virtuais. Outra consideração a ser realizada é que, mesmo vivendo numa sociedade tecnológica, onde a maior parte das pessoas tem acesso a informática, é ainda expressivo o quantitativo de pessoas que não sabem usar minimamente o computador.

Um fator fundamental no uso das simulações é a capacidade de proporcionar aos alunos uma aula diferente da convencional, além de atribuí-los autonomia para a realização da atividade, visto que havia somente 01 (um) computador, e os conhecimentos adquiridos em sala para executar o trabalho e obter êxito.

O bom desempenho dos alunos em relação a identificação dos grupos funcionais permite a conclusão de que os mesmos estão conseguindo compreender o conteúdo ministrado em sala de aula. Ainda que algumas funções tenham grupos funcionais semelhantes, os resultados obtidos foram satisfatórios quanto ao domínio de conteúdo e participação dos estudantes.

Por fim, conclui-se que a realização do trabalho teve significativa relevância, pois, permitiu, por meio do uso de estratégia de ensino diferenciada, a realização de uma aula dinâmica, proporcionando aos alunos contato com algo que até então não era conhecido, além de auxiliar na fixação do conteúdo químico, certamente estimulou o aprendizado de recursos computacionais.

## REFERÊNCIAS

BRUYNE, P. et al. Dinâmica da pesquisa em ciências sociais. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977. In: VICENTE, P. O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2005.

FERREIRA, M.; DEL PINO, J. C. Estratégias para o ensino de Química Orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, v.11, n.1, p. 101-118, 2009.

LUCA, A. G. O Ensino de Química e algumas considerações. **Linhas**, v. 1, p. 9-19, 2001.

LIMA, M. A.; VARELO, M. F. F.; NASCIMENTO, A. Q. O uso de simuladores virtuais para o ensino de Química. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. 7., 2012, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: IFTO, 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2641/2305>. Acesso em: 26 jul. 2019.

NASCIMENTO, T.L; RICARTE, M.C.C.; RIBEIRO, S.M.S. Repensando o Ensino de Química Orgânica à Nível Médio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUIMICA, 47.,

2007, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABQ, 2007. Disponível em:  
<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/6/6-392-618.htm>. Acesso em: 28 jul. 2019.

NASS, S.; FISCHER, J. Aprendizagem significativa das Funções Orgânicas no terceiro ano do Ensino Médio por meio da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA*, 33., 2013, Ijuí. **Anais [...]**. Unijuí: EDEQ, 2013. Disponível em:  
<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2629/2209>. Acesso em: 28 jul. 2019.

NOBRE, R. H.; SOUSA, J. A.; NOBRE, C. S. P. Uso dos Laboratórios de Informática em Escolas do Ensino Médio e Fundamental no Interior Nordeste. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 3, p.68 -80, 2015.

PESSOA, R. R.; MACHADO, S. B. A importância do uso do computador no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da 3ª etapa da educação de jovens e adultos da Escola Estadual Joanira Del Castillo. **Revista Exitus**, v. 9, n. 1, p. 232 - 257, 2019.

PETITTO, S. **Projetos de trabalho em informática: desenvolvendo competências**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2003.

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

SILVA, A. C. R.; NABOZNY, B. C.; FREIRE, L. I. F. Software do tipo simulador e os conteúdos de Química. *In: ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA*, 7., 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: UFABC, 2013. Disponível em:  
<http://eventos.ufabc.edu.br/eppeq2013/anais/resumos/8.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.

SILVA, G. M. L.; NETTO, J. F. M.; SOUZA, R. H. A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 5., 2016, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: CEIE, 2016. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6840>. Acesso em: 01 ago. 2019.

VIEIRA, J. S.; SOARES, A. F. P.; SANTOS, J. P. O uso do simulador PhET (Physics Educational Technology) no ensino da Física no 2º ano do Ensino Médio na Unidade Escolar Demerval Lobão em Angical-PI. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 4., 2017, João Pessoa. **Anais [...]**. Disponível em:  
[https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV073\\_MD4\\_SA\\_2\\_ID8633\\_13102017225009.pdf](https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA_2_ID8633_13102017225009.pdf). Acesso em: 24 jul. 2019.