

Tecnologias Digitais no Ensino de Química: Uma Breve Revisão das Categorias e Ferramentas Disponíveis

Digital Technologies in Chemistry Teaching: A Brief Review of the Available Categories and Tools

Luan D. de Souza,^{a,*} Bárbara V. Silva,^a Waldmir N. Araujo Neto,^a Michelle J. C. Rezende^a

^a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Cidade Universitária, CT, Bloco A, CEP 21941-909, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)

*E-mail: luan.duarte@pos.ig.ufrj.br

Recebido: 28 de Março de 2021

Aceito: 28 de Março de 2021

Publicado online: 8 de Junho de 2021

Advancements in digital information and communication technology has promoted transformations in several sectors of our society, including the educational area. For this reason, teaching methodologies need to be increasingly related to technology. In addition, emergency crisis situations (such as the current COVID-19 pandemic) have brought about drastic changes in the way we act, live, and teach-learn. In this sense, new educational approaches are being researched, developed and implemented, in an attempt to adapt education to incessant advances and global changes. Thus, in order to make a brief review, and at the same time to indicate paths for research or use of technological resources in teaching, this article reports, even in a modest way, some of the tools that can be used for teaching chemistry – at the different levels and educational modalities of this science.

Keywords: ICTs/DICTs; educational resources; technological tools; chemistry teaching; COVID-19

1. Introdução

Os avanços que transcorreram na última década no campo das tecnologias e as apropriações dessas mudanças nos meios de comunicação promoveram transformações na sociedade em escala global. Nos tornamos mais conectados, e de certa forma dependentes dessas tecnologias que, até poucas décadas atrás, sequer existiam.

Alguns setores sofreram influência direta ou indireta desses avanços, como por exemplo: as indústrias, empresas de diferentes ramos, as telecomunicações, instituições governamentais, grupos sociais, e também a educação. Hoje em dia, o ambiente escolar apresenta cada vez mais recursos que podem ser usados para complementar o chamado modelo tradicional de educação – que durante décadas foi baseado apenas no uso do quadro, giz, voz do professor e do livro didático.¹

Assim, existe uma evidente necessidade de maior envolvimento entre as áreas tecnológica e educacional, visto que a relação entre educação e tecnologia é presente em quase todos os estudos que avaliam o contexto do ensino-aprendizagem.² Além disso, a própria Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB),³ bem como demais textos normativos ou de apoio educacional desenvolvidos nos últimos anos, apontam que a educação deve abranger os processos formativos que visam o pleno desenvolvimento do educando para a vida, e que este faça uso das tecnologias disponíveis de forma significativa, com o intuito de utilizar das diferentes mídias e recursos digitais, tanto nos contextos educacionais quanto na vida cotidiana, para compreender seu papel com o desenvolvimento social e tecnológico.^{4,5}

Dessa forma, em uma sociedade cada vez mais atrelada à tecnologia e dependente das redes de informação e comunicação, é imprescindível que os modelos vigentes de ensino propiciem a instrução necessária para que o cidadão se sinta adequadamente inserido na coletividade.¹ Com isso, a educação (em suas diferentes modalidades de oferta), procura articular elementos e formas de uso das tecnologias atualmente disponíveis de forma adequada. Ainda assim, as instituições de ensino de diversos níveis e lugares do Brasil lidam de diferentes maneiras com a aplicação desses recursos.

Além disso, situações emergenciais e crises globais podem influenciar drasticamente os rumos de nossa sociedade, e consequentemente os da educação, de forma que se torna necessário desenvolver rapidamente novas medidas educacionais ou adaptar os métodos usuais. O exemplo mais atual disso é a pandemia de COVID-19 (causada pelo denominado *Coronavírus*, ou *SARS-CoV-2*), que afetou diversos países, incluindo o Brasil, e causou uma súbita mudança no modelo tradicional de ensino-aprendizagem. No contexto nacional, várias

instituições e educadores tiveram de adaptar suas práticas pedagógicas repentinamente, e de forma drástica. E em relação à Química, a aplicação de novas estratégias de pesquisa e atividades laboratoriais se tornaram necessárias, bem como o desenvolvimento remoto dessas, no ensino em cursos de graduação e pós-graduação.⁶⁻⁸

Neste sentido, novas metodologias educacionais vêm sendo pesquisadas, desenvolvidas e implementadas, na tentativa de adequar a educação aos avanços tecnológicos incessantes e mudanças no quadro educacional global. E isso vem modificando a docência, tanto no Ensino Básico quanto nas universidades. Assim, as chamadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) ou Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) são hoje praticamente essenciais nas sociedades modernas, e bastante úteis – tanto nas salas de aula quanto nos demais espaços, presenciais ou *online*.^{1,9,10} Há muita oferta de recursos e ferramentas, mas sua apropriação depende, dentre outros fatores, do contexto escolar. Além disso, ainda é necessário apoiar a formação inicial e continuada de professores quanto ao debate sobre o uso das tecnologias na educação, e com isso também criar condições e alternativas ao modelo tradicional de ensino.

- **Digital:** Em termos tecnológicos, a palavra digital se refere à informação que foi convertida em dígitos numéricos (0 e 1). Digitalizar uma informação consiste em traduzi-la em números. Os códigos gerados, embora ilegíveis para nós, são traduzidos em textos, imagens e áudios, que podem ser acessados em diversos dispositivos.¹¹

Recursos como computador pessoal (*Personal Computer*, ou PC), projetores ou transmissores de imagens e vídeos, reprodutores de áudio (como músicas e arquivos de mídia sonora), e a chamada multimídia, já são constantemente empregados nos diversos níveis de ensino, público ou particular. Dentre os “multimeios”, o computador (de modo geral) é o que passa a exercer um papel preponderante na aquisição de novos conhecimentos, por ser um despertador em potencial de estímulos multissensoriais.^{1,12}

- **Multimídia:** O significado do termo multimídia consiste na capacidade de transmitir informações através de mais de um meio sensorial. Isto é, aguçar a percepção de diferentes sentidos por meio da combinação entre imagens, sons, textos, gráficos, animações e simulações, a fim de promover um determinado efeito.¹²

Além disso, a evolução tecnológica tornou o uso de outros dispositivos eletrônicos portáteis cada vez mais frequente, tanto nos meios sociais quanto educacionais. De forma que estes aparelhos deixaram de servir apenas para a comunicação, divertimento ou distração, e passaram a fazer parte, de maneira quase onipresente, do espaço escolar ou das residências, invadindo as mãos de alunos e professores. Por isso, muitas instituições de ensino vêm buscando soluções tecnológicas que melhorem ou complementem o ambiente educacional e contribuam efetivamente para o aprendizado dos alunos, tornando o ensino atrativo, estimulando a curiosidade e motivando os estudos.^{1,13}

Um dos recursos muito utilizados atualmente (e que praticamente faz parte do cotidiano) é a rede mundial de computadores (*World Wide Web*, ou simplesmente *Web*; ou ainda, *WWW*) – popularmente conhecida como internet. Tanto docentes quanto discentes fazem uso constante de dispositivos que possibilitam o acesso à informação disponível nessa rede. E uma das potencialidades da comunicação através da *Web* encontra-se na utilização da enorme quantidade de dados disponíveis, tornando-a uma rica fonte para obtenção de informações que podem estabelecer novas relações de produção do conhecimento.^{1,14}

Diversos recursos tecnológicos, mídias interativas, estratégias didáticas e abordagens metodológicas estão disponíveis na internet e acessíveis através de *sites* e *hiperlinks*. Estes podem ser usados por professores e alunos durante o processo educacional, desde que adequados à realidade do ensino-aprendizagem e ao seu objetivo. É importante ressaltar que o docente deve focar na explicação dos conceitos por trás da ferramenta, e não apenas utilizá-las como mera ilustração do tema abordado ou como forma de entretenimento na aula.^{1,14}

- **Sites:** Os *sites*, ou sítios, são endereços *Web* que identificam unicamente conteúdos disponíveis neste espaço. As URL (*Uniform Resource Locator*, localizador uniforme de recursos) dos *sites*, também chamados de *links* (vínculos) ou *hiperlinks* (sinônimo do anterior), normalmente iniciam-se por “http://” (sigla para *Hyper Text Transfer Protocol*, protocolo de transferência de hipertexto) seguidos de combinações alfanuméricas separadas por ponto.¹⁴

É vasta a bibliografia sobre cada abordagem ou ferramenta que pode ser usada, os conceitos teóricos envolvidos e os resultados obtidos no uso de cada uma delas. Além disso, por ser uma temática emergente, o uso das TICs/TDICs na educação se tornou uma crescente fonte de pesquisas e publicações em periódicos nacionais e internacionais, congressos e eventos, projetos de pesquisa e demais fontes bibliográficas.^{1,10} Dessa forma, o objetivo do presente artigo é apresentar, de forma breve, alguns dos conceitos envolvidos na utilização dos diversos recursos tecnológicos que podem ser empregados em práticas pedagógicas, especialmente no Ensino de Química. Isso, tendo em vista que cada tópico aqui exposto é digno de um amplo e detalhado estudo individual.

2. Tecnologias Digitais no Ensino de Química

2.1. Aparelhos móveis

O uso de aparelhos móveis e os respectivos recursos ligados a estes pode ser uma importante ferramenta para o ensino, de modo geral. Tais dispositivos têm ganhado cada vez mais destaque em nossa sociedade, em diferentes seguimentos que vão além do simples uso da tecnologia como suporte.¹ Por conta de sua constante evolução, a diversidade de aparelhos atualmente no mercado é imensa, e inclui, em linhas gerais,

telefones celulares, *tablets*, *e-readers* (leitores de textos e livros digitais, como os *ebooks*), aparelhos portáteis de áudio, consoles manuais de videogames, entre outros. E esta lista pode ainda sofrer alterações em um futuro próximo.¹⁵

- **Aparelhos Móveis:** De forma ampla, usamos a definição de *aparelhos móveis*, reconhecendo simplesmente que são dispositivos digitais, facilmente portáteis, de propriedade e controle de um indivíduo e não de uma instituição, com capacidade de acesso à internet e aspectos multimídia, e que podem facilitar um grande número de tarefas, particularmente aquelas relacionadas à comunicação.¹⁵

Um volume crescente de evidências sugere que os aparelhos móveis são utilizados por alunos e educadores em todo o mundo para acessar informações diversas, racionalizar e simplificar a administração de tarefas, além de facilitar a aprendizagem de maneira inovadora.¹⁵ Como exemplo das várias vantagens do uso destes aparelhos no ensino pode ser citada a possibilidade da transposição das salas de aula para espaços não-formais (reais ou virtuais), o que traz a viabilidade de realizar as atividades de ensino-aprendizagem em qualquer ambiente, de forma autônoma. Além disso, o fato de termos sempre à mão dispositivos móveis como *smartphones* ou *tablets* nos permite aprender em qualquer lugar e a qualquer hora, concretizando a *mobile learning* (aprendizagem móvel).¹⁶

- **Mobile Learning:** A aprendizagem por meio de dispositivos móveis (aprendizagem móvel, *mobile learning*, ou ainda *M-Learning*) consiste em uma metodologia de ensino baseada no uso dos aparelhos móveis para promover o aprendizado significativo. Esta abordagem é algo relativamente recente, e surgiu por conta do avanço tecnológico, bem como pela presença cada vez mais crescente desses eletrônicos no contexto escolar.¹⁶

A aprendizagem móvel possibilita e facilita a conexão em rede, e fornece quatro qualidades universais que agregam valor aos alunos: ocorre a qualquer hora, em qualquer lugar, ampliam a participação, e o aprendizado personalizado. Além disso, a integração entre educação e elementos multimídia torna o processo de aprendizado mais dinâmico, aumenta a retenção de alunos, e cria ambientes de aprendizado interessantes e interativos.^{17,18}

No contexto do uso desses aparelhos, os *tablets* (dispositivos móveis com conexão sem fio e interface sensível ao toque, ou *touch-screen*, tais como os *smartphones*), quando associados a diferentes aplicativos, têm proporcionado mudanças na forma de nos relacionarmos com a informação e produzir conhecimento, apresentando significativo potencial para transformar a maneira de ensinar e de aprender. Eles proporcionam aos professores e estudantes mobilidade e interface fácil de usar, podendo assim contribuir para implementar diferentes estratégias de ensino-aprendizagem, ampliando as possibilidades de ação e interação entre sujeitos, sujeitos e meio, bem como os processos de colaboração e cooperação.¹⁹

Já os *smartphones* são uma poderosa ferramenta para o Ensino de Química, pois estão presentes nas mãos da

maioria dos estudantes, são de fácil transporte por conta do seu tamanho reduzido (em comparação com outros dispositivos portáteis), e apresentam um número crescente de funcionalidades úteis para a Química, que podem ser obtidas gratuitamente ou por um custo relativamente baixo. Porém, alguns professores evitam utilizar estes aparelhos em sala pelo fato dos estudantes passarem o tempo de aula usando-os como mero entretenimento ou distração, no lugar de aproveitá-los no estudo e nas tarefas escolares. Assim, é recomendado que o professor primeiro exercite como administrar a atenção dos alunos e a utilização dos aparelhos, antes de seu uso como parte da dinâmica da aula. Isso é algo que vai demandar tempo e empenho dos docentes, mas pode ensinar a eles e aos discentes uma forma de entender que existem momentos em que a tecnologia deve ser usada para o aprendizado e outros em que ela pode ser usada como diversão.²⁰

Assim, por meio dos dispositivos móveis, o professor pode empregar os recursos do aparelho que sejam úteis ao Ensino de Química e se adequem aos objetivos de aprendizagem presentes no planejamento do conteúdo. Também pode usar tais aparelhos para se comunicar com seus discentes fora do horário de aula e promover atividades educativas no meio virtual. Dessa forma, a utilização adequada desses recursos em sala (ou fora dela) pode propiciar uma melhoria na aprendizagem, complementar a prática dos docentes e tornar a aula mais atrativa ao aluno, visto que ele estará utilizando a tecnologia, comum em seu cotidiano, para o seu desenvolvimento escolar, além de ser uma abordagem educacional inovadora.¹

2.2. Programas e aplicativos

Uma das formas de complementar o ensino utilizando os aparelhos móveis e sua versatilidade é utilizar *Softwares Educacionais* (SEs, também chamados de programas educativos ou apenas programas) e aplicativos (*applications*, ou *apps*) que possam ser úteis aos objetivos educacionais pretendidos.¹

Em diversos momentos do processo de Ensino de Química é necessário tornar mais visuais os conceitos, modelos e representações-chave para o desenvolvimento cognitivo dos alunos acerca dessa ciência. É nessa perspectiva que os programas e aplicativos se propõem a auxiliar os docentes na construção e representação estrutural de fórmulas químicas e moléculas, entre outras funções úteis. Assim, essas ferramentas são de grande importância por auxiliar na visualização de conceitos químicos (considerados muito abstratos por alguns, e tidos até como “fora do cotidiano” por outros), e ilustrar de forma gráfica estes conhecimentos.^{10,13}

Os SEs caracterizam-se como sendo recursos digitais que podem ser usados e reutilizados como auxílio no processo de aprendizado. Tais recursos podem ser instalados em computadores (que apresentem as configurações necessárias) e possuem mais funções e ferramentas que os aplicativos para dispositivos móveis – porém demandam de mais espaço em memória por conta disso, o que inviabiliza sua instalação em alguns aparelhos portáteis. Já os *apps* podem ser definidos como *softwares* de baixo custo

desenvolvidos para dispositivos móveis, com o objetivo de realizar funcionalidades e tarefas específicas equiparadas a dos programas de computador. Por serem especialmente desenvolvidos para aparelhos portáteis, os *apps* ocupam relativamente pouco espaço de memória e executam funções que os tornam tão úteis quanto sua versão para PC.^{21,22}

São vários os programas e aplicativos que podem ser úteis ao Ensino de Química, possibilitando a visualização de conceitos, principalmente os de difícil abstração, ou para fazer a representação estrutural de moléculas e compostos químicos. Além disso, muitas versões destes recursos podem estar disponíveis para utilização, visto que estão em constante desenvolvimento e atualização. Outros SEs ou *apps* podem simplesmente não existir mais por conta de seus desenvolvedores terem encerrado as atualizações e o *software* não ser mais compatível com os dispositivos atuais. Por isso, é importante buscar recursos que sejam funcionais e estejam disponíveis, além de apresentarem funcionalidades úteis às atividades pedagógicas.¹

Dentre os diversos SEs disponibilizados para o exercício do ensino-aprendizado de Química, encontram-

se o *ChemSketch*,²³ o *BKChem*²⁴ e o *Avogadro*.²⁵ Estes três programas podem ser obtidos de forma gratuita (embora possuam versão paga ou necessitem de cadastro, como é o caso do *ChemSketch*), ser utilizados livremente no ambiente escolar, e contém uma interface compatível com a maioria dos editores de texto e com a internet. Apesar de disponibilizados em inglês, são de fácil manipulação e usabilidade, sendo empregados na realização de diversas tarefas, como as que estão discriminadas no Quadro 1.

O *ChemSketch* se destaca por suas várias funções, e pode ser utilizado para desenhar estruturas químicas, orbitais moleculares, reações químicas e demais objetos de representação usados em Química. Também permite copiar a estrutura criada e colar no programa *Microsoft Word*, sem precisar salvar uma versão neste *software*. Além disso, o programa apresenta um banco de imagens prontas que possui vidrarias básicas de laboratório, projeções de Newman, conjuntos de moléculas (como alcalóides, aminoácidos, esteroides e vitaminas), entre outras (Figura 1). Também é possível transformar estruturas moleculares planas em moléculas em 3D.^{13,21} Outros recursos que merecem menção são: o *ChemDoodle*,²⁶ o *ChemDoodle3D*,²⁷ e o *Jmol/JSmol*.²⁸

Quadro 1. Algumas das funcionalidades e aplicações dos SEs

Funcionalidades	ChemSketch	BKChem	Avogadro
Desenhar moléculas	✓	✓	✓
Representar estruturalmente moléculas e seus diferentes tipos de ligações	✓	✓	✓
Destacar átomos nas moléculas	✓	✓	✓
Otimizar e rotacionar a estrutura da molécula em três dimensões (3D)	✓	✓	✓
Representar reações químicas	✓	✓	x
Obter dados (como nomenclatura, fórmula e massa molar) da molécula	✓	x	x

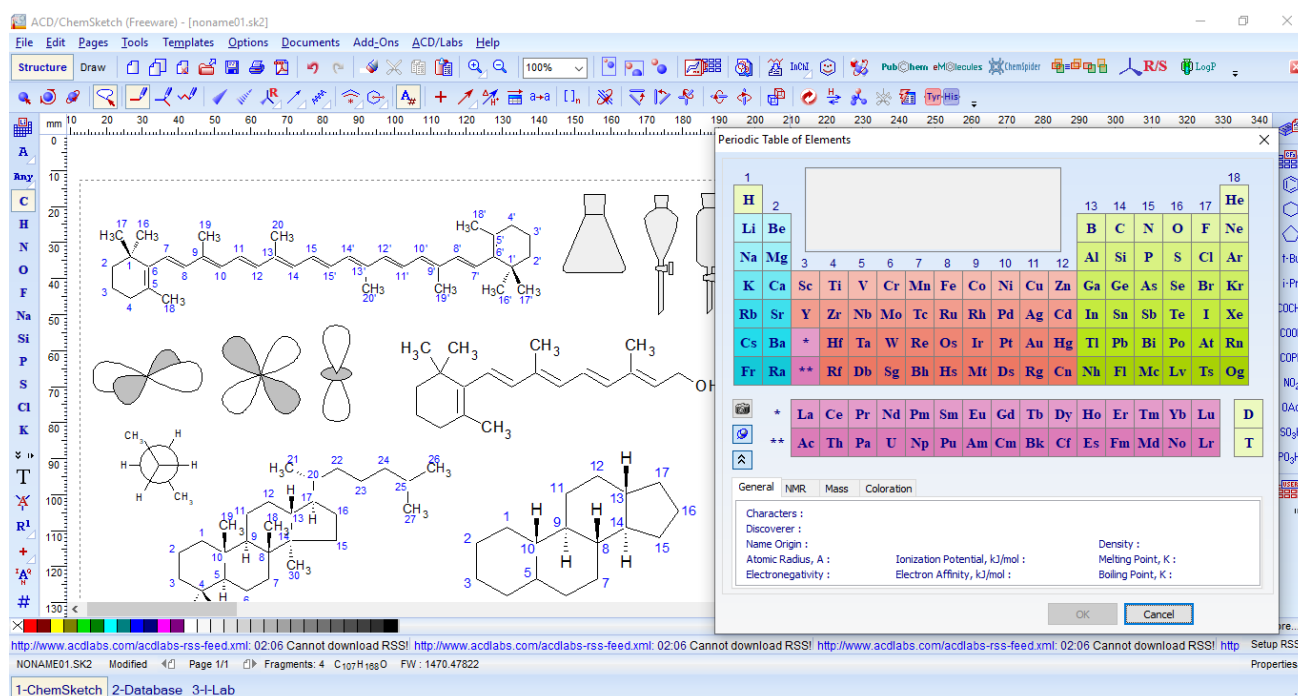


Figura 1. Captura de tela mostrando as funcionalidades do software *ChemSketch*, algumas das estruturas e modelos presentes em seu banco de imagens, além de outros recursos da ferramenta

Além dessas alternativas, existem *softwares* pagos que possuem muitas das funcionalidades descritas anteriormente, e outras que vão além de simples recursos educativos e ilustrativos. Como é o caso do *ChemDraw*²⁹ (muito utilizado em cursos de graduação e pós-graduação), que possui um pacote (ou suíte) de aplicativos com funções que abarcam desde a criação de estruturas químicas à interpretação de dados experimentais (Figura 2). Ou o *Mnova*,³⁰ que é utilizado para a edição e elucidação de dados de espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN). Outros SEs com demais funções, como o *ChemAxon*,³¹ são utilizados por laboratórios de pesquisa e empresas, mas podem ser aplicados no ensino superior, desde que contenham ferramentas úteis ao objetivo educacional.

Também existe um número considerável de aplicativos gratuitos com potencialidades para uso no Ensino de Química,²² compatíveis com diferentes tipos de aparelhos móveis e destinados às mais variadas funções, de modo que fazer um levantamento detalhado, realizar testes ou utilizá-los em aula demanda tempo e planejamento. Uma alternativa a isso é utilizar os *apps* indicados por publicações em periódicos da área, onde podem ser destacados: os trabalhos que relatam a concepção de *Softwares Educacionais*, como o de modelagem molecular *Atomdroid*,³² desenvolvido para dispositivos móveis, que simula moléculas com até 200 átomos e permite a visualização dessas em 3D;³³ textos que descrevem o desenvolvimento e a utilização de *apps*, como o Aplicativo de Reações Químicas Orgânicas (*Organic Chemistry Reaction Application*, OCRA), o qual melhorou significativamente a compreensão dos conceitos de química orgânica pelos alunos que fizeram uso, particularmente para

o tópico mecanismo de reações orgânicas;¹⁸ artigos que trazem levantamentos sobre aplicativos para dispositivos móveis, como por exemplo os *tablets*, oportunos ao Ensino de Química e suas respectivas áreas de aplicação;¹⁹ referências que reportam pesquisas sobre aplicativos com potencial para o Ensino de Química em geral ou por área, como por exemplo *apps* de Química Orgânica;²² e revisões que apresentam uma seleção de recursos variados que podem ser úteis ao Ensino de Química.^{1,9,13,34}

Uma sugestão de prática inovadora no uso de *apps* no Ensino de Química é propor aos alunos que criem, com o auxílio e orientação do professor, uma proposta de aplicativo baseada em algum dos conteúdos de Química, ou alguma temática específica relacionada a um contexto químico do cotidiano – por exemplo, a química dos alimentos. Isso pode ser feito tanto nas universidades quanto nas escolas de nível médio. Para isso, o docente pode fazer uso de iniciativas que viabilizem esta prática, como é o caso da plataforma *Fábrica de Aplicativos*,³⁵ que possui funcionalidades gratuitas e pagas.

Esta proposta pode ser desenvolvida como uma atividade extracurricular dentro ou fora do horário de aula, e envolver tanto os alunos quanto professores de outras disciplinas ou áreas – como Informática, Biologia, Física, etc. Apesar de apresentar custos, tal iniciativa pode fomentar nos participantes o trabalho em equipe e promover aprendizados que vão além dos conceitos químicos, podendo render apresentações em feiras de ciências de nível médio e até publicações acadêmicas.¹

Vale salientar que, independente da ferramenta escolhida (SE ou *app*) ou abordagem empregada, o professor deve elaborar um planejamento adequado da atividade

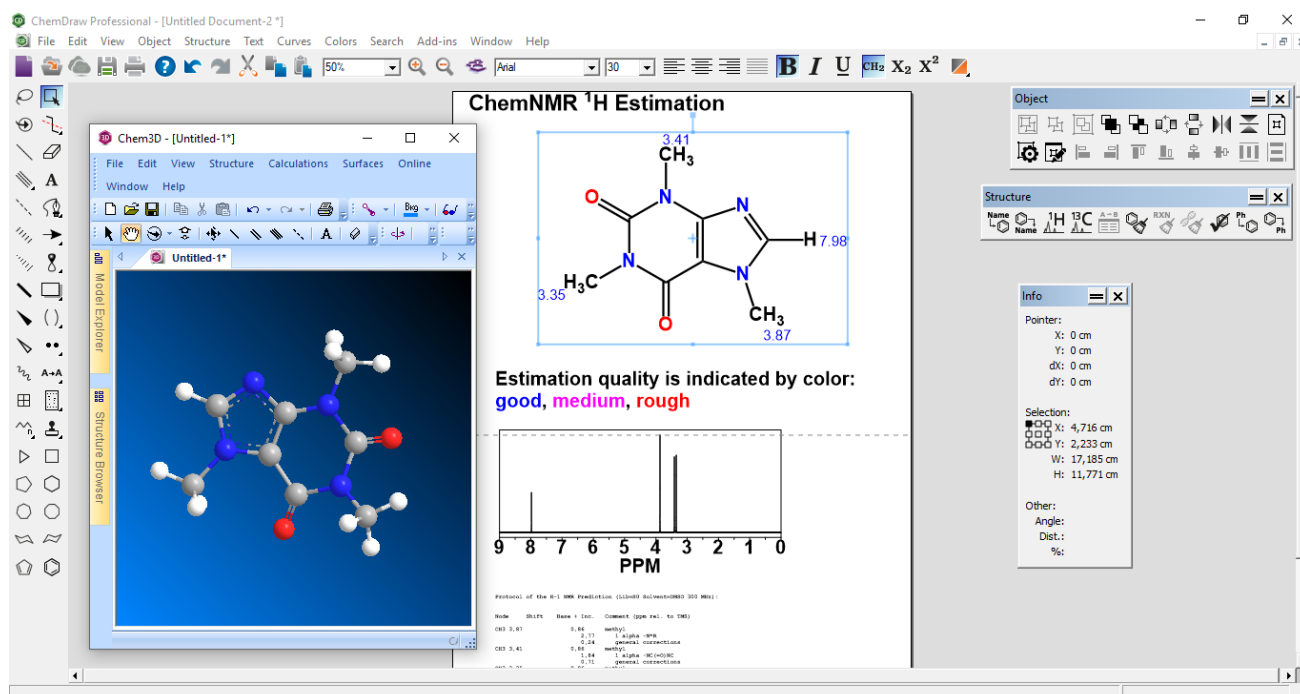


Figura 2. Captura de tela demonstrando algumas funcionalidades do SE *ChemDraw*, juntamente com a ferramenta *Chem3D*, que faz parte do pacote de aplicativos do programa

pedagógica utilizando estes recursos, realizar testes e avaliar previamente se esta proposta se adequa ao ensino pretendido. Também é bom ressaltar que o programa ou aplicativo escolhido para ser utilizado ou desenvolvido não deve ser o foco da aula, e sim um meio para melhor apresentar os conceitos químicos. Ou seja, o docente deve abordar o conteúdo com o apoio da tecnologia para que esta auxilie o aluno a entender o conceito, e não passar parte da aula demonstrando como ela funciona ou apresentando-a como algo alegórico.³⁶

2.3. Sites e endereços web

Os *sites*, bastante empregados em diferentes contextos e para os mais variados desígnios, podem ser úteis no ensino de diversas disciplinas, entre elas a Química, por agrupar em um só endereço *Web* múltiplos conteúdos úteis. As informações disponíveis nestes ambientes virtuais podem ser utilizadas de várias formas, e a quantidade de dados disponíveis na rede por meio de *links* e *hiperlinks* é uma ferramenta poderosa para a melhoria do ensino ou capacitação profissional.¹

A internet permite maior acesso dos indivíduos à informação científica, sendo que seu vasto conteúdo está disponível a todos os estudantes e profissionais da educação a qualquer momento. O domínio da pesquisa bibliográfica complementar via internet diminui o tempo necessário para se obter informação relacionada à Química e amplia a quantidade de informação disponível.^{37,38}

Dependendo de sua finalidade, os *sites* podem reunir informações sobre uma ou várias temáticas, como: entretenimento, notícias, mecanismos/motores de busca na *Web* (como o *Google*³⁹ ou o *Bing*⁴⁰), dicionários virtuais, bancos de dados de recursos *online* (como imagens, áudios, vídeos, artigos científicos, periódicos, etc.), disponibilização de arquivos para *download*, entre outras. Existem também os chamados portais, que são sítios construídos para reunir

e disponibilizar conteúdos de diversas fontes de maneira uniforme. Um portal é um *site* na internet projetado para aglomerar e distribuir conteúdos de várias fontes de maneira uniforme, sendo um ponto de acesso para uma série de outros *sites* ou *subsites*, internamente ou externamente ao domínio ou subdomínio da empresa gestora do portal.⁴¹ A Tabela 1 apresenta alguns endereços *Web* que reúnem materiais digitais gratuitos com finalidades educacionais.

Além disso, alguns endereços *Web* podem agrupar conteúdos de uso geral e informações enciclopédicas reunidas de forma organizada, como é o caso da *Wikipédia*,⁵⁰ a iniciativa baseada em recursos abertos mais conhecida em todo mundo.⁵¹ Ou dispor de um “catálogo” de dados diversos, como os chamados repositórios: *links* que reúnem coleções de arquivos sobre algum recurso digital (textos, imagens, vídeos, etc.), ou ferramentas educacionais (como os *Objetos de Aprendizagem* – OAs).

- **Objetos de Aprendizagem:** Os chamados objetos de aprendizagem (OAs) são recursos (físicos ou digitais) que podem ser utilizados no contexto educacional para promover mudanças ou melhorias no ensino de um determinado conteúdo. Sua principal ideia é fragmentar o conteúdo disciplinar em pequenos trechos que possam ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Em termos tecnológicos, um OA é qualquer recurso digital (imagens, vídeos, jogos, simulações, etc.) que dê suporte ao aprendizado, desde que aplicado como forma de facilitar a construção de conhecimento.¹

O *Banco Internacional de Objetos Educacionais*⁵² é um exemplo de repositório destes recursos, e oferece acesso gratuito a objetos de aprendizagem em vários formatos e em diversas áreas do conhecimento.¹³ Além dele, encontramos diversos outros repositórios, nacionais e internacionais, em uma extensa e detalhada lista presente na *Wikipédia*, contendo uma grande variedade de recursos úteis para o Ensino de Química – e de várias outras áreas.⁵³

Tabela 1. Sítios e endereços *Web* com materiais e recursos úteis ao ensino-aprendizagem em geral

Nome do sítio	Endereço	Breve descrição de características
<i>Acervo EducaRede</i> ⁴²	https://www.aberta.org.br/educarede	<i>Site</i> que faz parte da <i>Iniciativa Educação Aberta</i> , ⁴³ e traz coleções de entrevistas, documentários e arquivos em vídeo.
<i>Portal Brasil Escola</i> ⁴⁴	https://brasilecola.uol.com.br	Endereço que dispõe de conteúdos de nível básico e traz também monografias, materiais para educadores e notícias sobre educação.
<i>Portal do Professor</i> ⁴⁵	http://portaldoprofessor.mec.gov.br	Sítio do Ministério da Educação (MEC) que possui planos de aula, recursos multimídia e demais materiais úteis para docentes de todas as áreas, além de notícias e outros informes.
<i>Portal Domínio Público</i> ⁴⁶	http://www.dominiopublico.gov.br	Uma biblioteca virtual do Governo Federal que traz obras completas de autores nacionais e internacionais, além de outros recursos de acesso livre.
<i>Portal eduCAPES</i> ⁴⁷	https://educapes.capes.gov.br	<i>Site</i> da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que engloba diversos recursos educacionais abertos, alguns construídos como produto de pesquisas acadêmicas em ensino.
<i>Portal Mundo Educação</i> ⁴⁸	https://mundoeducacao.uol.com.br	Um endereço que apresenta conteúdos de nível fundamental e médio, além de questões de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).
<i>TodaMatéria</i> ⁴⁹	https://www.todamateria.com.br	Um sítio que possui conteúdos de nível médio de diversas áreas, além de questões, exercícios e outros materiais.

Em alguns dos endereços *Web* abordados anteriormente existem páginas (também chamadas de abas) específicas para a Química ou conteúdos relacionados com esta ciência. Porém, esses sítios são de uso geral e trazem informações multidisciplinares. Por conta dos diversos tipos e das várias possibilidades de utilização, o número de *sites* disponíveis na rede é gigantesco, de modo que selecionar endereços relacionados especificamente ao Ensino de Química não é uma tarefa fácil. Além disso, a internet contém uma enorme quantidade de informação relacionada à Química, contudo, possui problemas de confiabilidade da informação disponibilizada e de mudança de endereços de alguns sítios – o que pode dificultar ainda mais a seleção de materiais disponíveis na rede.^{37,38}

Utilizando uma ferramenta de busca na *Web* (*Google*) para pesquisar sobre sítios relacionados especificamente à Química, constatou-se a existência de vários *sites* que podem ser úteis para o Ensino de Química no nível médio e superior. Além de muitos endereços *Web* e páginas de professores particulares ou escolas, universidades públicas ou particulares, programas de pós-graduação, vários arquivos de vídeo ou aulas *online*, listas de conteúdos, relatórios, dicas de estudo para alunos do Ensino Médio, entre outras informações que fogem dos objetivos pretendidos. Também, várias outras informações desnecessárias, como anúncios e assuntos não relacionados, apareceram nos resultados. Em outras palavras, o volume de informações disponível na rede sobre esta ciência é consideravelmente elevado, mas não é bem organizado. Isso reforça o dito sobre a dificuldade de se encontrar materiais disponíveis que sejam úteis para professores ou mesmo alunos do ensino superior.^{37,38}

Além do problema supracitado, existe a questão da qualidade do conteúdo acessado. De modo que é preciso estar atento à confiabilidade da fonte, ou seja, quando, onde e por quem foi produzido o conjunto de informações que se está examinando.^{14,37} Também o fato de alguns *sites* não estarem mais disponíveis para acesso, mesmo aparecendo nos resultados da pesquisa. Assim, a Tabela 2 traz uma breve descrição sobre alguns endereços encontrados que podem ser úteis para professores/alunos do Ensino Médio e discentes/docentes da área da Química.

Os ambientes listados na Tabela 2 possuem algumas características em comum, como: *links* para outros *sites* e redes sociais, conteúdos didáticos de níveis básico e/ou superior, direcionamento para repositórios ou *download* de programas e aplicativos, além de agrupar grande quantidade de informações úteis.

Muitos deles (*A Graça da Química*,⁵⁴ *AllChem*,⁵⁵ *Chemkeys*,⁵⁶ *Manual da Química*,⁶² *QuiFácil*,⁶⁵ *Química Sem Segredos*⁶⁸ e *Só Química*⁶⁹) trazem conteúdos autorais com tópicos de Química que seguem a ementa desta disciplina conforme é ministrada no Ensino Médio, além de notícias, curiosidades e assuntos gerais. Outros (*e-Química*⁵⁸ e *Quimidex*⁶⁶) apresentam materiais de nível superior de cursos ou disciplinas de graduação ou pós-graduação relevantes para alunos desses níveis, e materiais

educacionais para uso por professores, além da divulgação de eventos e projetos.

Nos *sites* com conteúdos autorais de nível básico, a maioria dos materiais didáticos acessados faz pouco ou nenhum uso de tecnologias nos textos elaborados, e apresenta como multimídias alguns dos tipos mais comumente utilizados no ensino tradicional, especialmente figuras e vídeos, além da parte textual. Em outros sítios, alguns materiais fazem uso de simulações e outros recursos relevantes ao ensino superior, além de aulas em vídeo e materiais de estudo para *download*.

Os endereços *Covalência* (Figura 3),⁵⁷ *LabVirt*,⁵⁹ *LDSE*⁶⁰ e *LEUTEQ*⁶¹ apresentam recursos didáticos úteis para professores e alunos de graduação e pós-graduação em Ensino de Química, por se tratar de páginas de projetos de pesquisa educacionais. Sendo que: o primeiro tem como proposta a colaboração, e oferece recursos didáticos que visam facilitar o trabalho dos docentes e discentes de Química na hora de elaborar suas aulas ou atividades pedagógicas, reunindo e disponibilizando diversos OAs em um só ambiente, e também fornecendo conteúdos na área de Química Orgânica em uma abordagem acessível e contextualizada, aplicada ao cotidiano do aluno do Ensino Médio; o segundo apresenta simulações, vídeos e recursos multimídia diversos, bastante úteis ao ensino; o terceiro traz vários SEs e aplicativos didáticos inovadores desenvolvidos pelos pesquisadores envolvidos na proposta; e o último reúne diversos objetos educacionais relacionados com o uso de tecnologias no Ensino de Química, e apresenta *links* para *download* dos mesmos, e de outros programas e *apps* relevantes usando esses recursos. Em todos os citados, existem trabalhos acadêmicos disponíveis para acesso e que abordam os resultados obtidos pelos grupos de pesquisa. O *LEUTEQ* e o *Covalência* se destacam pela abordagem de recursos tecnológicos em geral e prestam um ótimo trabalho na indicação de ferramentas para professores e pesquisadores em ensino, enquanto o *LabVirt* e o *LDSE* apresentam excelentes exemplos de trabalhos e criações nacionais inovadores no desenvolvimento de tecnologias didáticas para a Química.

Os sítios *QuiD+*⁶⁴ e *Química Nova Interativa*⁶⁷ (*QNInt*) são gerenciados pela SBQ e podem ser acessados pela página deste órgão. O primeiro endereço apresenta recursos e materiais de nível médio de excelente qualidade, muitos deles desenvolvidos para o evento do Ano Internacional da Química (AIQ, que ocorreu em 2011 e teve grande mobilização de instituições nacionais e internacionais^{71,72}), como forma de divulgação científica e popularização desta área, e que foram construídos de maneira lúdica e interativa, na intenção de tornar a Química mais atrativa para alunos do Ensino Médio. Já o segundo *site* é direcionado para professores e pesquisadores da área de ensino e reúne informações, simulações, curiosidades, práticas e artigos acadêmicos dos periódicos da SBQ. Ambos são excelentes iniciativas nacionais de divulgação e disponibilização de práticas educacionais e conteúdos didáticos.

Tabela 2. Sítios e endereços *Web* com materiais e recursos úteis ao ensino-aprendizagem de Química

Nome do sítio	Endereço	Breve descrição de características
<i>A Graça da Química</i> ⁵⁴	http://agracadaquimica.com.br	<i>Site</i> que apresenta alguns conteúdos de Química de nível médio e também curiosidades, temas de História da Química, jogos, simulações e outras informações.
<i>AllChem</i> ⁵⁵	http://allchemistry.iq.usp.br	Um dos primeiros <i>sites</i> direcionados à Química no Brasil, desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP), reúne notícias, <i>links</i> , publicações, conteúdos e demais informações relativas à área.
<i>Chemkeys</i> ⁵⁶	http://chemkeys.com/br	<i>Site</i> com materiais didáticos e textos de referência, publicados apenas após uma avaliação, direcionados para educadores ou graduandos em Química.
<i>Covalência</i> ⁵⁷	https://www.covalencia.org	Projeto que visa compartilhar recursos didáticos diversos com professores de Química e estudantes de licenciatura ou pós-graduação. Possui também materiais autorais de nível médio na área de Química Orgânica, construídos com OAs diversos.
<i>e-Química</i> ⁵⁸	http://www.e-quimica.iq.unesp.br	<i>Site</i> acadêmico com materiais direcionados para estudantes de graduação em Química. Apresenta vídeos, simulações, animações, materiais para <i>download</i> , notícias e <i>links</i> para outros sítios úteis.
<i>LabVirt</i> ⁵⁹	http://www.labvirt.fe.usp.br	Página do Laboratório Didático Virtual desenvolvido pela USP, reunindo as simulações concebidas no projeto e também notícias, <i>links</i> para outros <i>sites</i> e outras informações.
<i>LDSE</i> ⁶⁰	http://www.ldse.ufc.br	Página do Laboratório de Design de Softwares Educacionais (LDSE) da Universidade Federal do Ceará (UFC), que disponibiliza jogos, SEs e <i>apps</i> criados pelo grupo de pesquisa, além de artigos publicados sobre essas ferramentas.
<i>LEUTEQ</i> ⁶¹	http://www.leuteq.ufrpe.br	<i>Site</i> do Laboratório para Educação Ubíqua e Tecnológica no Ensino de Química (LEUTEQ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), que apresenta diversas ferramentas e recursos úteis para docentes e discentes de Química.
<i>Manual da Química</i> ⁶²	https://www.manualdaquimica.com	Portal com conteúdos de Química de nível médio que traz informações e temáticas relacionadas à Química, aulas em vídeo e notícias diversas.
<i>Ptable</i> ⁶³	https://ptable.com	Tabela Periódica interativa com informações completas sobre os elementos químicos e com <i>links</i> para informações gerais na enciclopédia virtual <i>Wikipédia</i> .
<i>Quid+</i> ⁶⁴	http://quid.s bq.org.br	<i>Site</i> infanto-juvenil da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), com conteúdos de Química de nível médio, além de animações, jogos, entrevistas, curiosidades, livros e materiais para <i>download</i> , entre outras informações úteis.
<i>QuiFácil</i> ⁶⁵	https://www.quifacil.com.br	<i>Site</i> que possui materiais úteis para estudantes do Ensino Médio como aulas, listas de exercício, questões do Enem/Vestibulares, informações e curiosidades, além de <i>links</i> para outros endereços.
<i>Quimindex</i> ⁶⁶	https://quimindex.ufsc.br	Página do Laboratório de Ensino, Pesquisa e Divulgação da Ciência da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que traz ambientes temáticos, oficinas, publicações, notícias e outras informações úteis para o Ensino de Química.
<i>Química Nova Interativa</i> ⁶⁷	http://qnint.s bq.org.br	<i>Site</i> da SBQ que apresenta artigos da Revista Química Nova na Escola (QNEsc), informações sobre moléculas, pesquisas educacionais, simulações, animações e diversos materiais úteis para professores e estudantes de Química.
<i>Química Sem Segredos</i> ⁶⁸	http://quimicasemsegredos.com	<i>Site</i> com conteúdo de química de nível médio com algumas resoluções de exercícios e questões do Enem/Vestibulares.
<i>Só Química</i> ⁶⁹	https://www.soq.com.br	Portal sobre a Química que traz conteúdos de nível fundamental e médio, curiosidades, temas de História da Química, jogos, exercícios, simulados <i>online</i> e outras informações.
<i>Tabela Periódica.org</i> ⁷⁰	https://www.tabelaperiodica.org	Endereço que traz uma Tabela Periódica com informações detalhadas sobre os elementos químicos, e com demonstrações dos conteúdos em vídeos, imagens e textos, além de notícias e informações diversas.

Tendo em vista que para acessar tais endereços e seus conteúdos é necessário ter em mente o tipo de material que se deseja utilizar ou a qualidade das informações disponíveis, além da ferramenta ou abordagem didática que se pretende trabalhar, é importante que o pesquisador saiba ao menos de forma básica realizar uma pesquisa qualitativa na internet. Além disso, ele deve tomar o cuidado de “filtrar” cuidadosamente as opções que aparecem em sua busca, por mais refinada que esta seja, para evitar utilizar recursos com fontes de informação duvidosa.

Neste sentido, existem boas opções de *sites* nacionais que podem ser úteis ao ensino-aprendizagem de Química.

Porém estes se encontram bastantes dispersos ou demandam de um mínimo conhecimento sobre pesquisa bibliográfica e seleção de conteúdos confiáveis para que sejam selecionados recursos, materiais didáticos, OAs, conteúdos instrucionais e demais informações relevantes ao professor ou discente. Por isso, é recomendada a consulta e utilização dos endereços descritos na Tabela 1 para assuntos em geral e da Tabela 2 para os conteúdos de Química. E em especial, os sítios que reúnem diversos recursos úteis em um só endereço.

Por fim, existem *sites* internacionais de alto padrão de informações e com uma ótima organização, como: o *Education*,⁷³ da *Royal Society of Chemistry*,⁷⁴ que traz



Figura 3. Página inicial do endereço *Covalência*, que apresenta recursos para professores e alunos de Química dos diversos níveis de ensino

conteúdos de nível fundamental, médio e superior, para uso docente ou discente, e oferece suporte para professores cadastrados, além de um espaço para publicações; o *Gold Book*,⁷⁵ da União Internacional de Química Pura e Aplicada (*International Union of Pure and Applied Chemistry*,⁷⁶ IUPAC), que permite o acesso a um compêndio de nomenclaturas e terminologias químicas

atualizadas; também o endereço *Chem4Kids* (Figura 4),⁷⁷ que é destinado ao público infantil, mas com conteúdos de Química básica de uso geral e que apresenta esta ciência de forma divertida e lúdica; e o sítio lusitano *A Química das Coisas*,⁷⁸ da Universidade de Aveiro, que traz informações e curiosidades do dia a dia que podem ser ótimos temas para contextualizar a Química com o cotidiano dos alunos.

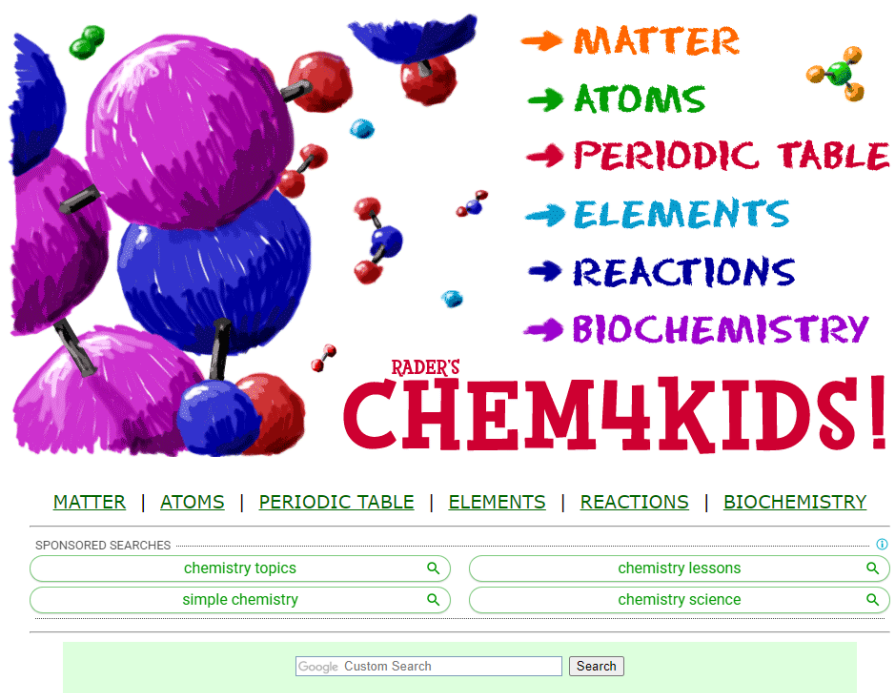


Figura 4. Página inicial do endereço *Chem4Kids*, que traz conteúdos de Química de nível fundamental e médio apresentados de forma lúdica

2.4. Blogs

Os *blogs* podem ser utilizados como recurso para o professor disponibilizar suas aulas e atividades, fazer um diário das práticas desenvolvidas em sala, ou mesmo informar os alunos sobre as tarefas da sua disciplina.

- **Blogs:** A palavra *blog* é uma abreviação de *weblog*, que significa basicamente “registro eletrônico na internet”. Em um *blog* os registros, ou “postagens” de conteúdo, aparecem em uma ordem cronológica inversa, isto é, do mais recente ao mais antigo, e exigem apenas alguns conhecimentos básicos de informática para que o usuário faça uso dos teores ali disponíveis.⁷⁹

O que distingue o *blog* de um *site* convencional é a facilidade com que se pode fazer registros para a sua atualização, o que o torna muito mais dinâmico e mais simples do que os *sites*, pois sua manutenção é apoiada pela organização automática das mensagens pelo sistema, que permite a inserção de novos textos sem a dificuldade de atualização de um *sítio* tradicional.⁷⁹ Além disso, a facilidade de criação e utilização dos *blogs* permite que alunos também desenvolvam um registro de suas próprias atividades e criem seus próprios espaços pessoais na rede.

Os *blogs* também podem ser utilizados no meio acadêmico para a formação inicial e continuada de professores.⁸⁰ Pois sua função como instrumento de suporte em atividades pedagógicas (como por exemplo o estágio supervisionado) permite tanto a troca de informações e percepções entre os alunos sobre a vivência nesse período quanto a prestação mútua de auxílio na resolução de questões a ele pertinentes. Além disso, os *blogs* fomentam a comunicação entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem,

desencadeando reflexões sobre os assuntos abordados em sala de aula, possibilitam um compartilhamento das ideias dos discentes sobre as temáticas abordadas, e favorecem as intervenções docentes no sentido de conduzir a construção do conhecimento.⁸¹

Assim como ocorre com os *sites*, existem vários *blogs* disponíveis na internet, o que dificulta a seleção de endereços úteis para finalidades educacionais. Felizmente, alguns ambientes virtuais, similares aos portais, agrupam *blogs* por conteúdos ou apontam os que se destacam por qualidade do material abordado e informações relevantes, como é o caso do *Blogs de Ciência*⁸² (Figura 5) e do *Science Blogs*,⁸³ que reúnem vários *blogs* e publicações sobre ciências, entre elas a Química. Além disso, os *sítios Clube da Química*,⁸⁴ *Em Síntese*,⁸⁵ *Ensino de Química*,⁸⁶ *Ensino Virtual de Química*,⁸⁷ *Histórias das Ciências* (interdisciplinar),⁸⁸ *Pesquisas de Química*,⁸⁹ *Química Ensinada*,⁹⁰ *Química Periódica*,⁹¹ *Quimilokos*⁹² e *Simplesmente Química*⁹³ merecem ser citados, alguns por conta de seu pioneirismo e tempo na rede, por apresentar conteúdos diversos relacionados à Química. Existem também diversos *blogs* atuais, muitos deles criados para funcionar como um relato de práticas em sala de aula ou projetos desenvolvidos. Como é o caso do *blog Química para Todos*,⁹⁴ que descreve vivências e experiências sobre inclusão escolar e Ensino de Química para alunos com necessidades educativas especiais.⁹⁵

Vale lembrar que antes de utilizar um *blog* em seus estudos, suas aulas ou recomendar para seus alunos, é essencial que o professor faça uma análise crítica dos conteúdos disponíveis, as fontes de informação e a qualidade do material apresentado. Também é importante orientar os alunos com relação a essa questão, para que aprendam a selecionar melhor os conteúdos que encontram na rede.



Figura 5. Página inicial do endereço *Blogs de Ciência*, que reúne e recomenda diversos *blogs* e conteúdos relacionados com as áreas científicas

2.5. Redes sociais

As redes sociais são espaços *online* que também podem ser usados no Ensino de Química, embora sua maior utilização pelos usuários seja para lazer e entretenimento. Existem diversos tipos de redes sociais, como os *blogs* anteriormente citados, e outros que serão comentados nas seções 2.10 e 2.11.

Existe uma relação entre os *blogs* (bem como outros endereços *Web*) e as redes sociais, visto que estas são muito utilizadas hoje em dia, tanto por alunos quanto por professores. As redes exercem o papel de divulgar e difundir informações em pequenos textos (chamados de postagens ou *posts*), e estes fazem um *link* para o conteúdo completo ou informações na íntegra que são apresentados nos *blogs*, *sites* e etc. Com isso, essas ferramentas estão se tornando cada vez mais comuns quanto à difusão do conhecimento.⁹⁶

As redes sociais representam uma nova tendência de partilhar contatos, informações, vivências, experiências e conhecimentos. O *Facebook*⁹⁷ é uma das redes sociais mais utilizadas em todo o mundo para interagir socialmente. Esta interação surge essencialmente pelos comentários e diálogos entre os perfis pessoais dos usuários, pela participação destes em grupos de discussão, ou pelo uso de aplicativos e jogos, entre outras funções presentes nesta rede. É um espaço de encontro, partilha, discussão de ideias e diversas informações.⁹⁸ Também o *Instagram*,⁹⁹ bastante popular atualmente, pode ser uma rede usual bastante interessante para a divulgação de conteúdos, interação *online*, compartilhamento de informações, entre outras funções. Além disso, outras redes (como o *Twitter*,¹⁰⁰ o *LinkedIn*,¹⁰¹ e etc.) podem ser usadas como forma de promover a interação entre o docente e seus alunos.¹⁰² Do mesmo modo, estes espaços podem ser usados para a divulgação de atividades educacionais desenvolvidas (em sala ou demais ambientes), por meio da capacidade de fazerem um *hiperlink* entre os *posts* compartilhados na rede e endereços externos (como *sites*, *blogs*, outras redes, etc.). Também permitem a utilização de aplicativos para a conversa (*chat*, ou popularmente chamados de *apps* de bate-papo) entre os usuários, em tempo real.

- **Chats:** Os *chats* são ferramentas para atividades de comunicação viabilizadas por aplicativos de mensagens instantâneas, nas quais se pode promover a interação em tempo real entre os membros de uma comunidade virtual. Em diversos *sites*, redes sociais ou mesmo aplicativos diversos, existe a função *chat* ou *fórum*, que possibilita abrir espaços *online* (popularmente chamados de *salas de bate-papo*), onde pode ocorrer diálogos diversos entre os participantes.¹⁰³

Em resumo, as redes sociais são um ótimo meio de divulgação de atividades ou de interação entre o professor e seus alunos, dentro ou fora do espaço de sala de aula. Também podem servir como meio de atrair a atenção dos estudantes, visto que estes estão cada vez mais conectados

às redes. Porém, assim como na utilização dos aparelhos móveis em aula, recomenda-se que o educador utilize esta ferramenta com cautela, sabendo administrar a atenção dos discentes entre o uso do recurso para o lazer e a sua função pedagógica, para que ele se torne um aliado, e não um “vilão”.

2.6. Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) são espaços desenvolvidos com o objetivo de promover a veiculação e interação de conhecimentos e usuários (semelhante às redes sociais), porém o foco específico é a educação. AVAs podem ser usados no ensino para complementar os conteúdos passados em sala, empregando recursos *online* voltados especialmente para esta finalidade, ou podem ser aplicados para cursos completos ministrados de forma virtual.

- **Ambientes Virtuais de Aprendizagem:** Os AVAs são chamados de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (*Learning Management Systems*, LMS). São *softwares* projetados para atuarem como salas de aula virtuais e têm como características o gerenciamento de integrantes, relatório de acesso e atividades, promoção da interação entre os participantes, publicação de conteúdos, entre outras funções.¹⁰⁴

Os AVAs são bastante utilizados na Educação à Distância (EaD), sendo um ponto chave na aprendizagem desta modalidade de ensino e em cursos semipresenciais, pois representam uma forma dinâmica e estruturada de estabelecer novos vínculos de aprendizado.¹³ Nessas ferramentas destacam-se as interatividades síncronas e as assíncronas, sendo que: as síncronas são as que permitem a participação de alunos e professores em eventos marcados, com horários específicos, via internet, a exemplo dos *chats*; e as assíncronas podem ocorrer em qualquer dia ou horário, desde que tenham uma data limite para a conclusão.¹⁰⁴ Por conta disso, várias iniciativas (públicas e privadas) desenvolvem ambientes virtuais ou plataformas para a criação destes espaços *online*.¹³

- **Educação à Distância:** A Educação à Distância (EaD) se caracteriza como uma modalidade educacional onde a mediação pedagógica nos processos de ensino-aprendizagem ocorre com a utilização das TICs/TDICs, com estudantes e professores desenvolvendo atividades de aprendizagem em lugares ou tempos diversos. Essa característica confere a necessidade de se estabelecer a redução das distâncias por meio da presença virtual, de modo que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados de forma satisfatória.¹⁰⁵

A ferramenta AVA mais utilizada para este fim é o *Moodle*¹⁰⁶ (acrônimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*), um *software* livre, de apoio à aprendizagem, executado num ambiente virtual, amplamente utilizado nas universidades brasileiras, mas praticamente inacessível para o professor das escolas

públicas. Diversos outros AVAs mereceriam semelhante destaque, como o *e-Proinfo*¹⁰⁷ (do MEC), o *TelEduc*¹⁰⁸ (da Universidade do Estado de Campinas, UNICAMP), o *Blackboard*,¹⁰⁹ o *Schoology*,¹¹⁰ entre outros. Nos ambientes citados, é possível criar um cadastro e utilizar a plataforma para desenvolver atividades didáticas dentro do espaço de cada uma, sendo que o professor pode criar cursos, disciplinas, módulos, e etc., e o aluno (que também precisa se cadastrar) vai ter acesso aos recursos disponibilizados. Entretanto, esses AVAs padecem de certa burocratização de acesso – em relação à realidade de nossas escolas.¹³

O *Moodle* permite a criação de AVAs personalizados, sendo que o interessado precisa utilizar o *software* desenvolvido pelo projeto e, a partir deste, construir seu próprio ambiente. Um dos motivos para a pouca utilização do *Moodle* por professores de escolas públicas é o fato de ser necessário um relativo conhecimento de informática ou do auxílio de profissionais da área para executar esta tarefa. Algumas escolas particulares e instituições federais ou de ensino superior, que dispõem de recursos e pessoal para isso, desenvolvem seus próprios AVAs usando esta plataforma. É o caso: do Colégio Pedro II, que dispõe de um ambiente EaD da própria instituição para utilização por parte de funcionários e discentes, além de permitir o acesso de visitantes (após cadastro);¹¹¹ da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que possui um ambiente para seus cursos presenciais (onde os professores podem passar atividades extra aula para os alunos) e semipresenciais (que necessitam do espaço *online* para a realização de parte de sua carga horária);¹¹² e da USP, que possui o ambiente *e-Disciplinas*,¹¹³ que disponibiliza materiais de graduação e pós-graduação que podem ser acessados por qualquer pessoa – vinculada ou não a instituição. Embora sejam diferentes visual

e funcionalmente, os três ambientes citados foram construídos utilizando o mesmo recurso – o *Moodle*.

Uma alternativa viável para professores que não dispõem de tempo nem possuem os conhecimentos necessários para criar seu próprio ambiente virtual seria a utilização de AVAs já existentes, gratuitos, e de fácil acesso, como o *Edmodo* (Figura 6).¹¹⁴ Esta ferramenta é o que podemos designar como uma plataforma “amigável”, gratuita, segura e de fácil acesso, com um *design* bastante atrativo, e que permite dar resposta à heterogeneidade de alunos que constituem as turmas das escolas, incluindo os alunos com necessidades educativas especiais. Nela é possível partilhar experiências pedagógicas com outros professores de qualquer canto do mundo, formar e/ou pertencer a grupos de discussão, criar grupos e subgrupos fechados de alunos através de inscrição com uma chave de acesso cedida pelos professores/administradores, que detêm total controle sobre tudo o que é colocado, solicitar e agendar eventos e tarefas, postar *links*, acompanhar o trabalho dos alunos, dar-lhes um *feedback* (retorno) das tarefas executadas, avaliar e classificar propostas de trabalho, interagir de forma síncrona e/ou assíncrona com alunos e colegas de profissão e, ainda, comunicar-se com os pais e/ou tutores. Além de disponibilizar arquivos de diversos formatos, criar formulários de perguntas com diferentes padrões de resposta, fazer enquetes, etc. O aplicativo disponibiliza gratuitamente diversas formas de avaliar as atividades realizadas pelos alunos e uma área para o acompanhamento do progresso geral. O *Edmodo* apresenta uma característica que o torna vantajoso em relação a outros AVAs disponíveis: sua familiaridade com a já mencionada rede social *Facebook*. Isso pode facilitar a aceitação e uso desta ferramenta por parte dos alunos.^{13,115}

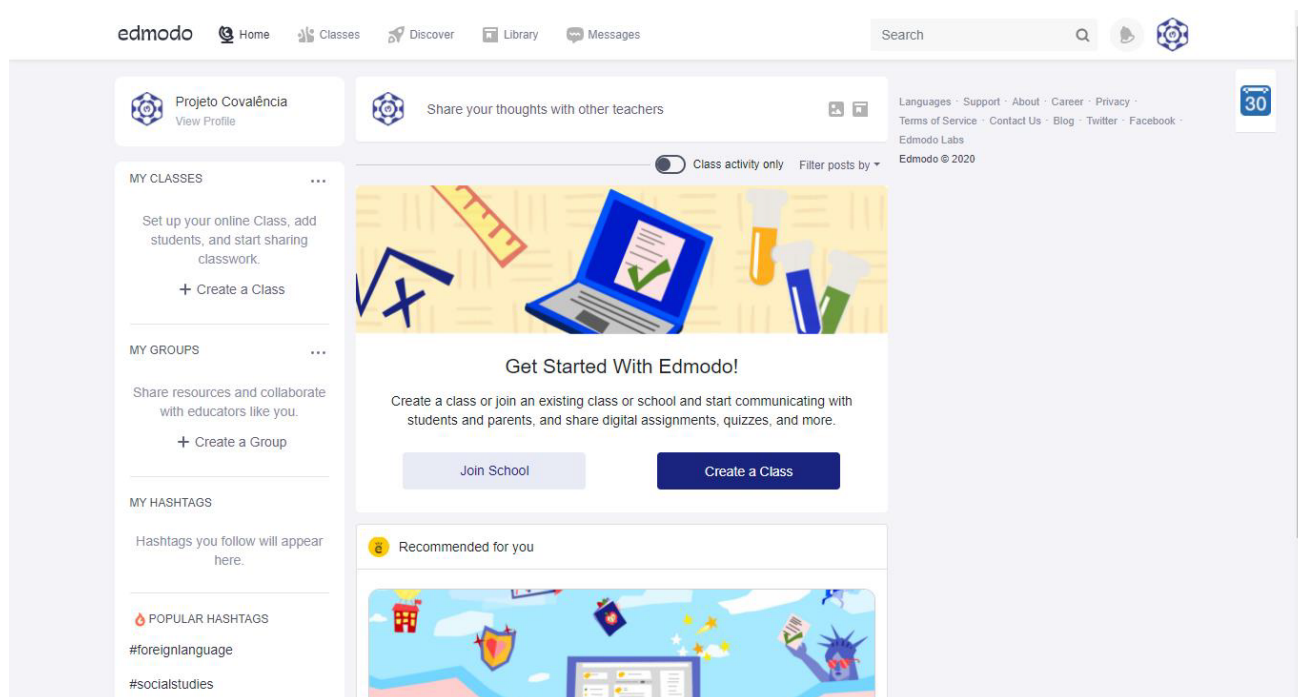


Figura 6. Captura de tela mostrando a aparência de um perfil no AVA *Edmodo*, além de algumas das funcionalidades disponíveis

Assim, os AVAs podem ser uma ótima ferramenta para os docentes administrarem suas atividades fora das salas de aula, disponibilizando conteúdos, notas, informes, atividades avaliativas e demais tarefas, visto que tais espaços se caracterizam e se diferenciam de outros ambientes educacionais porque eles têm uma dinâmica própria para utilização pedagógica, orientada no sentido de estabelecerem metas para o aluno.¹⁰⁴

2.7. Periódicos online

Artigos e publicações em periódicos nacionais e internacionais são uma excelente fonte de informações online sobre tendências educacionais, ferramentas para o Ensino de Química, bem como conceitos e fundamentos teóricos atualizados.¹ A busca sistemática de informações científicas é uma atividade indispensável, e fornece uma visão global sobre o estado da arte referente ao campo de atuação abordado. Também, permite ao pesquisador obter uma noção clara sobre a influência de sua pesquisa no desenvolvimento do referido campo. Além disso, evita a realização de atividades de pesquisa já desenvolvidas.³⁸

No contexto educacional do Brasil, as publicações da Sociedade Brasileira de Química assumem lugar de destaque na utilização por parte de professores e alunos, tanto nos cursos de graduação e pós-graduação, quanto nas escolas. As revistas *Journal of the Brazilian Chemical Society* (JBCS), Química Nova (QN), Química Nova na Escola e Revista Virtual de Química (RVq), que tem avançado em artigos com conteúdos de ensino e pesquisa na área da Química, ocupam uma posição privilegiada, sendo alguns dos meios

de busca mais utilizados para a pesquisa e leitura de textos, proporcionando a divulgação de informações importantes para estudantes no decorrer da sua formação, de docentes na utilização de materiais em suas aulas, e para a sociedade em geral.^{116,117} Todos esses periódicos podem ser encontrados e acessados facilmente pelo endereço *PubliSBQ* (Figura 7),¹¹⁸ órgão da SBQ destinado a atividades de difusão científica, técnica, de interesse didático e de divulgação de notícias. Este *site* funciona como um portal que inclui um mecanismo de indexação e busca específico nesses periódicos – e em demais boletins e informes eletrônicos da entidade.

Um dos possíveis motivos da preferência por estes periódicos nacionais é a fácil leitura, devido ao fato dos textos serem transcritos em português e serem de livre acesso. Além disso, o acesso às informações presentes em trabalhos acadêmicos e artigos científicos é um meio de familiarizar-se com realidades que descrevem: problemas, dificuldades, melhorias, mudanças, etc. A leitura desses textos pode enriquecer o leitor e proporcionar discussão e análise crítica do assunto. Assim, artigos de publicações nacionais podem ser priorizados por certos pesquisadores por favorecer o planejamento com base no contexto educacional do nosso país.¹¹⁹

Adicionalmente à pesquisa em periódicos educacionais nacionais, a consulta a artigos de revistas internacionais é muito importante e recomendada, sejam elas de livre acesso ou não, visto que podem trazer pesquisas ou práticas que são recentes ou que ainda não são trabalhadas nas escolas brasileiras.^{120,121} Alguns periódicos sugeridos estão apresentados no Quadro 2. Os respectivos *links* se encontram na lista de referências.



Figura 7. Página inicial do endereço *PubliSBQ*, que indexa os principais periódicos da SBQ, e traz *links* para os demais sítios da entidade (como o portal *QNInt* e o *site QuD+*), além de outras informações

Quadro 2. Algumas sugestões de periódicos internacionais para a pesquisa acadêmica ou educacional

Periódicos	
<i>Chemistry Education Research and Practice</i> ¹²²	<i>Journal of Science Education and Technology</i> ¹³⁰
<i>Computers & Education</i> ¹²³	<i>Problems of Education in the 21 st Century</i> ¹³¹
<i>Education in Chemistry</i> ¹²⁴	<i>Research in Science Education</i> ¹³²
<i>Educational and Training Technology International</i> ¹²⁵	<i>Review of Educational Research</i> ¹³³
<i>Educational Technology Research and Development</i> ¹²⁶	<i>Review of Research in Education</i> ¹³⁴
<i>International Journal of Science Education</i> ¹²⁷	<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> ¹³⁵
<i>Journal of Chemical Education</i> ¹²⁸	<i>Science & Education</i> ¹³⁶
<i>Journal of Research in Science Teaching</i> ¹²⁹	<i>Studies in Science Education</i> ¹³⁷

Alguns dos periódicos listados só são acessíveis por meio de assinatura, o que pode inviabilizar sua utilização por parte de professores e alunos. Nesses casos, é recomendado o uso do *Portal de Periódicos*¹³⁸ da CAPES, que disponibiliza conteúdos gratuitos e assinaturas de revistas científicas internacionais, desde que o pesquisador tenha vínculo com alguma instituição de ensino com autorização de acesso *online* a esse serviço. As centenas de instituições cadastradas na iniciativa, pertencentes a todos os estados do país, possuem acesso livre aos serviços disponíveis na plataforma.^{38,138}

Para realizar pesquisas acadêmicas, é importante que o professor ou aluno saiba utilizar corretamente as ferramentas de busca, a fim de obter melhores resultados e minimizar a ocorrência de informações ou fontes bibliográficas desnecessárias.³⁸ Para tanto, algumas recomendações são:

- ✓ Fazer a escolha correta das palavras-chave, o que constitui uma parte fundamental do processo. Pois o uso de palavras-chave muito abrangentes (por exemplo, “biodiesel”) pode dificultar o levantamento bibliográfico, com exceção de áreas de pesquisa pouco exploradas;
- ✓ Fazer uso de operadores booleanos (como “e”, “ou”, etc.) aliado a palavras mais restritivas (por exemplo “biodiesel e catalisadores”; “biodiesel e catálise heterogênea”);
- ✓ Fazer a utilização de frases exatas – ou trechos, desde que sejam curtos.
- ✓ Ter certo conhecimento dos termos técnicos em inglês, que é fundamental, visto que as informações científicas são divulgadas principalmente em língua inglesa.

Dessa forma, é recomendada a pesquisa bibliográfica nos periódicos citados acima ou demais bibliografias da área, realizada de forma adequada, para fazer um bom planejamento da atividade a ser executada, buscar subsídios teóricos para melhorar a prática pedagógica, ou para capacitação acadêmica e profissional.

2.8. Bases de dados

Assim como os periódicos, as bases de dados podem ser utilizadas para buscar referências para as atividades pedagógicas e demais informações de interesse do pesquisador. E oferecem a vantagem de reunir várias revistas

e publicações diversas indexadas em um só endereço (como acontece no já referido sítio da *PubliSBQ*).

Recomenda-se a utilização de algumas das bases de dados que foram encontradas durante esta revisão bibliográfica, que podem ser usadas como fonte de informação para a Química (de caráter científico “duro”), para o Ensino de Química, ou para pesquisas diversas.³⁸ São elas: *Scopus*,¹³⁹ *Science Direct*¹⁴⁰ e *Web of Science*¹⁴¹, recomendadas para buscas multidisciplinares; *ChemSpider*,¹⁴² para artigos relacionados com pesquisas em Química e áreas correlatas, e que permite inclusive a busca por estruturas químicas, que podem ser “desenhadas” em um editor específico para essa função; *ERIC* (Figura 8),¹⁴³ ideal para localizar textos de periódicos educacionais, muitos deles presentes nos Quadro 2; e *SciELO*,¹⁴⁴ *SAGE Journals*,¹⁴⁵ *Project MUSE*¹⁴⁶ e *Google Scholar*¹⁴⁷ (Google Acadêmico), para pesquisas em geral.

Vale citar também o *site* da *Plataforma Lattes*,¹⁴⁸ página gerida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que funciona como uma base de dados de currículos acadêmicos (Currículo Lattes) e grupos de pesquisa de diversas instituições. E novamente o *Portal de Periódicos* da CAPES.³⁸

Escolher a base de dados adequada para a pesquisa é essencial, assim como utilizar os termos corretos de busca e demais ferramentas, pois isso pode afetar a qualidade da pesquisa e minimizar o tempo gasto na realização de levantamentos bibliográficos.

2.9. Recursos de áudio

Os recursos de áudio, como mídias digitais e arquivos sonoros, músicas em diversos formatos, e etc., costumam ser empregados em aulas de várias disciplinas, como por exemplo, Português, Inglês e Espanhol, que trabalham diretamente a linguagem em seus respectivos idiomas. No contexto da Química, essa utilização pode auxiliar no ensino de um determinado conteúdo por possibilitar a aprendizagem por um segundo caminho que não é o verbal, despertando nos alunos uma sensibilidade mais aguçada na observação de questões inerentes a ela.¹⁴⁹

Nesta perspectiva, pode-se utilizar músicas e arquivos sonoros em geral, desde que estes apresentem conteúdos ou temáticas da Química que se deseja abordar em sala. A música, bem como sua letra, pode ser uma importante

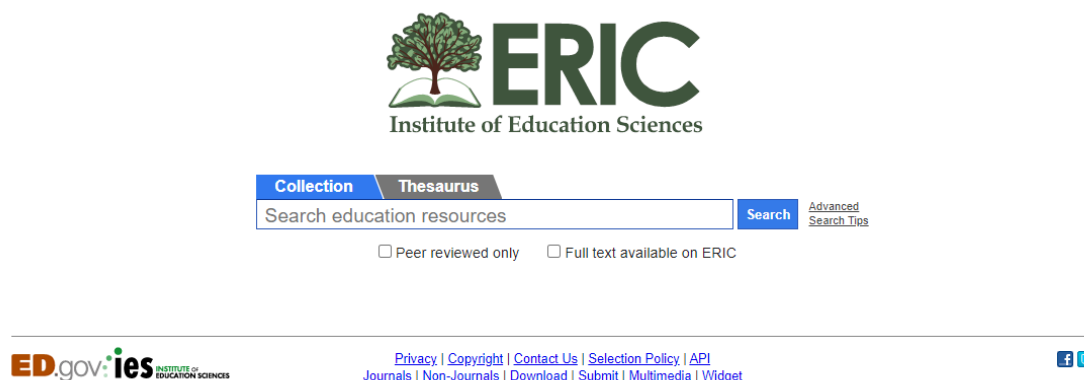


Figura 8. Página inicial da base de dados ERIC, que reúne periódicos e textos voltados para a área educacional

alternativa para estreitar o diálogo entre alunos, professores e conhecimento científico, uma vez que pode abordar temáticas com grande potencial de problematização e por estar presente de forma significativa na vida do aluno. Assim, o docente pode propor em aula músicas que tratem de conceitos químicos e científicos, direta ou indiretamente, ou pode incentivar seus alunos na criação de letras e músicas que abordem uma determinada temática.¹⁴⁹ Além disso, a utilização de um gênero musical como eixo interdisciplinar motivador no Ensino de Química, fazendo uma relação desta disciplina com diferentes campos do saber como os das Ciências Humanas (História, Geografia, Artes e Filosofia), pode minimizar a visão reducionista de que não existe relação entre as produções científicas e culturais.¹⁵⁰

Ainda dentro da perspectiva dos recursos de áudio, também podem ser utilizados os chamados *podcasts*, um modo de difusão de emissões de rádio feitas *online* onde o ouvinte pode escolher fazer a assinatura do conteúdo e ter acesso a gravações, ou programas, que abordam uma determinada temática. Ou apenas acessar os conteúdos de interesse de forma individual, sem realizar a inscrição/assinatura.

- **Podcasts:** O *podcasting* (combinação da palavra *iPod* e *broadcasting*, radiodifusão) é um modo de disseminação de conteúdo através de emissões de rádio. O usuário ou ouvinte interessado na transmissão realiza uma subscrição (assinatura) e tem acesso a um conteúdo regular através de um “*feed RSS*” (*feed*, ou *web feed*, traduzível para *fluxo web*, fonte *web* ou canal *web*; e *RSS*, *Real Simple Syndication* ou *Really Simple Syndication*, organização realmente simples), isso é, um formato de compartilhamento de dados e informações em tempo real pela internet.¹⁵¹⁻¹⁵³

O que faz do *podcast* uma ferramenta alternativa e atraente é a possibilidade que o ouvinte tem de subscrever os *podcasts* que lhe interessam usando um agregador RSS que lhe garante uma atualização automática dos *podcasts*

que ele assina para seu PC ou dispositivo móvel (como o celular, leitor de áudio, etc.). Isto faz com que este se torne uma tecnologia com potencial aplicação em diferentes domínios da sociedade, inclusive na educação.^{9,151}

O uso de *podcasts* como ferramenta didática ainda é modesto no Brasil, mas seu potencial é imenso por conta da possibilidade dos discentes complementarem os conteúdos fora do contexto de sala de aula – como, por exemplo, ouvindo-os em seus *smartphones* durante o seu transporte até a escola.¹³ Entre os encontrados durante a revisão aqui descrita, podem ser destacados os *podcasts*: *Moléculas* (Figura 9),¹⁵⁴ criado com o propósito de divulgar a Química, bem como as ciências em geral, e sua relação com o cotidiano; e o *Deviante*,¹⁵⁵ site que reúne diversos *podcasts* de temáticas científicas, além de notícias e entretenimento, abordados de forma divertida. Vale citar aqui uma “Tabela Periódica em Podcast”,¹⁵⁶ organizada e disponibilizada pela *Royal Society of Chemistry* em comemoração ao Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (*International Year of the Periodic Table of Chemical Elements*, IYPT 2019¹⁵⁷), onde cada elemento químico é apresentado brevemente em áudio (em inglês).⁹

Atualmente, são oferecidos também outros formatos, como a disponibilização de vídeos nos *podcasts*. Esses são denominados de *vodcast* (*videocast* ou *vídeo podcast*), para especificar conteúdos compostos por vídeo e não apenas por áudio.⁹

Para a criação ou edição de arquivos de áudio, o professor pode utilizar de *softwares* ou aplicativos desenvolvidos para esta tarefa. Existem diversos deles, alguns profissionais e, por este motivo, pagos. Outros são gratuitos e de utilização bastante intuitiva. É o caso do programa *Audacity*,¹⁵⁸ que se destaca por ser uma ferramenta de gravação e edição de áudios relativamente fácil de manusear, inclusive para arquivos grandes, além de dispor de ferramentas como inserção e personalização de efeitos sonoros e remoção de ruídos ambientes.¹³

Neste sentido, o professor pode optar por trabalhar com recursos de áudio diversos, como músicas e *podcasts*,

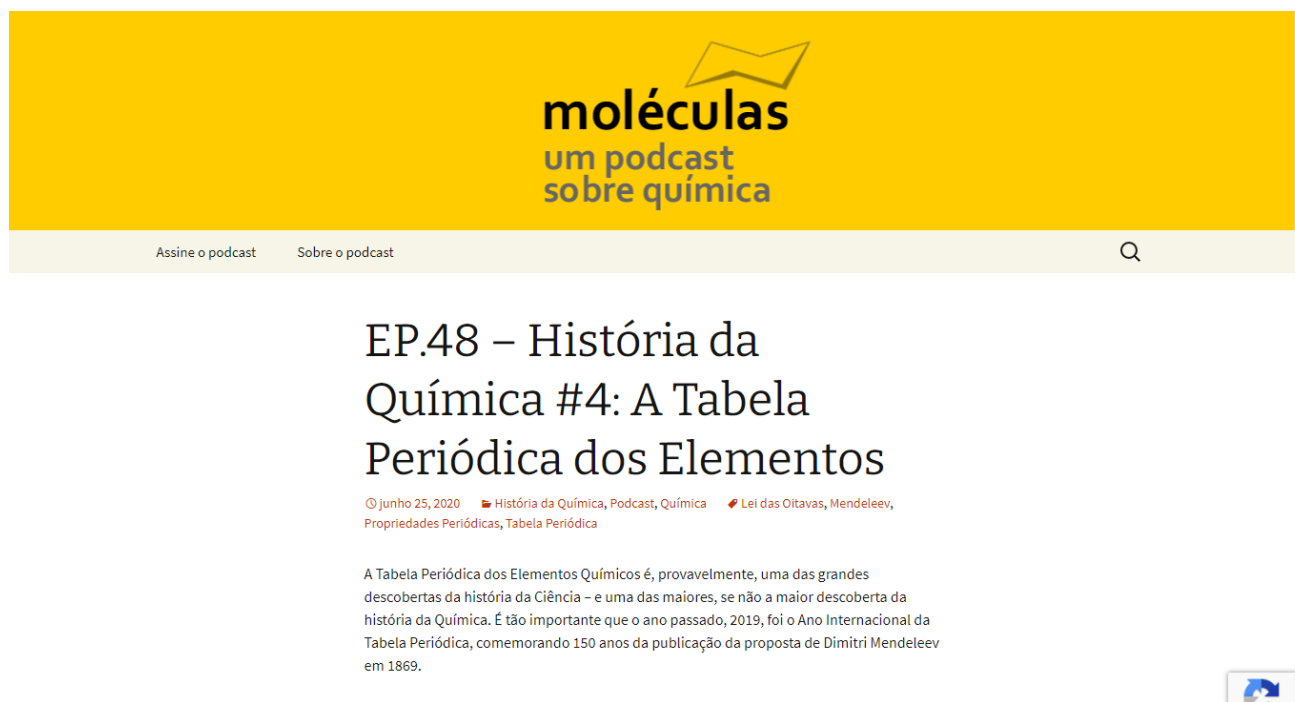


Figura 9. Captura de tela mostrando um dos conteúdos disponíveis no *podcast* nacional *Moléculas*, que pode ser acessado no computador ou em dispositivos móveis

dentro ou fora do espaço da aula, ou recomendar aos alunos que estes escutem a mídia sonora fora do contexto escolar. Além de ser uma abordagem diferenciada de ministrar os conteúdos, esta prática se caracteriza como a chamada “sala de aula invertida” (*Flipped Classroom*).

- ***Flipped Classroom:*** No contexto da *Flipped Classroom*, o conteúdo é passado para o aluno estudar fora do horário da aula (por meio de vídeos, áudios ou *podcasts*, exercícios, e etc.) e, durante o tempo em aula, o foco é o engajamento coletivo, troca de informações, resolução de questões e dúvidas, entre outras atividades. O objetivo da sala de aula invertida é promover o desenvolvimento pessoal do aluno e a propriedade de seu aprendizado autônomo. Além disso, este tipo de metodologia apresenta como vantagens: a flexibilidade de se acessar o conteúdo em qualquer lugar; o fato dos conteúdos serem planejados e dirigidos de forma específica para discentes ou turmas; e o desenvolvimento da autonomia do estudante em gerir seu próprio aprendizado. Assim, o professor deixa de ser o centro da atenção nas aulas e um mero “transmissor” do conhecimento, atuando então como facilitadores da aprendizagem, e o aluno passa a ser o foco do ensino.^{159,160}

2.10. Recursos de imagem

A utilização de imagens como forma de ilustrar os conceitos químicos é comum nos livros de Química tanto do Ensino Médio quanto de nível superior. Também é bastante utilizada como forma de abordar alguns conteúdos em sala por meio de figuras, gráficos, esquemas, modelos,

e etc. Isso ocorre, pois, o uso de imagens que apresentam os diferentes níveis de representação do conhecimento químico pode auxiliar no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática, no processo de imaginar os fenômenos químicos, principalmente os que nem sempre são facilmente observáveis. Disso surge a importância do emprego de imagens que representem o nível submicroscópico, que evidenciem as espécies químicas que não são observáveis e que, por isso, auxiliam no processo de compreensão de um fenômeno químico.¹⁶¹

Em outras palavras, a utilização de imagens pode favorecer o aprendizado de conceitos químicos ao ilustrar, através de modelos e outros elementos representativos, os fenômenos de difícil abstração ou entendimento, por meio da visualização.

Além da abordagem imagética comum realizada no Ensino de Química utilizando os livros didáticos, os professores podem fazer uso de recursos *online* para complementar sua prática, como repositórios de arquivos ou *sites* que possibilitem a utilização ou criação gratuita de fotos, figuras e demais recursos gráficos. O já mencionado *Banco Internacional de Objetos Educacionais* possui um acervo com diversas imagens na área de Química, além de outros recursos variados que podem ser utilizados em aula. Já os *sites* *Canva*¹⁶² (Figura 10) e *Freepick*¹⁶³ são plataformas que possibilitam a criação de figuras gráficas de diversos tipos e modelos, apresentando também um banco de imagens com fotos, desenhos, ícones, esquemas e demais materiais visuais, além de possibilitar a inserção de arquivos de áudio e a criação de vídeos ou animações curtas – ideais para a divulgação de informações ou projetos em *sites* ou redes sociais, como o Instagram e outras específicas para esse tipo de mídia.¹⁰²

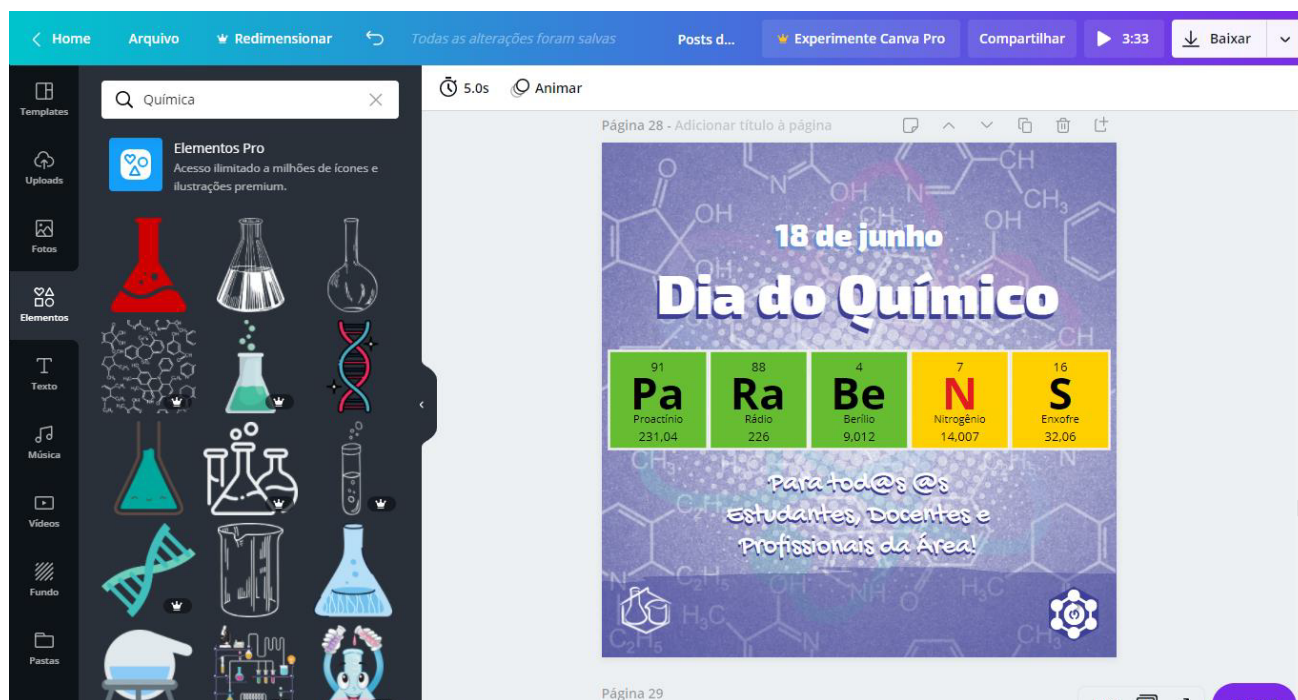


Figura 10. Captura de tela mostrando a utilização da ferramenta *Canva* para a criação de imagens com temática da Química

Um ponto que merece ser comentado é o compartilhamento e a utilização de imagens disponíveis na internet sem dar o devido crédito a quem fez a concepção do material – e isso também se aplica a outros recursos e mídias anteriormente citados neste texto. Tal prática pode gerar problemas judiciais graves, entre eles acusações de plágio. Por isso, é recomendado o uso de figuras e demais ilustrações gráficas que sejam de utilização livre, como as que são disponibilizadas por meio das chamadas Licenças *Creative Commons* (CC).¹⁶⁴ Esse tipo de licença, de uso mais flexível e menos restritiva do que o tradicional *Copyright* (direito autoral), surgem como uma forma de proteger os direitos do autor em uma realidade em que cópias de conteúdos já ocorrem sem a permissão deste – que é o cenário atual da Internet. Assim, elas podem fornecer um conjunto de normas para cópia e compartilhamento de conteúdo em um ambiente de plena legalidade, que é muito mais flexível do que o contexto dos direitos de autor, onde o padrão é ter “todos os direitos reservados”. Vale ressaltar que elementos que dizem respeito aos direitos de autor – divididos tradicionalmente entre direitos morais e patrimoniais – são plenamente cobertos pelo conjunto de licenças CC. Assim, modernas licenças abertas, como *Copyleft* (direito de permissão) ou *Creative Commons*, permitem a reutilização e adaptação de recursos digitais – ou de suas partes, de acordo com diferentes graus de abertura e fins de distribuição definidos em cada tipo de licença CC.⁵¹

Esse tipo de licenciamento permite diferentes tipos de utilização e compartilhamento de materiais autorais. Os sites anteriormente citados, *Canva* e *Freepick*, disponibilizam algumas imagens de forma totalmente livre ou com certos níveis de restrição por meio de licenças CC. A *Wikipédia* também disponibiliza seus conteúdos e figuras dentro de licenciamentos CC específicos.⁵¹

Outro ponto que deve ser enfatizado é que a criação de imagens, gráficos, modelos e demais figuras é preferível no lugar de buscar estes arquivos na internet, que podem vir de fontes não confiáveis, apresentar erros conceituais ou serem restritos para reutilização (ou seja, com *Copyright*). Isso pode auxiliar no Ensino de Química ao propiciar ao docente, durante a criação de imagens e representações visuais da Química, um momento para que este explique os motivos de certas representações serem de tal forma (como em uma aula sobre geometria molecular) ou demonstrar como são criados os modelos de representação científica.

Um ótimo exemplo de criação de conteúdo gráfico autoral sobre Química e licenciado sob termos CC é o blog *Compound Interest* (Figura 11),¹⁶⁵ idealizado pelo professor inglês Andy Brunning, que traz imagens bastante atrativas sobre temáticas diversas da Química e das ciências, mostrando informações relevantes e confiáveis sobre compostos químicos, cientistas, produtos do cotidiano, entre outros. Em 2019 o blog produziu, em conjunto com a *Royal Society of Chemistry*, um projeto com figuras sobre todos os elementos químicos da Tabela Periódica, para o IYPT 2019. Atualmente, estão sendo produzidos infográficos e figuras informativas sobre o COVID-19, entre outras criações bastante didáticas e lúdicas.

Assim, a utilização de recursos de imagens pode favorecer a aprendizagem dos conceitos químicos ao facilitar a abstração destes por parte dos alunos, além de ser uma forma de incentivá-los a criar suas próprias estruturas químicas, figuras, ilustrações, fotos e etc., usando tanto as ferramentas mencionadas neste tópico quanto os recursos citados anteriormente (programas educacionais, *apps*, *smartphones*, e etc.). Com isso o professor pode ter mais uma forma de avaliar seus discentes, desenvolver

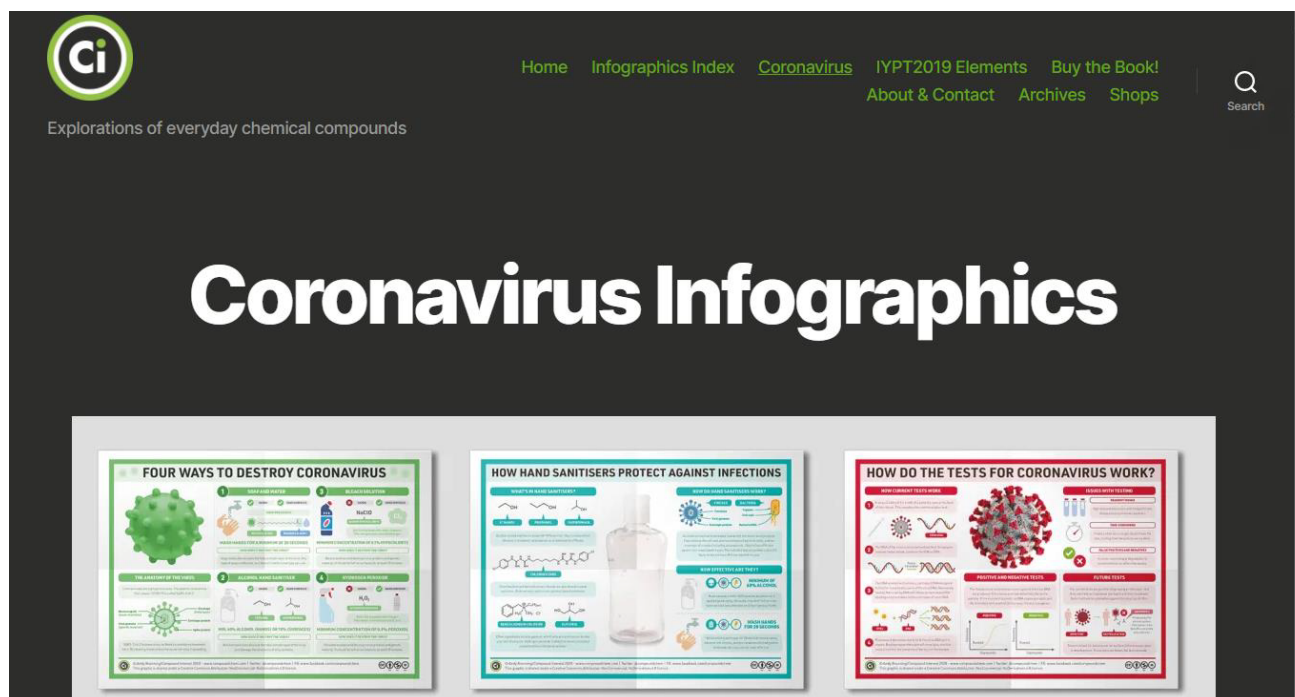


Figura 11. Captura de tela do blog *Compound Interest*, mostrando alguns dos infográficos temáticos produzidos e compartilhados sob licenças CC no endereço

a criatividade e promover a interação entre eles em suas aulas. Além disso, eles podem compartilhar este conteúdo de forma adequada (usando as licenças CC) em *sites*, *blogs*, redes sociais e outros meios.

2.11. Recursos de vídeo

Diversas são as possibilidades de se trabalhar com vídeos na educação, e o uso desta ferramenta como forma de auxiliar no Ensino de Química já vem sendo empregado há muito tempo. Na sociedade atual é importante que os docentes entendam as linguagens do cinema, da TV e do vídeo, e que possam identificar suas potencialidades e peculiaridades, sendo desejável que o professor esteja preparado para utilizar a linguagem audiovisual com responsabilidade, sensibilidade e senso crítico, de forma a desenvolver uma alfabetização audiovisual com seus alunos, uma vez que essa linguagem está fortemente presente no mundo contemporâneo e é o mais acessível meio midiático e tecnológico às camadas populares.¹⁶⁶

Entre os tipos de recursos de vídeo, em diversos formatos, podem ser citados: canais educativos, documentários, filmes, novelas, desenhos animados, programas jornalísticos, séries feitas para a televisão, curtas-metragens, vídeos curtos, *stopmotion*, entre outras possibilidades.¹⁶⁷⁻¹⁷¹

Além disso, existe uma grande quantidade de materiais audiovisuais sobre a Química disponíveis na internet, nos chamados repositórios de vídeos, que podem ser utilizados como objetos de aprendizagem pelo professor. Estes, podem conter tanto os filmes, documentários, programas e etc., citados anteriormente, quanto outros tipos de material audiovisual (como vídeos caseiros, aulas gravadas, tutoriais, animações, e etc.). Dentre os vários existentes, se destacam

o *YouTube*¹⁷² e o *Vimeo*¹⁷³. Nestes espaços, o usuário pode escolher apenas assistir aos vídeos de interesse ou fazer a assinatura dos chamados “canais”, que disponibilizam o conteúdo dentro de uma temática definida, de forma regular e organizada.¹³ Por conta de sua possibilidade de interação entre os usuários e capacidade de criação de um espaço pessoal na rede, os repositórios citados também podem ser considerados e utilizados como redes sociais.

Existem diversas opções de canais para professores e alunos (do ensino básico ou superior) no repositório *YouTube*. Entre os encontrados nesta pesquisa, se destacam os canais: *Universidade da Química*,¹⁷⁴ com conteúdos e aulas completas para estudantes de graduação e pós-graduação; *UNIVESP*,¹⁷⁵ da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), com diversos cursos completos de várias disciplinas de nível superior; *Periodic Videos*,¹⁷⁶ da Universidade de Nottingham, que reúne informações e pequenos documentários sobre os elementos químicos e a Tabela Periódica (em inglês); *aiq2011*,¹⁷⁷ com vídeos temáticos sobre o Ano Internacional da Química; *LIFE CAPES UFRJ*,¹⁷⁸ com vídeos e animações lúdicas, e que divulga os produtos e ferramentas desenvolvidas pelo Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores da UFRJ (LIFE-UFRJ) com o apoio da CAPES; *Manual do Mundo*,¹⁷⁹ que reúne experimentos científicos de diversas áreas, alguns bem divertidos, chamativos e fáceis de reproduzir em casa; *Socratica*,¹⁸⁰ que traz vídeos com dicas de estudo e curiosidades temáticas de várias disciplinas; e *Revista Virtual de Química*¹⁸¹ (da RVQ), que divulga seus artigos científicos em vídeos produzidos pelos próprios autores. Para os discentes do Ensino Médio existem muitas opções de canais, como por exemplo os canais: *Ciência em Ação*,¹⁸² *Descomplica*,¹⁸³ *Fórmula de Soluções*,¹⁸⁴ *Oquimijuda*,¹⁸⁵

QuiFacil,¹⁸⁶ *Química Alceudispor*,¹⁸⁷ *Química do Sucesso*,¹⁸⁸ *Química Simples*,¹⁸⁹ e *Senta que lá vem Química*.¹⁹⁰

Nestes canais, os professores podem encontrar informações para se capacitar e se atualizar com relação aos conteúdos de sua disciplina (como assistindo videoaulas de nível superior), ou selecionar vídeos para utilizar em suas aulas e atividades pedagógicas (como animações curtas e lúdicas sobre a Química). Também podem indicar algum canal para os seus alunos como fonte de informação nos estudos, tomando o cuidado de checar os conteúdos disponíveis antes da recomendação.

Além disso, existem *sites* que reúnem vídeos autorais ou de repositórios de forma organizada. Estes podem ser úteis para professores que queiram “reciclar” seus conhecimentos, para alunos de graduação que necessitam de reforço nos estudos, ou quaisquer interessados em se atualizar quanto aos conteúdos de determinadas disciplinas. É o caso da *Khan Academy*,¹⁹¹ uma plataforma que ao longo de sua evolução se tornou um AVA e funciona como um ambiente de aprendizagem com dicas para o progresso, autogestão de aprendizado com uma interface “viciante”, e que traz vídeos com conteúdos de Química de nível médio e superior.¹³ Na mesma linha, o portal *e-Aulas*¹⁹² (Figura 12) da USP disponibiliza cursos e aulas completas para alunos do ensino básico, graduação ou pós-graduação de diversas áreas, entre elas, a Química. São outros exemplos os sítios: *Ciência Tube*,¹⁹³ que agrupa vários vídeos de experimentos de Química e Física disponíveis no *YouTube*; *Cursou*,¹⁹⁴ que organiza vídeos deste mesmo repositório em “cursos” temáticos, também de nível básico ou superior; e *Curta Na Escola*,¹⁹⁵ página que faz parte do *site Porta Curtas*¹⁹⁶ (iniciativa que cataloga e exhibe curtas-metragens brasileiros),

onde são disponibilizados vídeos em curta-metragem de diversas temáticas para educadores incrementarem sua prática pedagógica.

Uma dica de utilização de recursos audiovisuais fora do horário de aula, e como forma de atrair o interesse dos alunos, é utilizar os serviços de *streaming* (transmissão) disponíveis na internet – sejam eles gratuitos ou pagos. Neles o professor encontra uma grande quantidade de materiais audiovisuais que podem ser assistidos ou recomendados para seus alunos de modo a contextualizar a Química com o cotidiano dos discentes, e demonstrar que esta ciência também está presente nos meios de entretenimento que eles acessam. Assim, a *TV Escola*,¹⁹⁷ emissora televisiva que agora está disponível em formato *online*, pode ser utilizada para capacitação profissional ou indicação de programas educativos abertos. Já a popular *Netflix*¹⁹⁸ possui um catálogo variado de filmes, séries, documentários, desenhos animados, animes e outros programas que podem ser utilizados como forma de mostrar que a Química e as ciências estão presentes também nos meios de comunicação audiovisual. O professor pode fazer essa indicação com base em bibliografias que tratam sobre o tema ou em seu conhecimento pessoal.^{167,171} Também pode utilizar os “equivocos científicos” e informações errôneas que possam estar presentes em algum desses programas para promover a abertura de debates durante as aulas e aguçar o senso crítico dos alunos.¹⁶⁷ Por fim, vale mencionar também que existem outras plataformas na internet que podem ser empregadas. Como por exemplo a *Teacheflix*,¹⁹⁹ uma plataforma que reúne cursos para professores com recursos multimídia – mas com acesso grátis apenas por um período.



Figura 12. Captura de tela do portal *e-Aulas*, exibindo informações sobre o sítio, bem como a organização dos vídeos disponíveis por área ou nível de ensino, entre outras informações

Além das várias opções de uso dos recursos audiovisuais já disponíveis nos diversos meios, existe a possibilidade de produção dos próprios vídeos por parte dos alunos e professores. Visto que a produção audiovisual, como ferramenta pedagógica, se situa no âmbito da experiência que vem se desenvolvendo nos últimos anos com a busca de novos métodos de ensino, cada vez mais plurais e menos tradicionais, com base na perspectiva do ensino inovador, em particular no Ensino de Química. Nesta perspectiva, a criação de vídeos com finalidades didáticas e usuais pode ser caracterizada como uma forma de experimentação, desde que aplicada para ilustrar ou demonstrar conceitos químicos, concretos ou abstratos – assim como um experimento de laboratório. Além disso, esse recurso pode ser usado como motivador da aprendizagem.¹⁶⁸

Para a criação de vídeos e recursos audiovisuais, os professores ou alunos podem utilizar seus próprios dispositivos móveis e fazer a edição/alteração utilizando aplicativos ou programas de computador. Como existem diversos *apps* e *softwares* disponíveis, é recomendado o uso de ferramentas destinadas especificamente para o trabalho na educação. Entre eles, o *Edpuzzle*,²⁰⁰ que é uma alternativa eficaz para o docente potencializar o uso educacional dos vídeos. Com este aplicativo o professor pode criar turmas virtuais onde os alunos terão acesso ao material disponibilizado, e assim consegue inserir questionários, atividades e outros materiais. Outro recurso é a de criação de projetos, nos quais os alunos podem escolher e editar vídeos e depois submeter para a análise do professor. A ferramenta possui também *links* para outros recursos *online* como o *YouTube* e a *Khan Academy*.¹³ Vale lembrar que os *vodcasts* também se encaixam nesta perspectiva de criação de vídeos autorais, que podem ser feitos por alunos ou professores e compartilhados na rede.⁹

Em resumo, existem diferentes maneiras de se trabalhar com vídeos e recursos audiovisuais no Ensino de Química. Cabe ao docente escolher a melhor forma de usar esta ferramenta com base no contexto educacional em que se insere e nos objetivos contidos em seu planejamento.

2.12. Recursos multimídia

Os recursos em multimídia já são utilizados em sala e demais espaços sociais. A combinação de várias mídias para causar uma impressão ou atingir um efeito apresenta aplicações significativamente vantajosas, e por isso é utilizada para fins de entretenimento, divulgação, comércio e para o ensino. Através da multimídia, tem-se uma nova possibilidade de como apresentar, demonstrar e estruturar a informação que é ensinada ou aprendida. A interatividade proporcionada pelos aplicativos multimídia pode auxiliar tanto na tarefa de ensinar quanto na tarefa de aprender.²

Um recurso multimídia bastante utilizado no ensino são as apresentações em *slides*, que trazem vantagens como o ganho de tempo de aula (pois o professor não precisa passar

parte dela escrevendo no quadro) e a conveniência de poder utilizar o mesmo conteúdo em diferentes turmas – tomando o cuidado de adaptar a didática às especificidades de cada uma.

Ao longo dos últimos anos, as apresentações em *slides* vêm ganhando espaço nas propostas metodológicas em sala, representando uma ferramenta auxiliar ao ensino importante, e por vezes indispensável, para melhor visualização de conceitos de Química durante as aulas.¹³ Em algumas instituições de ensino, existem projetores de *slide* instalados na maioria das salas de aula, o que pode facilitar ou tornar comum sua utilização. Já em outros contextos, este recurso pode ser limitado por falta de material – o que dificulta a utilização do mesmo. Felizmente, hoje em dia as apresentações em *slide* podem ser exibidas não só em projetores ou telas de computador, mas também em dispositivos móveis. Assim, quando o professor não tiver como utilizar um projetor de imagens, ou simplesmente quiser que os alunos estudem o conteúdo passado em aula, basta enviar a apresentação criada para seus discentes e estes podem acessar o arquivo em seus celulares, *tablets* e demais eletrônicos.

Para preparar estas apresentações é necessário dispor de um *software* para a construção dos *slides*. Um dos mais comuns e mais amplamente utilizado por professores é o *PowerPoint*,²⁰¹ do pacote de aplicativos *Microsoft Office*. Porém existem várias outras opções disponíveis, devido à popularização e grande utilidade desta ferramenta, como é o caso das plataformas *Prezi*²⁰² (Figura 13) e *Nearpod*,²⁰³ que apresentam funcionalidades semelhantes e mais atraentes. O grande diferencial do *Prezi* consiste em sua dinâmica de aproximar ou afastar (*zoom in* e *zoom out*) de uma informação no *slide* dentro de um único plano de fundo, usualmente uma imagem, revelando o conteúdo de forma visualmente cativante. Seu funcionamento é intuitivo e a versão gratuita permite um leque amplo de opções para o professor. Porém, demanda certo tempo e paciência para utilização, além da necessidade de conexão com a internet. Também é possível importar arquivos em *PowerPoint* para que estes sirvam como base para as edições – funcionalidade também disponível no *Nearpod*.¹³

Um dos principais destaques do *Nearpod* é o recurso de o docente compartilhar as apresentações para exibição direta nos dispositivos dos alunos, sejam *tablets* ou *smartphones*. O professor define a velocidade e a ordem de exibição do material, bem como as páginas a que cada turma terá acesso na apresentação. Um grande diferencial é que, ao longo das apresentações, é possível adicionar formulários de perguntas com respostas em múltipla escolha para atestar a compreensão dos alunos ao longo da abordagem do conteúdo.¹³ Também é possível utilizar este recurso para apresentações síncronas na modalidade EaD, onde o docente marca o horário de início e término com os discentes e nesse tempo pode exibir a apresentação apenas para os alunos “presentes” na sala virtual, passando os *slides* em seu próprio dispositivo (que também são passados simultaneamente onde a apresentação é exibida), controlando o tempo de



Figura 13. Captura de tela mostrando uma apresentação de *slides* feita na ferramenta *Prezi* e disponibilizada *online* para acesso livre. *Link* curto para acessar: <http://bit.ly/covalencia10> ²⁰⁴

cada exibição ou da resolução das questões propostas, e finalizando quando achar propício. Para isso, a ferramenta possibilita o controle dos participantes, o acompanhamento em tempo real das respostas dos alunos, bem como demais dados sobre a atividade.

Estas três ferramentas multimídia permitem a inserção de imagens, vídeos, sons, animações e outras mídias, em complemento aos textos. A combinação destes recursos pode auxiliar os alunos a visualizar os conceitos abordados, trabalhar com eles a capacidade de abstração das teorias e leis científicas, e tornar a aula mais atrativa para os discentes. É importante ressaltar que não basta o professor apenas transcrever para a apresentação em *slides* os conteúdos ou planos de aula que ele costuma escrever no quadro. Apesar de isso promover um ganho no tempo da aula, não se caracteriza como um uso efetivo da tecnologia para melhorar o ensino, uma vez que não há utilização de outras ferramentas que auxiliem na ilustração e compreensão dos conteúdos – é apenas uma “transposição do analógico para o digital” sem ganhos significativos de aprendizagem.

Dessa forma, o uso de recursos como apresentações em *slides*, combinadas com imagens, sons, gráficos, textos, vídeos e demais multimeios é útil para aguçar a percepção sensorial dos discentes e incorporar à didática multimídias que, associadas aos antigos elementos da prática educacional, auxiliam o professor no processo de ensino, tornando suas aulas mais produtivas e atrativas para o aluno.¹²

2.13. Simulações

As simulações são recursos bastante úteis no Ensino de Química, pela possibilidade de demonstrar e trabalhar

conceitos, muitas vezes abstratos, de forma lúdica e interativa.¹³ Esse tipo de ferramenta pode ser utilizada para ajudar na exemplificação ou demonstração de informações teóricas ou práticas de difícil visualização por parte dos alunos, da mesma forma que os *softwares* educacionais e alguns aplicativos de modelagem molecular – visto que esses se baseiam justamente na ideia de simular conceitos muito abstratos.

A utilização de *softwares* de simulação surge como recurso promissor, visto que esses programas podem incluir animações, visualizações e experiências interativas laboratoriais. Assim, as simulações aliadas ao ensino podem ser eficazes no desenvolvimento da interpretação e compreensão do conteúdo, bem como na promoção de objetivos mais sofisticados de aprendizagem.²⁰⁵

Alguns dos *softwares* educacionais e aplicativos citados nos pontos anteriores atuam como simuladores, e podem atender a finalidades específicas (visualizar moléculas em 3D) ou contextos mais gerais (como simular ambientes de laboratório e procedimentos experimentais de vários conteúdos de Química). Um exemplo de SE que simula este tipo de ambiente é o *Virtua Lab*,²⁰⁶ da Editora Pearson, que permite executar práticas laboratoriais no computador – uma alternativa interessante para professores e escolas que não dispõem desse espaço. Apesar de ser um recurso pago, a plataforma disponibiliza uma versão de teste para docentes, desde que estes solicitem o programa, por meio de um cadastro, no *site* da editora.

Uma alternativa gratuita a este *software* e aos demais programas pagos são as simulações disponíveis *online*, que além de não necessitarem de *download* e instalação, podem ser acessadas tanto em computadores quanto em dispositivos móveis, desde que eles estejam conectados à

internet. Os já mencionados *Banco Internacional de Objetos Educacionais*, *LabVirt*, *LDSE*, e *QuiD+* possuem simulações diversas desse tipo em seu acervo, que são de livre acesso. Já o site *MolView*²⁰⁷ se apresenta como um meio para desenhar moléculas em duas dimensões e visualizá-las em 3D, de forma simples e intuitiva. Porém um sítio que merece destaque é o do projeto *PhET*²⁰⁸ (Figura 14), da Universidade de Colorado Boulder, que cria e disponibiliza simulações de Química e outras ciências, desenvolvidas pela instituição e colaboradores. O *PhET* permite não só o trabalho com diversas simulações interativas, a visualização de conceitos abstratos e aspectos microscópicos, como também possibilita ao usuário atuar na variação das condições do sistema em estudo. Nas simulações de Química, é possível encontrar boas opções para trabalhar conceitos como: acidez e basicidade, balanceamento de equações químicas, densidade, polaridade das moléculas, e até conceitos básicos de química quântica, entre outros – todos abordados de forma bastante intuitiva e lúdica. Há também várias sugestões de planos de aula baseados nos aplicativos disponíveis, apesar de nem todas estarem traduzidas para o português. Cabe ressaltar que o professor precisa estar atento à limitação do uso de simulações em função das concepções prévias sobre os conteúdos, por parte dos discentes.¹³

Assim, o professor pode fazer o uso de simulações para ilustrar os conceitos abstratos da Química, reproduzir de forma simulada ambientes laboratoriais ou melhorar a visualização dos conteúdos abordados. Além disso, esta ferramenta pode ser combinada com outros recursos multimídia (como vídeos, imagens e apresentações em *slides*) para dinamizar as aulas e despertar o interesse dos alunos.

2.14. Jogos

Além da dificuldade de visualização de conceitos e abstração de certos conteúdos, a Química é muitas vezes vista como sendo difícil de aprender e, às vezes, rotulada como desinteressante ou entediante por alguns discentes. Consequentemente, nem sempre é bem apreciada pelos mesmos.²⁰⁹ Por isso, os educadores e pesquisadores da área de ensino buscam desenvolver jogos (popularmente chamados pelo termo em inglês, *games*), especialmente os jogos educativos, para envolver os alunos em atividades interativas.

Para ser considerado educativo, um jogo deve desenvolver habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem, tais como resolução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido, dentre outras. Quando um jogo é elaborado com o objetivo de atingir conteúdos específicos para ser utilizado no meio escolar, este é denominado de jogo didático. No entanto, se ele não possuir objetivos pedagógicos claros e sim ênfase ao entretenimento, então os caracterizamos apenas como jogos de entretenimento.²¹⁰

Os jogos didáticos são um excelente método de aprendizagem ativo e muitos tipos foram testados nas últimas décadas. Citando apenas alguns exemplos: jogos de palavras, que podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem com a promoção da motivação, melhoria na relação aluno-professor e do desempenho nas avaliações;²¹¹ jogos de cartas, que ajudam a conferir maior interatividade às aulas de Química, motivando, descontraindo e socializando os alunos;^{210,212} jogos de tabuleiro, cujos aspectos lúdico e cognitivo são importantes estratégias para o ensino-

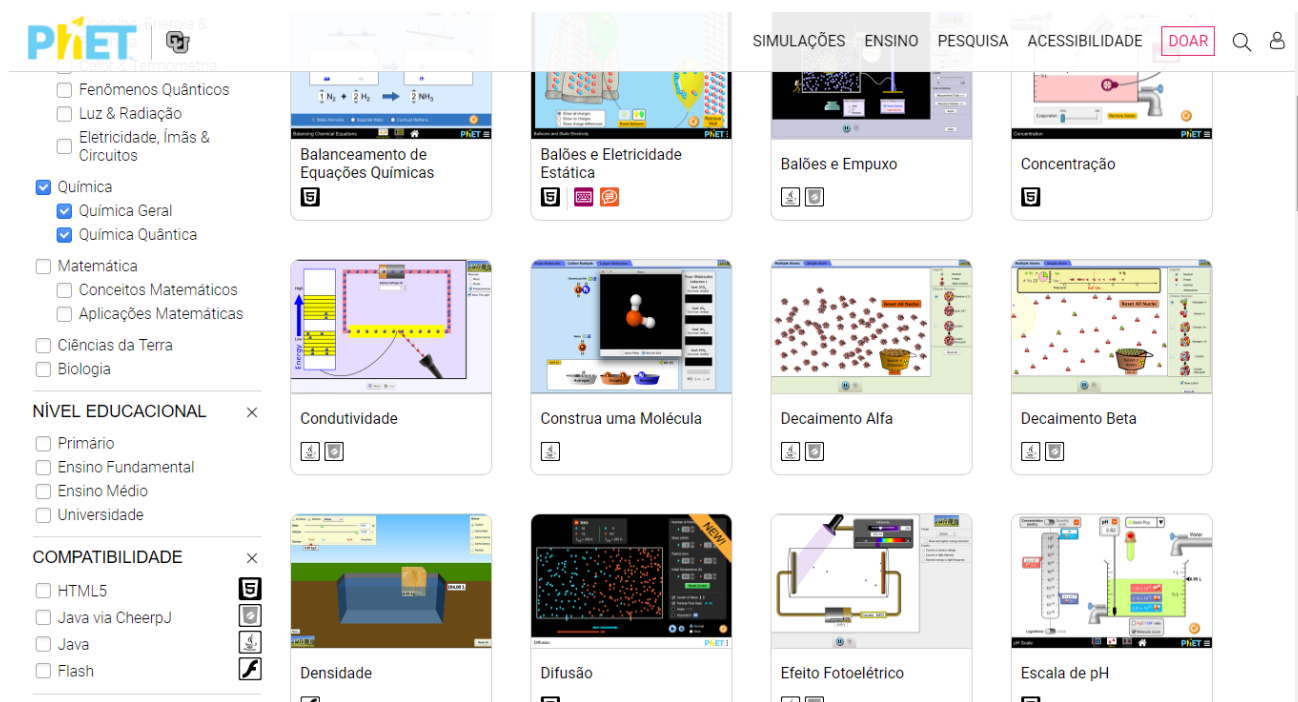


Figura 14. Captura de tela mostrando algumas das simulações na área da Química presentes no sítio do projeto *PhET*, bem como as outras áreas e níveis de ensino disponíveis

aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo o raciocínio e a argumentação, além de outras habilidades, como a construção de representações mentais;²¹³ jogos de concentração, que contribuem para manter a atenção do aluno na aula e são úteis para revisar conteúdos;²¹⁴ e jogos de computador, que fornecem um método de ensino complementar e ajudam a associar os conceitos básicos de Química com enigmas simples em um ambiente imersivo e divertido.²⁰⁹

O jogo educativo deve ter suas funções bem definidas, devendo proporcionar de forma equilibrada a função lúdica – que está ligada à diversão, ao prazer e ao desprazer – e a função educativa – que tem por objetivos a ampliação dos conhecimentos. Adicionalmente, o jogo educativo contribui para o estreitamento da relação aluno-professor e aluno-aluno, podendo facilitar o processo de inclusão.²¹⁰ Tendo isso em mente, o docente pode idealizar e desenvolver seus próprios jogos educacionais, tanto físicos quanto digitais, utilizando dos recursos disponíveis na internet ou as tecnologias móveis. Além de ser uma prática inovadora, ela pode ser realizada com as turmas e gerar resultados interessantes que podem ser publicados ou apresentados em feiras científicas.

Na mesma perspectiva da ferramenta *Fábrica de Aplicativos*, existem plataformas de criação de jogos (gratuitas ou pagas) que podem servir bem a este propósito. Entre elas o *Educaplay*,²¹⁵ que além de possibilitar a elaboração de *games* educativos tem características de um AVA (pois permite a criação de grupos com os alunos, nos

quais podem ser disponibilizadas atividades e permite ao professor acompanhar o desempenho dos estudantes), e tem um amplo conjunto de atividades lúdicas já elaboradas por outros educadores e publicadas na plataforma. Entre as possibilidades de criação, temos: jogos de adivinhações, ditados, mapas interativos, jogos de palavras, palavras cruzadas, *quizzes*, entre outros. A ferramenta disponibiliza ainda dicas de como melhorar o material disponível no *site* e compartilhar os materiais criados.¹³ E caso o professor busque inspiração para a criação de jogos, basta se basear em alguns dos *apps* e SEs indicados, e nos projetos anteriormente citados: *LabVirt*, *PhET*, *QuiD+*, e *LDSE* (que inclusive disponibiliza em seu *sítio* as publicações em revistas nacionais e internacionais que foram fruto do projeto) (Figura 15).

Neste sentido, os jogos educativos podem ser úteis para tornar as aulas de Química mais dinâmicas e promover a interação entre o professor e os alunos. Além disso, a possibilidade de utilização de jogos didáticos em aparelhos móveis pode facilitar o aprendizado e ampliar o espaço da aula para ambientes não formais.

2.15. Ferramentas para avaliação online

Intrínseca ao ensino-aprendizagem, a avaliação é uma etapa fundamental dos processos educativos. Ela serve para detectar problemas na abordagem dos conteúdos ou dificuldades de assimilação destes por parte dos discentes, além de fornecer ao professor um retorno sobre sua prática pedagógica. Além dos métodos avaliativos tradicionais



Sobre Equipe Pesquisa Artigos Softwares Aplicativos Contatos

Softwares



Soluções Químicas
(BR 51 2016 000869 5)



Ressonância
(BR 51 2016 000872 5)



Farmacognosia
(BR 51 2017 000624 5)



Figura 15. Captura de tela mostrando alguns dos jogos educativos desenvolvidos pelo Laboratório de Design de Softwares Educacionais (LDSE), que traz também em seu *site* os artigos publicados sobre essas ferramentas

utilizados no Ensino de Química (como questões e exercícios, testes, provas, aulas práticas, roteiros ou relatórios, e etc.), o professor pode utilizar as TICs/TDICs para obter mais ferramentas para averiguar a aprendizagem dos alunos sem a necessidade de ter mais trabalho para executar esta tarefa. Isso porque as tecnologias podem minimizar o trabalho do docente por meio de recursos como coleta de dados em tempo real e contabilização de resultados de forma automática, feitas diretamente nas ferramentas que este utilizar em sua didática.

Além disso, com recursos de avaliação diferentes, é possível que o professor identifique dificuldades de aprendizagem que podem passar despercebidas ao se utilizar os meios avaliativos tradicionais. Por exemplo, ao utilizar multimídias que combinem texto e modelos ilustrativos, o docente pode identificar se o aluno tem dificuldade na visualização do conceito, na interpretação deste, ou na leitura do texto – algo difícil de detectar ao utilizar apenas um tipo de mídia. Também é possível identificar as facilidades que alguns discentes podem apresentar sobre a utilização dos recursos e ferramentas, ou dos conteúdos disciplinares, e com isso selecionar estes alunos para atuar como ajudantes ou tutores em sua disciplina – assim como é feito na seleção de monitores de laboratório.

Como ferramentas para avaliação utilizando as TICs/TDICs, os questionários e formulários eletrônicos *online*, como o *Google Forms* (Formulários Google),²¹⁶ *SurveyMonkey*²¹⁷ e *Socreative*,²¹⁸ entre outros, podem ser aplicados tanto no contexto escolar (no horário da aula) quanto fora deste (de forma assíncrona). O *Google Forms* (Figura 16) é o mais popular entre os professores, e faz parte de um conjunto de aplicativos e ferramentas do *Google*.

Todos os formulários de pesquisa citados oferecem boas opções de personalização, como, por exemplo, inserção de figuras e vídeos, textos para descrições, diferentes opções de respostas (como questões objetivas ou de múltipla escolha), caixa de texto e verdadeiro ou falso, entre outras. Todos também disponibilizam, na área exclusiva para o professor, formas de acompanhar o desenvolvimento dos alunos e suas respostas, seja de forma geral (como o resultado de uma turma), seja por meio de avaliações individuais.¹³ Vale lembrar também que o *Nearpod*, por possibilitar fazer questionários durante a aplicação de aulas em *slide*, pode servir como forma de avaliação síncrona e com obtenção dos resultados de forma automática e em tempo real.

Assim, o professor pode utilizar ferramentas avaliativas disponíveis *online*, como questionários e formulários, além de jogos interativos, bancos de questões, entre outros, e assim ter mais recursos para avaliar sua própria prática, bem como acompanhar o rendimento escolar dos seus alunos por meio da tecnologia.

2.16. QR codes

Os *Quick Response Codes* (códigos de resposta rápida), amplamente conhecidos como *QR Codes*, são códigos bidimensionais (2D) que direcionam o dispositivo eletrônico que está lendo o código a informações disponíveis *online*. Esses códigos podem ser lidos com o uso de *smartphone* ou *tablets*, desde que estes possuam os *apps* característicos para essa função. A leitura direcionará a tela do dispositivo para uma página contendo a informação desejada, de forma fácil e rápida, e assim o conteúdo do código será acessado. Essa informação pode apresentar o formato de um texto,

Figura 16. Captura de tela mostrando um exemplo de modelo de formulário personalizável que pode ser criado utilizando a ferramenta *Google Forms*

imagem, vídeo, áudio, reportagem, ou qualquer outro tipo de mídia digital.^{219,220}

Uma das grandes vantagens da utilização desses códigos se dá pelo fato de ser possível efetuar sua leitura mesmo em imagens de baixa resolução, feitas por câmeras de dispositivos móveis mais antigos, o que amplia muito sua acessibilidade. Além disso, eles possuem ainda a característica de registrar vários tipos de informação, em uma quantidade maior que o código de barras tradicional. Isso possibilita o uso dos *QR Codes* como uma forma de acessar informações armazenadas em bancos de dados (o que torna esse um recurso valioso para ser utilizado na educação). Outra vantagem está na facilidade de criação: qualquer pessoa com acesso à internet e com aplicativos ou programas propícios pode criar um *QR Code* com informações armazenadas em diversos sítios e endereços *Web* (Figura 17).²²⁰ Um exemplo de ferramenta para a criação de *QR Codes* é o endereço *QR Code Generator*,²²¹ que possibilita criar códigos simples de forma gratuita – e pode criar códigos personalizados em sua versão paga.

A aplicação de *QR Codes* na educação pode ser uma excelente ferramenta para a implementação da aprendizagem utilizando dispositivos móveis, ou mesmo para promover melhorias nas práticas educacionais já utilizadas. O professor pode inserir estes códigos em materiais dos alunos (como atividades, provas com consulta na internet, etc.), incluir em seus *slides* utilizados em aula (ou disponibilizados *online*), ou simplesmente passar o código por meio digital ou impresso, para que seus discentes façam a leitura do mesmo e tenham acesso ao recurso que o docente deseja abordar.^{219,220} Um ótimo exemplo de material elaborado com este recurso e disponibilizados *online* é uma Tabela Periódica, criada pelo professor lusitano Vasco D. B. Bonifácio, onde cada elemento químico é representado por um *QR Code* que direciona para um *podcast* com informações sobre ele (em inglês) (Figura 18).^{223,224}

Por fim, a utilização de *QR Codes* pode contribuir com o Ensino de Química por facilitar o compartilhamento de materiais educativos, bem como informações e recursos digitais relacionados com esta área. Além disso, esta ferramenta facilita, tanto aos professores quanto aos alunos,

acessar as ferramentas disponíveis *online* a qualquer hora e em qualquer lugar, por meio de seus dispositivos móveis.

2.17. Smart objects

Um *smart object* (objeto inteligente) é um material que aprimora a interação entre pessoas e informações disponíveis *online*. Indo além da simples inserção de *links* e *hiperlinks* em textos, a utilização de *QR Codes* permite criar materiais didáticos (físicos ou digitais) com múltiplas funções e ferramentas inclusas.

Por conta da quantidade de informações que os *QR Codes* possibilitam registrar e acessar, que vão além dos códigos de barra tradicionais, eles já são bastante empregados no cotidiano – mesmo que de forma despercebida. É possível vê-los em rótulos e embalagens de produtos, anúncios de propaganda, jornais, revistas, e até em notas fiscais de supermercados. Com isso, cada um desses objetos possibilita acessar uma informação que vai além da que está contida no material físico, tornando este um *Smart Object*. Em termos educacionais, a implementação de *QR Codes* em um simples pedaço de papel faz com que este contenha informações que, sem o uso desses códigos, jamais caberiam neste material. Uma simples folha de papel pode conter livros completos (em diversos formatos), reportagens, imagens, áudios, vídeos, endereços *Web*, e etc., tudo isso em um espaço reduzido.²²⁰ Com a inserção de um *QR Code* em algum material educacional, está sendo criado um *link* para outra informação que talvez não seja possível ser colocada diretamente naquele material. E esta informação ou recurso pode ser acessado facilmente pelo aluno em seu dispositivo móvel (desde que este esteja conectado à internet).

Alguns ótimos exemplos de materiais didáticos criados como *Smart Objects* já estão disponíveis na rede. Entre eles, temos: o *Manual de Estratégias para o Ensino de Química Orgânica*,²²⁵ que além de figuras e *links* para recursos externos ao texto, possui também *QR Codes* que direcionam o leitor de forma rápida para esses materiais;¹⁰ e o *ebook Uma Proposta Metodológica usando o tema Biodiesel para a Química no Ensino Médio*,²²⁶ construído com base na elaboração de um projeto temático aplicado em uma escola

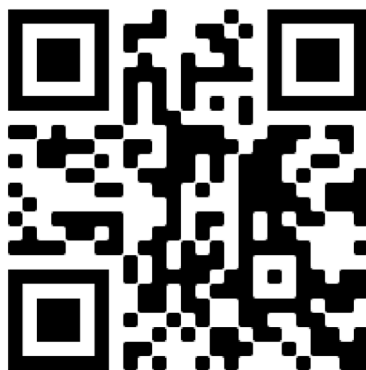


Figura 17. Exemplo de um *QR Code* autoral, feito utilizando o sítio *QR Code Generator*, direcionando para o site da RVq²²² (<http://rvq.sbg.org.br/>)

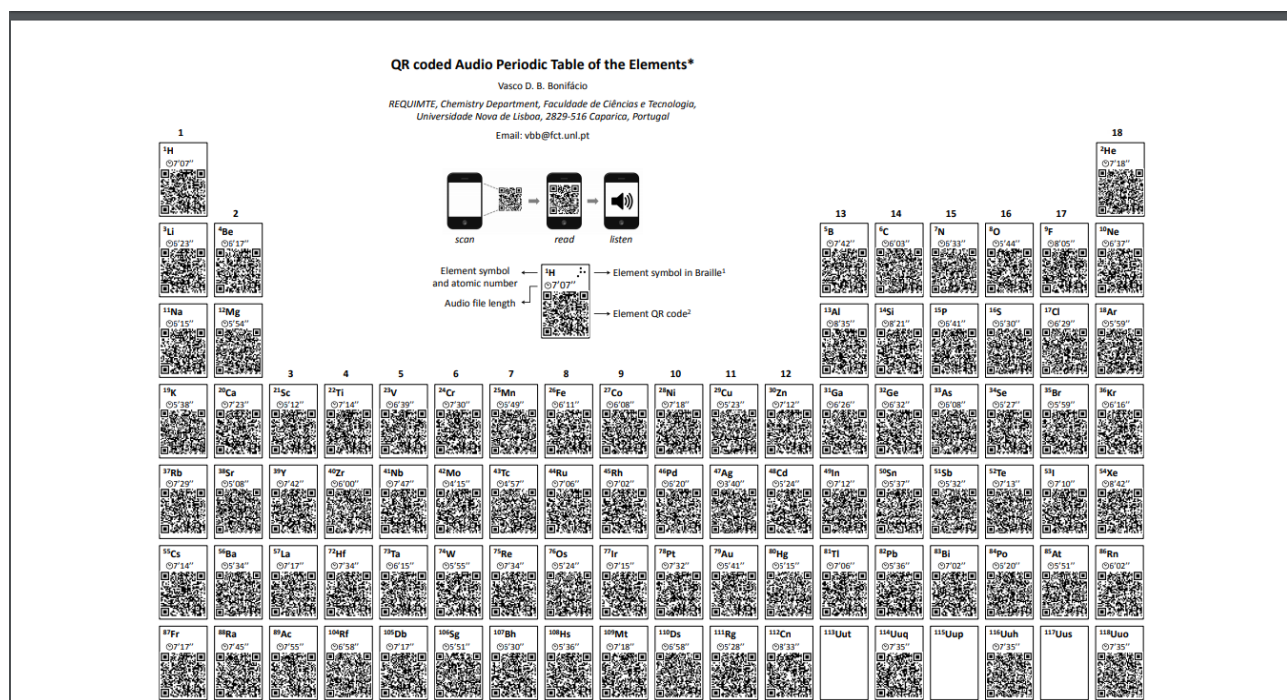


Figura 18. Captura de tela mostrando uma Tabela Periódica com *QR Codes* representando os elementos, onde cada código direciona para um podcast sobre o elemento²²⁴

pública, e que vai além de um simples relato de experiências, mostrando todo o desenvolvimento da pesquisa, além de fotos, vídeos e demais registros, que podem ser acessados por *link* ou *QR Codes*.²²⁷

Seguindo esta perspectiva, o professor pode criar seus próprios *Smart Objects* e utilizar em aula com seus alunos ou disponibilizá-los na rede. E caso o discente precise imprimir o material para estudo, não perderá o direcionamento para o recurso *online* indicado no material: basta ler o código e acessar o endereço rapidamente e de forma fácil – em comparação com ter que digitar o *link* manualmente. Outra dica para o docente é utilizar apenas o *QR Code*, sem especificar o endereço ou a informação que ele contém, como forma de aguçar a curiosidade do aluno e incentivar que este leia o código e acesse o material para saber a informação contida neste. A Figura 19 ilustra esta estratégia.

Por fim, várias são as possibilidades de criação e utilização de *Smart Objects* no contexto educacional. Em uma simples folha de papel o professor pode colocar uma ou várias das ferramentas indicadas neste artigo, e tornar seu material didático mais interativo, mesmo quando este

estiver na forma impressa. Além disso, qualquer material, físico ou digital, que utilize *QR Codes* em sua concepção, desde que com uma finalidade e objetivos definidos, pode ser considerado um *Smart Object* – incluindo o presente artigo.

2.18. Ferramentas para aulas e atividades síncronas online

Com o avanço das tecnologias e as melhorias que isso proporcionou, novas modalidades de ensino e ferramentas educacionais vêm surgindo. Isso tem favorecido o estabelecimento de novas formas de interação social e, a partir destas, novos paradigmas de aprendizagem. A Educação a Distância, já utilizada e bem estabelecida, é um exemplo disso.

Em atividades educacionais *online* realizadas de forma assíncronas, a utilização de AVAs, *chats*, fóruns e demais recursos de comunicação é mais que suficiente. Porém, para atividades onde é necessária a presença de vários participantes conectados em tempo real (atividades síncronas), surgem demandas técnicas um pouco mais complexas para o êxito da interação proposta. Os artefatos técnicos, como, por exemplo, a configuração de áudio e de

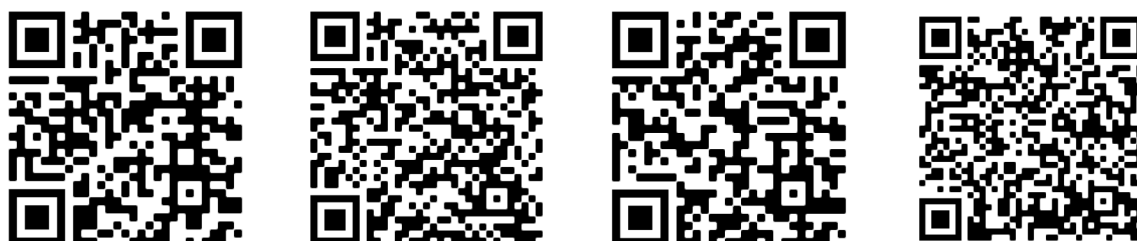


Figura 19. Exemplos de *QR Codes* autorais direcionando para 4 recursos *online*. Para saber quais são, é preciso fazer o escaneamento de cada código²²⁸⁻²³¹

vídeo do computador ou a velocidade de conexão da internet, são importantes para o sucesso de uma comunicação em tempo real. Com isso, uma das metodologias que podem ser utilizadas para a realização de atividades síncronas são as webconferências, já bem utilizadas em ambientes empresariais para realizar reuniões ou treinamentos, mas ainda aplicadas de forma modesta no ensino.

Os sistemas de webconferência evoluíram, e isso tem trazido um conjunto de funcionalidades que favorecem seu uso em ambientes acadêmicos, bem como em práticas educativas de nível fundamental e médio, devido à considerável economia de tempo e recursos para reunir professores e estudantes e desenvolver atividades em equipes. Entretanto, além dos muitos dos potenciais, existem limites educativos nesta modalidade. Por isso é necessário um extenso planejamento da atividade, teste das ferramentas, escolha dos recursos mais adequados, elaboração de material para a aula, e vários outros cuidados que devem ser tomados antes de executar atividades na modalidade de webconferência.²³²

Um ponto importante a se comentar é que por conta da recente crise mundial causada pela pandemia de COVID-19, as metodologias de ensino-aprendizagem sofreram uma drástica e repentina mudança, e muitas das atividades educativas que antes eram realizadas (quase exclusivamente) de forma presencial, tiveram que se adaptar para a realização de forma *online* – com exceção é claro, dos cursos que já aconteciam na modalidade EaD. Com isso, muitos professores e alunos, bem como suas instituições, tiveram de aprender a utilizar as TICs/TDICs para que as atividades didáticas não fossem interrompidas.²³³ Consequentemente,

várias plataformas (gratuitas ou pagas) se adaptaram, e outras surgiram, para auxiliar nesta tarefa e minimizar os prejuízos.

Assim, como exemplos de ferramentas úteis para a aplicação de aulas e atividades síncronas, seja por webconferência ou apenas para contato direto com alunos em tempo real, temos: o *Google Meet* (Figura 20),²³⁴ que faz parte da suíte de aplicativos do *Google*, uma plataforma gratuita que possibilita a realização de reuniões em vídeo com capacidade para mais de 200 participantes, onde estes podem conversar entre si (utilizando o microfone do seu dispositivo) e visualizar uns aos outros (por meio da câmera do PC, celular ou *tablet*), ou apenas um deles pode realizar a apresentação enquanto os demais assistem e conversam abertamente pelo *chat* que fica disponível durante a atividade; e o *Microsoft Teams*,²³⁵ que possui funções semelhantes e ainda permite o compartilhamento de arquivos via recursos do pacote *Microsoft Office*.²³³ Em ambos, o professor pode compartilhar a tela do seu dispositivo com seus discentes, para que estes acompanhem o conteúdo conforme ele vai realizando a aula. Também é possível enviar e baixar arquivos diversos, tanto pelo *chat* que é iniciado no momento da atividade, quanto em um espaço para armazenamento de arquivos. Por fim, essas ferramentas permitem ainda que o professor crie turmas ou grupos de alunos específicos, o que facilita a organização e planejamento das próximas aulas, já que todas as informações ficam salvas em um histórico específico para cada “sala virtual”.

Também podem ser utilizados os aplicativos de mensagens e chamadas de vídeo, que estão presentes de forma quase unânime nos dispositivos móveis. O popular *WhatsApp*²³⁶ é um recurso que vem sendo utilizado não só

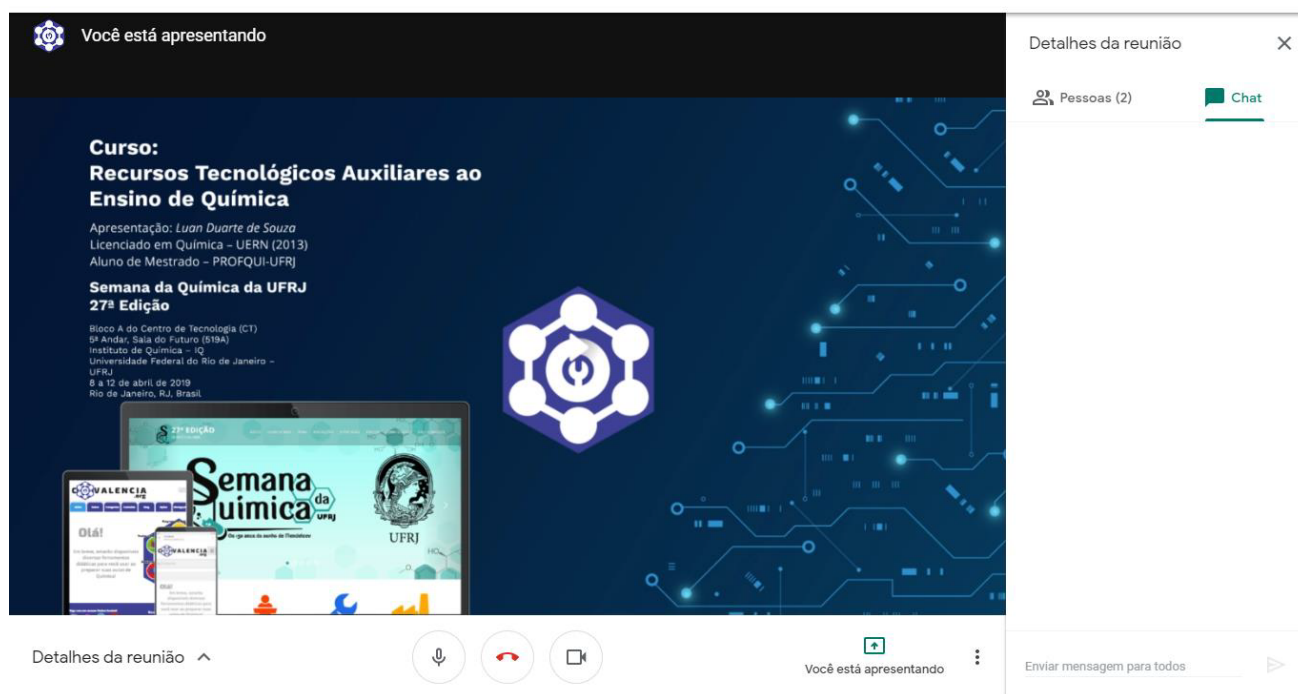


Figura 20. Captura de tela mostrando um exemplo da utilização do recurso *Google Meet* para a realização de aulas *online*. No lado direito é possível ver a ferramenta *chat* e a quantidade de participantes, e no centro o compartilhamento de tela do apresentador, bem como as funções de configuração

para o envio de mensagens instantâneas e arquivos de mídias diversas, mas para a execução de atividades educacionais síncronas. Com ele é possível realizar chamadas em vídeo utilizando o celular, *tablet* ou qualquer computador – desde que tenham câmera e microfone funcionais, ferramentas essenciais à atividade. A versão de navegador do aplicativo (*WhatsApp Web*²³⁷) também permite esta funcionalidade.²³⁸ Outras opções semelhantes são o *Messenger*,²³⁹ aplicativo de *chat* da rede social *Facebook*, e o *Google Hangouts*,²⁴⁰ *app* de chamadas de vídeo que já vem instalado na grande maioria dos celulares que utilizam os serviços do *Google*. Outros aplicativos com funções semelhantes e já bastante utilizados no meio empresarial são o *Skype*²⁴¹ e o *Zoom*.^{232,242} Porém, em relação ao *Google Meet* e o *Microsoft Teams*, os recursos citados neste parágrafo possuem algumas limitações, como: número reduzido de participantes por sessão da atividade, não ter a possibilidade de compartilhar a tela (em alguns), possuir funções pagas, entre outras.

Dessa forma, é essencial conhecer as características técnicas de cada recurso, testar previamente cada um deles, bem como avaliar a proposta pedagógica da atividade a ser realizada, antes de executar aulas na modalidade de webconferência. Também é importante refletir sobre as alternativas metodológicas de condução de aulas virtuais síncronas utilizando esses sistemas, com o apoio das TICs/TDICs, pois isso é fundamental para se estar preparado para utilizar destes recursos e se programar para a superação dos possíveis desafios que podem ser enfrentados nesse tipo de aula.

3. Considerações Finais

Como foi visto neste artigo, várias são as abordagens educacionais que podem ser utilizadas para auxiliar o Ensino de Química fazendo uso de recursos tecnológicos, dispositivos móveis, ferramentas digitais, entre outras aplicações. Estas abordagens podem ser inseridas dentro do ensino tradicional (empregando recursos diversos em sala de aula) e também em contextos inovadores (como ocorre na aprendizagem móvel, na sala de aula invertida, EaD, e etc.). Além disso, estas ferramentas podem ser bem empregadas em momentos de crise e situações emergenciais, como o caso da atual pandemia de COVID-19, que impactou o modelo tradicional de educação.

Por conta da pandemia, a educação sofreu uma rápida mudança que afetou diretamente instituições de ensino em todos os níveis, bem como professores, alunos, e seus familiares. Milhares de escolas, faculdades e centros educacionais foram fechados – além de outros setores da sociedade. Neste contexto, a utilização das TICs/TDICs, especialmente na docência, foi (e está sendo) de fundamental importância para a continuidade dos processos de ensino-aprendizagem. Isso ocasionou um desafio enorme para os profissionais da educação e seus discentes, que tiveram de se adaptar a esta realidade e alternar o modelo presencial

de educação para a modalidade EaD (quando esta não era aplicada parcial ou totalmente). Isso, sem perder a qualidade no ensino ou tentando promover melhorias no mesmo.

A adoção dos recursos tecnológicos na prática educativa em Química requer um bom planejamento, cuja metodologia esteja centrada na realidade da vida cotidiana e no aspecto social dos docentes e, principalmente, dos discentes. Dessa forma, o método empregado pelo professor deverá ter por meta envolver o aluno no estudo da Química, por meio da análise e da elucidação dos fenômenos do mundo natural e virtual. Além disso, tanto a prática de adaptar o modelo educacional ao contexto atual, quanto a utilização dos conceitos químicos e ferramentas disponíveis para fazer uma relação com a realidade e dar continuidade ao processo educacional, podem demonstrar para o aluno que a Química (bem como a ciência, ou o ensino-aprendizagem em si), não é algo estático – como pode parecer para ele – e se adapta à realidade e ao momento em que ele vive.

Todavia, a evolução tecnológica e digital nem sempre é acompanhada pelos processos formativos dos docentes ou pelos profissionais que já atuam na educação básica há anos. De modo que muitos deles não têm tempo para aprender sobre o uso das TICs/TDICs, ou mesmo se reciclar, capacitar ou complementar sua prática pedagógica buscando o uso das novas tecnologias – ou estar ciente das atualizações conceituais da disciplina. Muitos docentes só percebem isso durante a elaboração de práticas utilizando novos recursos – e constataam que sua capacitação tecnológica durante a formação, ou mesmo após esta, pode estar defasada. Isso é um problema ainda maior para a grande parcela dos educadores que atuam nas escolas públicas, cuja carga horária é elevada e o tempo para preparar aulas e buscar material de apoio é bastante curto.

Além dessas dificuldades, outros problemas como a falta de infraestrutura, de acesso à informação, de políticas governamentais de incentivo ao uso das TICs/TDICs, e até de acesso à internet, podem ser alguns dos entraves que dificultam o uso das novas tecnologias no ensino. Ou seja, não depende apenas de o docente estar apto para utilizar as ferramentas tecnológicas atuais para complementar o ensino, e sim de um conjunto de ações e fatores que favoreçam a implementação de metodologias educativas inovadoras, a fim de melhorar a aprendizagem ou trabalhar para que esta não seja interrompida por conta de circunstâncias emergenciais. Por isso, é necessário facilitar aos docentes o acesso e o uso dessas tecnologias e promover o ensino ou divulgação de ferramentas e práticas que possam ser utilizadas para melhorar sua docência, seja no contexto escolar ou em momentos emergenciais – e é neste sentido de auxiliar os educadores que este texto se propõe.

Por fim, a lista de recursos tecnológicos que podem ser utilizados para o Ensino de Química – bem como outras áreas – é bastante ampla. E ela pode ser ainda maior no futuro, visto que a evolução tecnológica possibilita ou torna necessária a criação de novas ferramentas educacionais (e

faz com que algumas se tornem obsoletas). Com isso em mente, o presente artigo apresentou, mesmo que de forma simples e resumida, algumas das funcionalidades atuais que podem ser utilizadas no ensino-aprendizagem de Química. Apesar de aparentemente extensa, esta revisão apenas “arranha a superfície” da discussão sobre cada tópico, visto que cada um deles é digno de um amplo estudo individual – como uma dissertação, tese ou mesmo um artigo de revisão unicamente sobre o ponto em questão. Além disso, este artigo apontou caminhos para a pesquisa e utilização de recursos tecnológicos no ensino, apresentando algumas das ferramentas que podem ser utilizadas, exemplos de abordagens que podem ser feitas, e onde encontrar tais materiais.

Agradecimentos

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

Referências Bibliográficas

1. Souza, L. D.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
2. Serafim, M. L.; Souza, M. P.; Em *Tecnologias digitais na educação*; Sousa, R. P.; Moita, F. M. C. S. C.; Carvalho, A. B. G., orgs.; EDUEPB: Campina Grande, 2011, cap. 1. [Link]
3. Brasil. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. [Link]
4. Brasil. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais / Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002. [Link]
5. Brasil. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. [Link]
6. Soares, R.; Mello, M. C. S.; Silva, C. M.; Machado, W.; Arbilla, G.; Online Chemistry Education Challenges for Rio de Janeiro Students during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education* **2020**, 97, 3396. [CrossRef]
7. Qiang, Z.; Obando, A. G.; Chen, Y.; Ye, C.; Revisiting Distance Learning Resources for Undergraduate Research and Lab Activities during COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education* **2020**, 97, 3446. [CrossRef]
8. Talanquer, V.; Bucat, R.; Tasker, R.; Mahaffy, P. G.; Lessons from a Pandemic: Educating for Complexity, Change, Uncertainty, Vulnerability, and Resilience. *Journal of Chemical Education* **2020**, 97, 2696. [CrossRef]
9. Ferreira, M. P.; Suzuki, R. M.; Bonafe, E. G.; Matsushita, M.; Berton, S. B. R.; Ferramentas Tecnológicas Disponíveis Gratuitamente para Uso no Ensino de Química: Uma Revisão. *Revista Virtual de Química* **2019**, 11, 1011. [CrossRef]
10. Costa, A. C. J.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. [Link]
11. Lévy, P.; *Cibercultura*, 1a ed., Editora 34: São Paulo, 1999.
12. Costa, R. D.; Em *Linguagem e ensino – relação entre ciência e sociedade na educação tecnológica*; Negreiro, C. A.; Ribeiro, M. L. M.; Nunes, A. O., orgs.; Editora da IFRN: Ipanguaçu, 2008, cap. 12.
13. Moreno, E. L.; Heidelmann, S. P.; Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola* **2017**, 39, 12. [CrossRef]
14. Giordan, M.; Ferramentas de busca na web. *Química Nova na Escola* **1998**, 7, 15. [Link]
15. UNESCO. *Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel*. Brasília: UNESCO, 2014. [Link]
16. Carvalho, A. A. A.; Em *Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários*; Carvalho, A. A. A., org; Ministério da Educação, Direção-Geral da Educação: Portugal, 2015, cap. 1. [Link]
17. Soneto, A. H. S.; Behar, P. A.; M-Learning: reflexões e perspectivas com o uso de aplicativos educacionais. *Nuevas Ideas en Informática Educativa* **2015**, 11, 521. [Link]
18. Shariman, T. P. N. T.; Talib, O.; *Resumos da 14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age – CELDA*, Algarve, Portugal, 2017. [Link]
19. Nichele, A. G.; Schlemmer, E.; Aplicativos para o ensino aprendizagem de química. *CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação* **2014**, 12, 1. [CrossRef]
20. Williams, A. J.; Pence, H. E.; Smartphones, a powerful tool in the chemistry classroom. *Journal of Chemical Education* **2011**, 88, 683. [CrossRef]
21. Batista, G. C.; Lima, A. R.; Crisóstomo, L. C. S.; Marinho, M. M.; Marinho, E. S.; Softwares para o ensino de química: ChemsSketch® um poderoso recurso didático. *Revista Educacional Interdisciplinar* **2016**, 5, 1. [Link]
22. Oliveira, F. C.; Souto, D. L. P.; Carvalho, J. W. P.; Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. *Revista Tecnologias na Educação* **2016**, 8, 1. [Link]
23. Sítio ChemSketch. Disponível em: <<https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
24. Sítio BKChem. Disponível em: <<https://bkchem.br.uptodown.com/windows>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
25. Sítio Avogadro. Disponível em: <<https://sourceforge.net/projects/avogadro/files/latest/download>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
26. Sítio ChemDoodle. Disponível em: <<https://www.chemdoodle.com>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
27. Sítio ChemDoodle 3D. Disponível em: <<https://www.chemdoodle.com/3d>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
28. Sítio Jmol / Jsmol. Disponível em: <<http://jmol.sourceforge.net>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
29. Sítio ChemDraw. Disponível em: <<https://www.perkinelmer.com/category/chemdraw>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
30. Sítio Mnova. Disponível em: <<https://mestrelab.com/download/mnova>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
31. Sítio ChemAxon. Disponível em: <<https://chemaxon.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
32. Sítio Atomdroid. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.atomdroid&hl=pt_BR>. Acesso em: 22 outubro 2020.

33. Feldt, J.; Mata, R. A.; Dieterich, J. M.; Atomdroid: a computational chemistry tool for mobile platforms. *Journal of Chemical Information Modeling* **2012**, 52, 1072. [CrossRef]
34. Abadia da Silva, P.; Lima, C. A. M.; Silva, C. P.; Albuquerque, O.; *Anais do CIET: EnPED*, São Paulo, Brasil, 2018. [Link]
35. Sítio Fábrica de Aplicativos. Disponível em: <<http://fabricadeaplicativos.com.br>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
36. Lima, E. R. P. O.; Moita, F. M. G. S. C.; Em *Tecnologias digitais na educação*; Sousa, R. P.; Moita, F. M. C. S. C.; Carvalho, A. B. G., orgs; EDUEPB: Campina Grande, 2011, cap. 5. [Link]
37. Ferreira, V. F.; As tecnologias interativas no ensino. *Química Nova* **1998**, 21, 780. [CrossRef]
38. Santos, A. R.; Firme, C. L.; Barros, J. C.; A internet como fonte de informação bibliográfica em química. *Química Nova* **2008**, 31, 445. [CrossRef]
39. Sítio Google. Disponível em: <<https://www.google.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
40. Sítio Bing. Disponível em: <<https://www.bing.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
41. Sítio Portal (internet). Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal_\(internet\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal_(internet))>. Acesso em: 22 outubro 2020.
42. Sítio Acervo EducaRede. Disponível em: <<https://www.aberta.org.br/educarede/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
43. Sítio Iniciativa Educação Aberta. Disponível em: <<https://aberta.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
44. Sítio Portal Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
45. Sítio Portal do Professor. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
46. Sítio Portal Domínio Público. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
47. Sítio Portal eduCAPES. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
48. Sítio Portal Mundo Educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
49. Sítio Toda Matéria. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
50. Sítio Wikipédia. Disponível em: <<https://www.wikipedia.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
51. Silveira, I. F.; Em *Objetos de aprendizagem: introdução e fundamentos*; Braga, J. C., org.; Editora da UFABC: Santo André, 2014, cap. 8. [Link]
52. Sítio Banco Internacional de Objetos Educacionais. Disponível em: <<http://objetoseducacionais.mec.gov.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
53. Sítio Lista de repositórios de recursos educacionais disponíveis online. Disponível em: <https://pt.wikiversity.org/wiki/Lista_de_reposit%C3%B3rios_de_recursos_educacionais_dispon%C3%ADveis_online>. Acesso em: 22 outubro 2020.
54. Sítio A Graça da Química. Disponível em: <<http://agradaquimica.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
55. Sítio Allchemy. Disponível em: <<http://allchemy.iq.usp.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
56. Sítio Chemkeys. Disponível em: <<http://chemkeys.com/br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
57. Sítio Covalência. Disponível em: <<https://www.covalencia.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
58. Sítio e-Química. Disponível em: <<http://www.e-quimica.iq.unesp.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
59. Sítio LabVirt. Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
60. Sítio LDSE. Disponível em: <<http://www.ldse.ufc.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
61. Sítio LEUTEQ. Disponível em: <<http://www.leuteq.ufrpe.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
62. Sítio Manual da Química. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
63. Sítio Ptable. Disponível em: <<https://ptable.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
64. Sítio Quid+. Disponível em: <<http://quid.s bq.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
65. Sítio QuiFácil. Disponível em: <<https://www.quifacil.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
66. Sítio Quimidex. Disponível em: <<https://quimidex.ufsc.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
67. Sítio Química Nova Interativa. Disponível em: <<http://qnint.s bq.org.br/novo/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
68. Química Sem Segredos. Disponível em: <<http://quimicasemsegredos.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
69. Sítio Portal Só Química. Disponível em: <<https://www.soq.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
70. Sítio Tabela Periódica.org. Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
71. Rezende, C. M.; Ano Internacional da Química. Editorial. *Química Nova* **2011**, 34, 3. [CrossRef]
72. Rezende, C. M.; Ferreira, V. F.; O sucesso do Ano Internacional da Química no Brasil. *Química Nova* **2011**, 34, 1681. [CrossRef]
73. Sítio Education. Disponível em: <<https://edu.rsc.org/resources>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
74. Sítio Royal Society of Chemistry. Disponível em: <<https://www.rsc.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
75. Sítio Gold Book IUPAC. Disponível em: <<http://goldbook.iupac.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
76. Sítio IUPAC. Disponível em: <<https://iupac.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
77. Sítio Chem4Kids. Disponível em: <<http://www.chem4kids.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
78. Sítio A Química das Coisas. Disponível em: <<http://www.aquimicadascoisas.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
79. Barro, M. R.; Ferreira, J. Q.; Queiroz, S. L.; *Blogs: Aplicação na Educação em Química. Química Nova na Escola* **2008**, 30, 10. [Link]
80. Barro, M. R.; Veras, L.; Queiroz, S. L.; *Blogs no ensino de química: análise de comentários publicados em disciplina de comunicação científica. Química Nova* **2016**, 39, 238. [CrossRef]
81. Barro, M. R.; Baffa, A.; Queiroz, S. L.; *Blogs na formação inicial de professores de Química. Química Nova na Escola* **2014**, 36, 4. [CrossRef]
82. Sítio Blogs de Ciência. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
83. Sítio ScienceBlogs. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/sbbr/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
84. Sítio Clube da Química. Disponível em: <<https://clubedaquimica.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.

85. Sítio Em Síntese. Disponível em: <<https://www.emsintese.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
86. Sítio Ensino de Química. Disponível em: <<http://ensquimica.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
87. Sítio Ensino Virtual de Química. Disponível em: <<https://ensinovirtualdequimica.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
88. Sítio Histórias das Ciências. Disponível em: <<http://historiasdasciencias.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
89. Sítio Pesquisas de Química. Disponível em: <<https://pesquisasdequimica.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
90. Sítio Química Ensinada. Disponível em: <<https://quimicaensinada.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
91. Sítio Química Periódica. Disponível em: <<https://www.marquecomx.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
92. Sítio Quimilokos. Disponível em: <<https://quimilokos.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
93. Sítio Simplesmente Química. Disponível em: <<https://quimichristian.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
94. Sítio Química para Todos. Disponível em: <<https://quimicaptids.blogspot.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
95. Leonardo, R. N.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
96. Raupp, D.; Eichler, M. L.; A rede social Facebook e suas aplicações no ensino de química. *Revista Novas Tecnologias na Educação* **2012**, 10, 1. [CrossRef]
97. Sítio Facebook. Disponível em: <<https://www.facebook.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
98. Patrício, M. R.; Gonçalves, V.; *Resumos do Encontro Internacional TIC e Educação*, Lisboa, Portugal, 2010. [Link]
99. Sítio Instagram. Disponível em: <<https://www.instagram.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
100. Sítio Twitter. Disponível em: <<https://twitter.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
101. Sítio LinkedIn. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
102. Hurst, G. A.; Utilizing Snapchat To Facilitate Engagement with and Contextualization of Undergraduate Chemistry. *Journal of Chemical Education* **2018**, 95, 1875. [CrossRef]
103. Pereira, V. C.; Silva, C. B. M.; Maciel, C.; Em *Educação a Distância: Ambientes Virtuais de Aprendizagem*; Maciel, C., org.; EdUFMT: Cuiabá, 2018, cap. 3. [Link]
104. Barros, M. G.; Carvalho, A. B. G.; Em *Tecnologias digitais na educação*; Souza, R. P.; Moita, F. M. C. S. C.; Carvalho, A. B. G., orgs.; EDUEPB: Campina Grande, 2011, cap. 8. [Link]
105. Dotta, S.; *Aulas virtuais síncronas: Condução de webconferência multimodal e multimídia em Educação a Distância*; Dotta, S., org.; Editora da UFABC: Santo André, 2014. [Link]
106. Sítio Moodle. Disponível em: <<https://moodle.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
107. Sítio e-Proinfo. Disponível em: <<http://e-proinfo.mec.gov.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
108. Sítio TelEduc. Disponível em: <http://teleduc4.multimeios.ufc.br/pagina_inicial/autenticacao_cadastro.php>. Acesso em: 22 outubro 2020.
109. Sítio Blackboard. Disponível em: <<https://www.blackboard.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
110. Sítio Schoology. Disponível em: <<https://www.schoology.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
111. Sítio EAD - Colégio Pedro II. Disponível em: <<https://ead.cp2.g12.br/login/index.php>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
112. Sítio AVA @ UFRJ. Disponível em: <<http://ambientevirtual.nce.ufrj.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
113. Sítio e-Disciplinas. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/acessar/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
114. Sítio Edmodo. Disponível em: <<https://new.edmodo.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
115. Gomes, C. M.; Em *Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários*; Carvalho, A. A. A., org; Ministério da Educação, Direção-Geral da Educação: Portugal, 2015, cap. 7. [Link]
116. Andrade, J. B.; Química Nova e JBCS: os periódicos de química de maior fator de impacto na América Latina. *Química Nova* **2002**, 25, 891. [CrossRef]
117. Maceno, N. G.; Guimarães, O. M.; A inovação na área de educação química. *Química Nova na Escola* **2013**, 35, 48. [Link]
118. Sítio PubliSBQ. Disponível em: <<http://publi.s bq.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
119. Silva, G. S.; Santos, D. O.; Formação de professores em publicações em publicações da revista Química Nova na Escola na última década. *Scientia Plena* **2015**, 11, 1. [Link]
120. Ribeiro, A. A.; Greca, I. M.; Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. *Química Nova* **2003**, 26, 542. [CrossRef]
121. Treruya, L. C.; Marson, G. A.; Ferreira, C. R.; Arroio, A.; Visualização no ensino de química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. *Química Nova* **2013**, 36, 561. [CrossRef]
122. Sítio Chemistry Education Research and Practice. Disponível em: <<https://www.rsc.org/journals-books-databases/about-journals/chemistry-education-research-practice/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
123. Sítio Computers & Education. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/computers-and-education>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
124. Sítio Education in Chemistry. Disponível em: <<https://edu.rsc.org/eic>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
125. Sítio Educational and Training Technology International. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/toc/rrie18/current>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
126. Sítio Educational Technology Research and Development. Disponível em: <<https://www.springer.com/journal/11423>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
127. Sítio International Journal of Science Education. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/toc/tsed20/current>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
128. Sítio Journal of Chemical Education. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/journal/jceda8>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
129. Sítio Journal of Research in Science Teaching. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10982736>>. Acesso em: 22 outubro 2020.

130. Sítio Journal of Science Education and Technology. Disponível em: <<https://www.springer.com/journal/10956>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
131. Sítio Problems of Education in the 21st Century. Disponível em: <<http://www.scientiasocialis.lt/pec/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
132. Sítio Research in Science Education. Disponível em: <<https://www.springer.com/journal/11165>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
133. Sítio Review of Educational Research. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/home/rev>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
134. Sítio Review of Research in Education. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/home/rre>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
135. Sítio Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Disponível em: <<http://reec.uvigo.es/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
136. Sítio Science & Education. Disponível em: <<https://www.springer.com/journal/11191>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
137. Sítio Studies in Science Education. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/toc/RSSE20/current>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
138. Sítio Portal de Periódicos da CAPES. Disponível em: <<https://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
139. Sítio ScienceDirect. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
140. Sítio Scopus. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
141. Sítio Web of Science. Disponível em: <<http://www.webofknowledge.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
142. Sítio ChemSpider. Disponível em: <<http://www.chemspider.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
143. Sítio ERIC. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
144. Sítio SciELO. Disponível em: <<https://www.scielo.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
145. Sítio SAGE Journals. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
146. Sítio Project MUSE. Disponível em: <<https://muse.jhu.edu/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
147. Sítio Google Scholar. Disponível em: <<https://scholar.google.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
148. Sítio Plataforma Lattes. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
149. Silveira, M. P.; Kiouranis, N. M. M.; A música e o ensino de química. *Química Nova na Escola* **2008**, 28, 28. [Link]
150. Oliveira, T. C.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
151. Moura, A.; Carvalho, A. A. A.; Podcast: potencialidades na educação. *Revista PRISMA.COM* **2006**, 3, 88. [Link]
152. Sítio Feed. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Feed>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
153. Sítio RSS. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/RSS>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
154. Sítio Moléculas. Disponível em: <<http://www.ladmolqm.com.br/moleculas/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
155. Sítio Deviante. Disponível em: <<https://www.deviante.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
156. Sítio Periodic Table: Podcast. Disponível em: <<https://www.rsc.org/periodic-table/podcast>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
157. Sítio International Year of the Periodic Table. Disponível em: <<https://www.rsc.org/iypt>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
158. Sítio do Software Audacity. Disponível em: <<https://www.audacityteam.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
159. Eichler, J. F.; Peeples, J.; Flipped classroom modules for large enrollment general chemistry courses: a low barrier approach to increase active learning and improve student grades. *Chemistry Education Research and Practice* **2015**, 17, 197. [CrossRef]
160. Ryan, M. D.; Reid, S. A.; Impact of the flipped classroom on student performance and retention: a parallel controlled study in general chemistry. *Journal of Chemical Education* **2016**, 93, 13. [CrossRef]
161. Gibin, G. B.; Ferreira, L. H.; Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. *Química Nova na Escola* **2013**, 35, 19. [Link]
162. Sítio Canva. Disponível em: <<https://www.canva.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
163. Sítio Freepick. Disponível em: <<https://www.freepik.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
164. Sítio Creative Commons. Disponível em: <<https://br.creativecommons.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
165. Sítio Compound Interest. Disponível em: <<https://www.compoundchem.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
166. Silva, J. L.; Silva, D. A.; Martini, C.; Domingos, D. C. A.; Leal, P. G.; Benedetti Filho, E.; Fiorucci, A. R.; A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. *Química Nova na Escola* **2012**, 34, 189. [Link]
167. Souza, J. I. R.; Leite, B. S.; Utilização das Séries de TV no Ensino de Química. *Revista Virtual de Química* **2018**, 10, 749. [CrossRef]
168. Bezerra, T. B. M. S.; Aquino, K. A. S.; Cavalcante, P. S.; A produção audiovisual como ferramenta para construção do conhecimento na perspectiva de uma aprendizagem significativa. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica* **2016**, 2, 341. [Link]
169. Aquino, K. A. S.; Cavalcante, P. S.; Análise da construção de conhecimento significativo utilizando a produção de curtas metragens no ensino de química orgânica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2017**, 16, 117. [Link]
170. Campos, A. R.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
171. Campos Júnior, I. C. S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
172. Sítio YouTube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
173. Sítio Vimeo. Disponível em: <<https://vimeo.com/pt-br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
174. Sítio Universidade da Química. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCHyeOQ0-Td0Dv3xf0dWu3g>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
175. Sítio UNIVESP. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCBL2tfrwhEhX52Dze_aO3zA>. Acesso em: 22 outubro 2020.

176. Sítio Periodic Videos. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCtESv1e7ntJaLJYKIO1FoYw>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
177. Sítio aiq2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UChjx8sWL1I4TWcUaBfwAIJw>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
178. Sítio LIFE CAPES UFRJ. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCMfa9XktQpYXdlkClb47jw>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
179. Sítio Manual do Mundo. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ>. Acesso em: 22 outubro 2020.
180. Sítio Socrática Português. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UC7jjKujqFMDowqOWM55wvgw>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
181. Sítio Revista Virtual de Química. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UC3jm1XOsLXp5CKiVFRp7AHg>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
182. Sítio Ciência em Ação. Disponível em: <<https://www.youtube.com/user/plvalim>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
183. Sítio Descomplica. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCT0JugAtGmqiYkwxFZOwAtg>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
184. Sítio Fórmula de Soluções. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCR_m2yUZAzb3vprN5I2Ip2g>. Acesso em: 22 outubro 2020.
185. Sítio Oquimijuda. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UC77PZHDYceo1j2xPcuU_IPQ>. Acesso em: 22 outubro 2020.
186. Sítio QuiFacil. Disponível em: <<https://www.youtube.com/user/QuiFacil>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
187. Sítio Química Alceudispor. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCIB5N9YXDJ4_0k3eKFB48_Q>. Acesso em: 22 outubro 2020.
188. Sítio Química do Sucesso. Disponível em: <<https://www.youtube.com/user/QuimicadoSucesso>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
189. Sítio Química Simples. Disponível em: <<https://www.youtube.com/quimicasimples>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
190. Sítio Senta que lá vem Química. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCoApezADwedxLaG2p22afaA/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
191. Sítio Khan Academy. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
192. Sítio e-Aulas. Disponível em: <<http://eaulas.usp.br/portal/home>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
193. Sítio Ciência Tube. Disponível em: <<http://www.cienciatube.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
194. Sítio Cursou. Disponível em: <<https://www.cursou.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
195. Sítio Curta Na Escola. Disponível em: <<http://www.curtanaescola.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
196. Sítio Porta Curtas. Disponível em: <<http://portacurtas.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
197. Sítio TV Escola. Disponível em: <<https://tvescola.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
198. Sítio Netflix. Disponível em: <<https://www.netflix.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
199. Teacherflix. Disponível em: <<https://teacherflix.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
200. Sítio Edpuzzle. Disponível em: <<https://edpuzzle.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
201. Sítio PowerPoint. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/powerpoint>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
202. Sítio Prezi. Disponível em: <<https://prezi.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
203. Sítio Nearpod. Disponível em: <<https://nearpod.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
204. Sítio Apresentação da Dissertação by Luan Duarte on Prezi Next. Disponível em: <<https://prezi.com/view/Foc3UcDWiwRgg2iuAyrk/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
205. Oliveira, S. F.; Melo, N. F.; Silva, J. T.; Vasconcelos, E. A.; Softwares de simulação no ensino de atomística: experiências computacionais para evidenciar micromundos. *Química Nova na Escola* **2013**, 35, 147. [Link]
206. Sítio do Software Virtual Lab. Disponível em: <<http://virtuallab.pearson.com.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
207. Sítio MolView. Disponível em: <<https://molview.org/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
208. Sítio PhET. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 22 outubro 2020.
209. Dietrich, N.; Escape classroom: the Leblanc process—An educational “escape game”. *Journal of Chemical Education* **2018**, 95, 996. [CrossRef]
210. Godoi, T. A. F.; Oliveira, H. P. M.; Codognoto, L.; Tabela periódica - um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. *Química Nova na Escola* **2010**, 32, 22. [Link]
211. Benedetti Filho, E.; Fiorucci, A. R.; Benedetti, L. P. S.; Craveiro, J. A.; Palavras cruzadas como recurso didático no ensino de teoria atômica. *Química Nova na Escola* **2009**, 31, 88. [Link]
212. Focetola, P. B. M.; Castro, P. J.; Souza, A. C. J.; Grion, L. S.; Pedro, N. C. S.; Iack, R. S.; Almeida, R. X.; Oliveira, A. C.; Barros, C. V. T.; Vaitsman, E.; Brandão, J. B.; Guerra, A. C. O.; Silva, J. F. M.; Os jogos educacionais de cartas como estratégia de Ensino em Química. *Química Nova na Escola* **2012**, 34, 248. [Link]
213. Zanon, D. A. V.; Guerreiro, M. A. S.; Oliveira, R. C.; Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciência e Cognição* **2008**, 13, 72. [Link]
214. Nowosielski, D. A.; Use of a concentration game for environmental chemistry class review. *Journal of Chemical Education* **2007**, 84, 239. [CrossRef]
215. Sítio Educaplay. Disponível em: <<https://www.educaplay.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
216. Sítio Google Forms. Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
217. Sítio SurveyMonkey. Disponível em: <<https://pt.surveymonkey.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
218. Sítio Socrative. Disponível em: <<https://www.socrative.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
219. Cruz, S.; Em *Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários*; Carvalho, A. A. A., org.; Ministério da Educação, Direção-Geral da Educação: Portugal, 2015, cap. 17. [Link]

220. Souza, G. B.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
221. Sítio QR Code Generator. Disponível em: <<https://br.qr-code-generator.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
222. Sítio Revista Virtual de Química. Disponível em: <<http://rvq.sbgq.org.br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
223. Bonifácio, V. D. B.; QR-Coded Audio Periodic Table of the Elements: A Mobile-Learning Tool. *Journal of Chemical Education* **2012**, 89, 552. [CrossRef]
224. Sítio QR coded Audio Periodic Table of the Elements. Disponível em: <<https://www.sciencegeek.net/tables/QR-APTE.pdf>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
225. Sítio Manual de Estratégias para o Ensino de Química Orgânica. Disponível em: <<https://profqui.iq.ufrj.br/ensino-hibrido-em-foco-manual-de-estrategias-para-o-ensino-de-quimica-organica/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
226. Saldanha, L. D.; Rezende, M. J. C.; Silva, B. V.; *Uma Proposta Metodológica usando o tema Biodiesel para a Química no Ensino Médio*, 1a ed., PROFQUI-UFRJ: Rio de Janeiro, 2019. [Link]
227. Saldanha, L. D.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
228. Sítio Rockstar e a origem do metal – uma história sobre os átomos e as estrelas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LZa5H-HyN14&t>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
229. Sítio Livros da Coleção Química no Cotidiano – Quid+. Disponível em: <<http://quid.sbgq.org.br/livros-colecao-quimica-cotidiano/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
230. Sítio Duelo de Química – LDSE. Disponível em: <<http://www.ldse.ufc.br/duelodequimica/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
231. Sítio Geometria Molecular – PhET. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_pt_BR.html>. Acesso em: 22 outubro 2020.
232. Dotta, S.; *Em Aulas virtuais síncronas: Condução de webconferência multimodal e multimídia em Educação a Distância*; Dotta, S., org.; Editora da UFABC: Santo André, 2014, cap. 2. [Link]
233. Chiu, W.-K.; Implications for the Use of PowerPoint, Classroom Response Systems, Teams, and Whiteboard to Enhance Online Teaching of Chemistry Subjects in Community College. *Journal of Chemical Education* **2020**, 97, 3135. [CrossRef]
234. Sítio Google Meet. Disponível em: <<https://apps.google.com/meet/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
235. Sítio Microsoft Teams. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-teams/free>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
236. Sítio WhatsApp. Disponível em: <<https://www.whatsapp.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
237. Sítio WhathApp Web. Disponível em: <<https://web.whatsapp.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
238. Moreira, J. A.; Trindade, S. D.; *Em Whatsapp e educação: entre mensagens, imagens e sons*; Porto, C.; Oliveira, K. E.; Chagas, A., orgs; EDUFBA: Ilhéus, 2017, cap. 2. [CrossRef]
239. Sítio Messenger. Disponível em: <<https://www.messenger.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
240. Sítio Google Hangouts. Disponível em: <<https://hangouts.google.com/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
241. Sítio Skype. Disponível em: <<https://www.skype.com/pt-br/>>. Acesso em: 22 outubro 2020.
242. Sítio Zoom. Disponível em: <<https://zoom.us/pt-pt/meetings.html>>. Acesso em: 22 outubro 2020.