

O USO DE OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: UMA ABORDAGEM QUANTITATIVA

Lara Gabrielly Alves Pereira¹

Edilson Leite da Silva²

¹Licenciando em Química pela CFP/UFCG, Aurora/CE, Brasil, glaraby545@gmail.com

²Professor da UACEN/CFP/UFCG, edilson.leite@professor.ufcg.edu.br

RESUMO

O ensino de Química em geral, mais especificamente alguns conteúdos como Química Orgânica, enfrenta desafios relacionados à abstração dos conceitos e à predominância de métodos tradicionais, focados na memorização. Diante disso, torna-se essencial a utilização de ferramentas pedagógicas digitais que tornem o aprendizado mais dinâmico, interativo e contextualizado. Este artigo tem como objetivo verificar os Objetos Virtuais de Aprendizagem disponíveis nos Repositórios de Objetos Virtuais de Aprendizagem — PhET Colorado, NOAS e Atividades Educativas — voltados para o ensino de Química Orgânica. Os resultados evidenciam a existência de 266 objetos relacionados à Química de forma geral, porém apenas 13 destinados à Química Orgânica. Conclui-se que, embora os Objetos Virtuais de Aprendizagem apresentem grande potencial para o ensino de Química Orgânica, a oferta ainda é limitada, indicando a necessidade de desenvolvimento de novos recursos digitais que contribuam para uma aprendizagem mais significativa, interativa e conectada ao cotidiano dos estudantes.

Palavras-chave: Objetos Virtuais de Aprendizagem. Química Orgânica. Repositório.

1 Introdução

A Química é uma ciência que está em constante evolução, assim como a sociedade. Os cientistas se empenham cada vez mais em novas descobertas e inovações que surgem paralelamente aos avanços sociais. O ensino dessa ciência, especialmente no ensino médio, tem sido pauta de discussões em instâncias parlamentares, voltadas à melhoria da educação. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o aprendizado de Química pelos alunos de ensino médio demanda que eles compreendam conceitos relacionados à sua realidade, e que possam contribuir para a construção de um conhecimento científico de forma ampla e contextualizada. (Brasil, 2002).

A Química Orgânica é uma subárea da Química que estuda os compostos de carbono e está fortemente presente no cotidiano, desde os alimentos consumidos até os combustíveis utilizados nos meios de transportes. Sua importância é notável em diversas áreas, como na produção de medicamentos, produtos de limpeza, cosméticos, polímeros, entre outros.

Apesar da sua importância, o ensino da Química Orgânica apresenta alguns desafios durante seu processo de ensino aprendizagem. Nos dias de hoje, o alunado ainda se encontra diante de métodos de transmissão de conteúdos tradicionais, focados na memorização e reprodução, sem um embasamento com o cotidiano, mesmo sendo um conteúdo presente nele. Outro aspecto que contribui para essa dificuldade é a abstração de alguns conceitos, como as funções orgânicas, um assunto no qual os alunos precisam utilizar sua capacidade de pensar sobre ideias que não são concretas.

Diante do exposto, é notório que a compreensão do aluno é afetada devido a essas limitações causadas pelo método de ensino tradicional ainda predominante. Dessa forma, torna-se crucial a utilização de ferramentas como, Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA), que favoreçam na capacidade de compreensão e raciocínio sobre conceitos complexos que não estão ligados diretamente a experiências concretas.

Segundo Machado (2013), a civilização material da humanidade não se caracteriza apenas pelos objetos tecnológicos que são fabricados, mas principalmente pelas ações humanas, que ao longo do tempo, tornam-se tradição e eficazes. Partindo dessa ideia, as ferramentas tecnológicas, como os OVA, não devem ser vistas somente como objetos fabricados e substituídos conforme surgem novos, mas como frutos das ações humanas geradas pelos professores e alunos que contribuem de forma significativa com o processo de ensino-aprendizagem.

Essas ações se consolidam, por exemplo, quando o professor faz uso de jogos educativos, *quizzes*, atividades lúdicas, entre outros recursos, que tornam a aprendizagem mais leve e compreensível, em contraste do que se pode observar dos efeitos da metodologia tradicional. Portanto, verifica-se que os OVA, geram ações humanas, e são essas ações as responsáveis pelas contribuições positivas e eficazes para o ensino.

Dessa forma, esta pesquisa se justifica pois possibilita a verificação de Objetos Virtuais de Aprendizagem utilizados como Recursos Educacionais Digitais para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Química Orgânica. Para tal, na pesquisa os procedimentos metodológicos ocorreram em etapas, sendo a primeira uma pesquisa bibliográfica e exploratória com o objetivo de analisar os conteúdos abordados no ensino da Química Orgânica, para isso foram consultados livros, artigos acadêmicos e sites que tratam desse assunto. Em seguida, realizou-se uma pesquisa quantitativa nos referidos repositórios de

objetos virtuais de aprendizagem, com o intuito de analisar a quantidade de OVA disponíveis para o ensino de Química Orgânica.

Para Andrade (2010), a pesquisa bibliográfica constitui uma etapa preliminar para as atividades acadêmicas, uma vez que delimita o tema base da pesquisa. Fonseca (2002, p.32) reforça que a pesquisa bibliográfica é realizada:

[...] a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

Para Prodanov e Freitas (2013) as pesquisas exploratórias integram da etapa inicial de um estudo, um momento em que se reúnem informações sobre o assunto a ser investigado, delimitando-o por meio de um levantamento bibliográfico, análise de exemplos ou relatos de pessoas com experiências no tema. Assim, esta pesquisa classifica-se como exploratória, com o propósito de identificar por meio de uma pesquisa bibliográfica, como a química orgânica pode ser abordada através dos Objetos Virtuais de Aprendizagem.

Com relação à abordagem qualifica-se como quantitativa, pois a análise foi realizada a partir da coleta de dados de forma numérica nos repositórios já mencionados. Para Fonseca (2002, p.20) “A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.”

Diante do exposto, esta pesquisa objetiva verificar os Objetos Virtuais de Aprendizagem utilizados no ensino de Química Orgânica que estão disponíveis em Repositórios de Objetos Virtuais de Aprendizagem (ROVA), como o PhET Colorado, NOAS, Atividades Educativas.

2 Desenvolvimento

Nesta seção, inicialmente é feita uma breve discussão sobre o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no ensino, como foco na utilização dos Objetos Virtuais de Aprendizagem no processo de ensino e aprendizagem de Química Orgânica. Na sequência são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa conforme o objetivo e procedimentos metodológicos definidos.

2.1 O uso de objetos virtuais de aprendizagem no ensino de química orgânica

O Ensino de Química é considerado de grande relevância para a sociedade, uma vez que essa ciência está presente no cotidiano da comunidade e é fundamental para o avanço em diversas áreas, como a saúde, medicina, agricultura, meio ambiente, entre outros. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a área de Ciências da Natureza, que integra a disciplina de Química, enfatiza que deve promover o desenvolvimento das aprendizagens essenciais que preparem os estudantes para enfrentar desafios contemporâneos, contribuindo para sua educação integral e formação cidadã, (Brasil, 2018). Nesse mesmo sentido, Krasilchik (1988) destaca que o Ensino de Ciências deve contribuir para a formação de cidadãos conscientes, habilitados a compreender e agir sobre questões ambientais e sociais.

Nessa perspectiva, o estudo da Química Orgânica, ramo da Química, apresenta importância para a sociedade, sendo fundamental para o cotidiano das pessoas, pois estuda a composição, a estrutura, as propriedades e reações de compostos que possuem carbono, também conhecidos como compostos orgânicos. Tais substâncias formam a maioria dos seres vivos, sendo consideradas no contexto biológico como a base da vida. Segundo Roque e Silva (2008), por volta de 1850, quando a Química Orgânica se fortaleceu como uma particularidade dentro da Química, a falta de uniformidade nos pesos atômicos, nos nomes e nas fórmulas moleculares dos compostos, além da existência de numerosos isômeros, dificultava a sua interpretação, e consequentemente o avanço da área. Com isso, o surgimento de regras e fórmulas gráficas tornou-se necessário para facilitar tal compreensão.

Entretanto, com o passar dos anos, percebeu-se que os métodos tradicionais de disseminação de conteúdos, comumente utilizados nos primeiros anos da escolaridade, limitam a aprendizagem dos alunos. Isso porque, para que haja uma compreensão dos assuntos abordados, apenas essa forma de transmitir informações não consegue atingir resultados positivos de aprendizagem. Segundo Simomukay (2018) os resultados de aprendizagem podem ser afetados pela compreensão dos alunos, que está diretamente relacionada com as informações e qualidade do diálogo entre professor e aluno através da metodologia abordada na sala de aula.

Como consequência da Revolução Industrial, os avanços tecnológicos surgiram, facilitando a comunicação e a disseminação de informações. A partir do século XXI, esses avanços intensificaram-se e tornaram-se cada vez mais presentes na sociedade. Nesse

contexto, a utilização do desenvolvimento tecnológico nos âmbitos escolares pode proporcionar melhorias no ensino, tornando as aulas mais interativas e dinâmicas para os alunos.

Conforme Sousa, Moita e Carvalho (2011) destacam que a escola atual é fruto da era industrial, planejada para ensinar as pessoas para viver e trabalhar conforme às novas condições de formação de indivíduos. Com isso, os autores concluem que a escola necessita “se reconstruir” para manter-se como estabelecimento de ensino. Para tal objetivo, é importante que o professor se aposse de uma variedade de conhecimentos provenientes das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), para serem aplicadas nas práticas metodológicas.

Para Valente (2014, p.145) as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação apresentam relevância na educação:

[...] podem ser utilizadas na busca da informação de que o aprendiz necessita. Elas apresentam um dos mais eficientes recursos tanto para a busca, quanto para o acesso à informação, tornando possível utilizar sofisticados mecanismos de busca que permitem encontrar, de modo muito rápido, a informação existente em banco de dados ou na Web.

Dentre as diversas ferramentas tecnológicas, os Objetos Virtuais de Aprendizagem configuram-se como um tipo de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Os OVA são recursos digitais, como, *quizzes*, jogos, simulações, vídeos, textos digitais, ambientes virtuais interativos, entre outros, que apresentem uma finalidade pedagógica, servindo de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem e estando disponíveis nos Repositórios de Objetos Virtuais de Aprendizagem (ROVA). Segundo Mercado (2008), o OVA pode ser utilizado em um contexto definido, como também em contextos semelhantes. Para o autor, essa ferramenta pedagógica, tem o intuito de fragmentar um determinado conteúdo em pequenas partes para que possam ser introduzidos em diversas situações.

A aplicação dos diversos OVA auxiliam no processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais interativo e lúdico, além de estimularem a criatividade e o raciocínio lógico dos estudantes. Essas ferramentas apresentam enorme potencialidade na educação, pois os conteúdos abordados são transmitidos de forma compreensível e significativa para os alunos. Nesse sentido, Spinelli (2007, p.7) define o OVA como:

[...] é um recurso digital reutilizável que auxilia na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimula o desenvolvimento de capacidades pessoais, como por exemplo, imaginação e criatividade. Dessa forma, um objeto virtual de aprendizagem pode tanto contemplar um único conceito quanto englobar todo o corpo de uma teoria. Pode ainda compor um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando apenas

determinado aspecto do conteúdo envolvido, ou formando, com exclusividade, a metodologia adotada para determinado trabalho.

Os OVA são disponibilizados de diferentes formas e lugares na Internet, dependendo de como foram desenvolvidos e do público-alvo, sendo o mais comum nos Repositórios de Objetos Virtuais de Aprendizagem. Nesse contexto, para McGreal (2007) os ROVA são bancos de dados criados para organizar, armazenar ou permitir o compartilhamento de objetos de aprendizagem. Conforme o autor, eles podem ser classificados em três tipos: repositório, que armazenam diretamente os objetos educacionais; referatórios, que apenas catalogam os objetos através de links que direcionam para outros sites; e sistemas híbridos, que combinam as duas funções, armazenando os objetos e referenciando outros por meio de links.

Diante do exposto até então, verifica-se que os OVA pela sua abrangência conceitual, variedade de tipos e facilidade de acesso, apresentam uma enorme capacidade de contribuição para o ensino de Química Orgânica. Essa área da Química apresenta em sua maioria conceitos abstratos, especialmente no ensino médio, que exigem imaginação, raciocínio lógico e interpretação simbólica, o que pode dificultar o processo de aprendizagem por parte dos alunos. Com isso, a utilização de OVA como jogos e simulações, entre outros, faz-se importante para tornar os conceitos mais concretos e significativos.

2.2 Resultados e discussões

Conforme o objetivo da pesquisa, verificou-se os Objetos Virtuais de Aprendizagem disponíveis nos repositórios PhET Colorado, NOAS e Atividades Educativas, que podem ser utilizados no ensino de Química Orgânica. O PhET Colorado, NOAS e Atividades Educativas são exemplos de ROVA gratuitos disponibilizados na internet.

Nesta pesquisa, inclui-se o PhEt Colorado como o ROVA, visto que disponibiliza simulações para os níveis de ensino fundamental I e II, médio e superior, permitindo analisar conceitos científicos de forma visual e interativa. Como mostra a figura 1, o PhEt Colorado disponibiliza apenas simulações, que são organizadas na página inicial por seções pelas áreas de Física, Matemática & Estatística, Química, Terra & Espaço e Biologia, áreas pelas quais é possível fazer um filtro inicial ao buscar por OVA no projeto, a partir da sua página principal.

Figura 1 - Seções de simulações por áreas no PhEt Colorado



Fonte: PhEt Colorado (2025, *online*). Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/ acesso em: 01 set. 25.

Considerando o objetivo da pesquisa, clicou-se na área de Química, que está subdividido em Química Geral e Química Quântica. Em seguida utilizou-se o filtro para selecionar o nível de escolaridade desejado, o ensino médio. Os OVA voltados para o ensino médio na área de química, estão distribuídos em Química Geral (26) e Química Quântica (5), conforme apresentado no Quadro 1. Após a análise dos OVA, verificou-se que com ênfase no conteúdo de química orgânica especificamente, o PhEt Colorado não disponibiliza objetos de aprendizagem, entretanto, um recurso (1) disponíveis no ROVA podem auxiliar no ensino desse conteúdo, que é Monte uma Molécula.

Nesta pesquisa, integrou-se também o Núcleo de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Significativa (NOAS), uma plataforma *online* que apresenta a missão de desenvolver softwares educacionais inovadores, com o objetivo de tornar os alunos participantes ativos nas aulas. A página inicial do NOAS apresenta na parte superior a divisão por níveis de ensino, são eles, Educação Infantil, Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio e Ensino Superior, como mostra na figura 2.

Figura -2. Divisão por níveis de ensino no NOAS



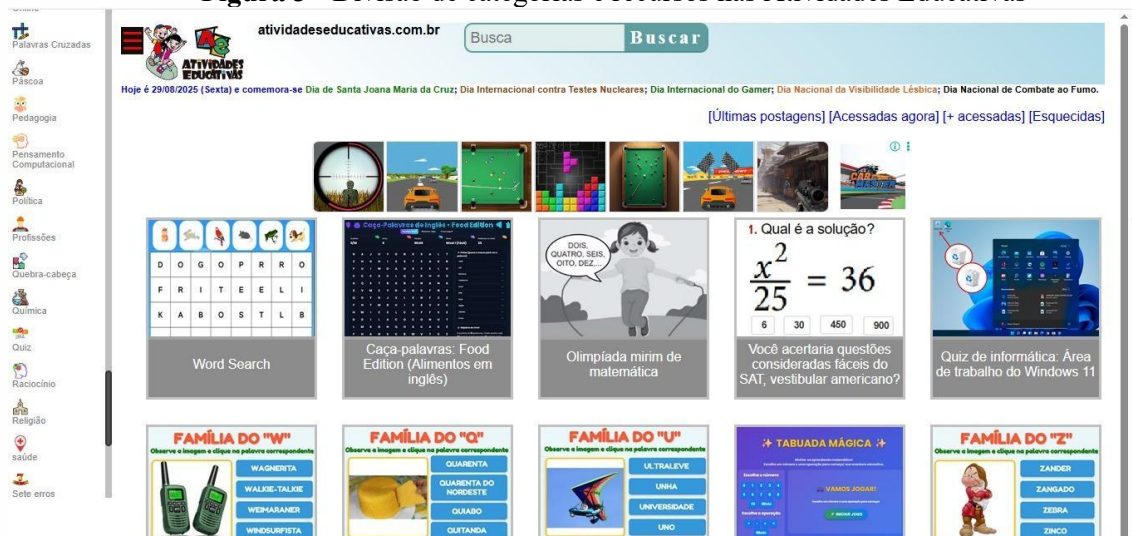
Fonte: NOAS (2025, *online*). Disponível em: <https://www.noas.com.br> acesso em: 01 set. 25.

Em conformidade com o objetivo da pesquisa, selecionou-se o Ensino Médio, que está subdividido nas disciplinas de Biologia, Filosofia, Física, Geografia, História, Língua Portuguesa, Matemática e Química. Para esta análise, clicou-se na área de Química, que apresenta as subáreas Química Geral, Físico-Química, Química Orgânica, Bioquímica, Reações Inorgânicas, Tabela Periódica e Estudo dos Gases.

Os OVA voltados para o ensino de química, estão organizados nas subáreas mencionadas acima da seguinte forma: Química Geral (19), Físico-Química (25), Química Orgânica (3), Bioquímica (1), Reações Inorgânicas (1), Tabela Periódica (1) e Estudo dos Gases (1), como mostra no Quadro 1. Após as observações, constatou-se que os OVA classificados como de química orgânica não exploram adequadamente essa subárea, mas sim conteúdos voltados à radioatividade.

Nesta análise, incluiu-se também as Atividades Educativas que funcionam como uma plataforma *online* com recursos de aprendizagem, especialmente para atividades lúdicas, como jogos e *quizzes* para diversas áreas educacionais e profissionais. Como mostra a figura 3, a página inicial apresenta no lado esquerdo, um menu em coluna vertical que funciona como atalho para categorias e tipos de recursos. Para esta pesquisa, clicou-se na área de química, que disponibiliza 184 atividades distribuídas de forma aleatória.

Figura 3 - Divisão de categorias e recursos nas Atividades Educativas



Fonte: Atividade Educativas (2025, online). Disponível em: <https://www.atividadeseducativas.com.br> acesso em: 01 set. 25.

Conforme o objetivo da pesquisa, clicou-se na área de Química, que disponibiliza 184 atividades distribuídas de forma aleatória. No entanto, os OVA voltados para o ensino de Química podem ser agrupados nas seguintes áreas: Química Geral (132), Físico-Química (16), Química Orgânica (12), Bioquímica (11) e Química Inorgânica (10), conforme apresentado no Quadro 1. Dentre os 184 OVA, 3 não se enquadram em nenhuma disciplina de Química por se tratar apenas de jogos sem conteúdo didático.

Quadro 1 – Quantitativo dos OVA entrados nos três ROVA

ROVA	Quantidade geral	Assuntos	Química Orgânica
PhEt Colorado	31	Química Geral (26) e Química Quântica (5)	1
NOAS	51	Química Geral (19), Físico-Química (25), Química Orgânica (3), Bioquímica (1), Reações Inorgânicas (1), Tabela Periódica (1) e Estudo dos Gases (1)	0
Atividades Educativas	184	Química Geral (131), Físico-Química (16), Química Orgânica (13), Bioquímica (11) e Química Inorgânica (10)	13

Fonte: próprios autores com dados da pesquisa (2025)

Nesse sentido, de forma geral, o OVA Monte uma Molécula disponibilizado pelo PhEt Colorado consiste em uma simulação que possibilita a abordagem de conteúdos de química orgânica como a fórmula estrutural plana. Nessa atividade o aluno pode montar diversas moléculas, compreendendo sua estrutura e os tipos de ligações que as constituem.

O quadro 2 apresenta a quantidade de OVA identificados e os conteúdos de química orgânica trabalhados em cada um deles. Além disso, observa-se que os OVA disponíveis em Atividade Educativas contemplam diferentes estilos, como jogos e atividades explicativas, abordando funções orgânicas, estrutura molecular, nomenclatura, reações orgânicas e saponificação, conforme mostra o quadro 2. Dessa forma, tais recursos possibilitam a exploração de conceitos de maneira interativa e conectada ao cotidiano do estudante.

Quadro 2 – OVA e conteúdos de química orgânica

ROVA	Nome do OVA	Principal(is) assunto(s)
PhEt Colorado	Monte uma Molécula	Fórmula estrutural plana
Atividades Educativas	Objeto de estudo- De volta às origens	Funções orgânicas
Atividades Educativas	Compostos Orgânicos	Nomenclatura dos compostos orgânicos
Atividades Educativas	Composição química dos alimentos	Funções orgânicas
Atividades Educativas	Biodiesel	Funções orgânicas
Atividades Educativas	Combustíveis renováveis: energia limpa	Compostos orgânicos
Atividades Educativas	Uso de compostos orgânicos no cotidiano	Funções orgânicas e nomenclatura
Atividades Educativas	Álcool e direção	Funções orgânicas
Atividades Educativas	Carboidratos	Estrutura molecular e funções orgânicas
Atividades Educativas	Roupa suja	Funções orgânicas, reações orgânicas e saponificação
Atividades Educativas	Comprando composto orgânico no supermercado	Funções orgânicas e nomenclatura
Atividades Educativas	Biodiesel	Compostos orgânicos
Atividades Educativas	Descobrimos petróleo: combinação maluca	Compostos orgânicos

Fonte: próprios autores com dados da pesquisa (2025)

Após a análise de dados realizada nos três ROVAS, observa-se que há um número considerável de OVA para a disciplina de química, totalizando 266 objetos de vários tipos como simulações, jogos e apresentações interativas. Por outro lado, a área de química orgânica apresenta uma limitação significativa, com apenas 13 objetos identificados. Diante

dessa constatação, evidencia-se a necessidade de ampliar o desenvolvimento de OVA voltados para o ensino de química orgânica.

3 Considerações finais

Os Objetos Virtuais de Aprendizagem apresentam-se em diferentes formatos e abordagens, com facilidade de acesso e potencial para auxiliar na abordagem dos conteúdos de Química. A utilização desses recursos favorece a aproximação entre professores e alunos, contribuindo de forma significativa para o processo de ensino-aprendizagem.

O PhEt Colorado, Atividades Educativas e NOAS disponibilizam ao todo 266 OVA para o ensino de Química, os quais podem ser classificados de acordo com os diferentes conteúdos da disciplina. Destaca-se a Química Geral com 176 objetos, representando mais da metade do total, seguida da Físico-Química, com 41 objetos, e da Química Orgânica com 13. As demais áreas da química apresentam de 10 ou menos objetos.

A presente pesquisa contribuiu para quantificar os objetos virtuais de aprendizagem disponíveis em três ROVA de forma geral destacando os voltados para Química Orgânica, proposta da pesquisa. Levando em consideração os dados obtidos, percebe-se que a quantidade de OVA destinados à Química Orgânica ainda é limitada, o que evidencia a importância do desenvolvimento de mais OVA para essa área, com o objetivo de proporcionar aos alunos mais opções de recursos educacionais digitais que auxilia no processo de ensino aprendizagem desse conteúdo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. São Paulo, SP: Atlas, 2010. Disponível em: <https://dokumen.pub/introducao-a-metodologia-do-trabalho-cientifico-elaboracao-de-trabalhos-na-graduaao-9788522458561-9788522478392.html>. Acesso em: 05 jul. 2025
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2025.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio – Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 29 mai. 2025.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- KRASILCHIK, Myriam. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, v. 7, n. 40, p. 55–60, out./dez. 1988. Disponível em:

<https://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/download/2044/1783>. Acesso em: 1 jun. 2025

MACHADO, Lucília Regina de Souza. Saberes tecnológicos, teoria da atividade e processos pedagógicos. *Trabalho & Educação*, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 77–93, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/trabedu/article/view/8933>. Acesso em: 23 maio 2025.

MCGREAL, Rory. A typology of learning objects repositories. In: Adelsberg, H. et al. (orgs.). **Handbook on information technologies for education and training**. New York. Springer Berlin Heidelberg, 2007.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo (org.). Explorando objetos virtuais de aprendizagem na área de física, química, biologia e matemática com professores do ensino médio. **Maceió: Gráfica**, 2008. ISBN 978-85-6099-514-1. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1348>. Acesso em: 14 jun. 2025.

ROQUE, N.; SILVA, A. P. C. da. A representação gráfica de compostos orgânicos: uma abordagem histórico-filosófica. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1270–1277, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/b4nKFbZSwDVNcfB6cxXRdPP/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

SIMOMUKAY, Elton. Experiência na construção pedagógica de bots para o ensino de química. *Revista RELVA*, Juara/MT, v. 6, n. 2, p. 149–160, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/relva/article/view/3404/2721>. Acesso em: 7 jun. 2025.

SOUSA, Robson Pequeno de; MOITA, Filomena da M. C. da S. C.; CARVALHO, Ana Beatriz Gomes (org.). *Tecnologias digitais na educação* EDUEPB, 2011. 276 p. **SciELO Livros**. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247.pdf>.

Acesso em: 10 jun. 2025.

SPINELLI, Walter. **Aprendizagem matemática em contextos significativos: objetos virtuais e percursos temáticos**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Acesso em: 18 jun. 2025.

VALENTE, José Armando. A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. *Revista UNIFESO – Humanas e Sociais*, vol. 1, n. 1, pp. 141-166, 2014. Disponível em:

<https://revista.unifeso.edu.br/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/view/17>.

Acesso em: 11 jun. 2025