

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Química - Câmpus de Araraquara

Édison Nascimento Junior

Modelagem 3D e Ensino de Química: Proposta de uso do software J-mol como
ferramenta representacional para problemas de aprendizagem em aulas de química
no ensino médio

Araraquara
2022

Édison Nascimento Junior

Modelagem 3D e Ensino de Química: Proposta de uso do software J-mol como ferramenta representacional para problemas de aprendizagem em aulas de química no ensino médio

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Silvio Henrique Fiscarelli

Araraquara
2022

N244m Nascimento Junior, Édison
Modelagem 3D e ensino de química : proposta de uso do software J-mol
como ferramenta representacional para problemas de aprendizagem em aulas
de química no ensino médio / Édison Nascimento Junior. -- Araraquara, 2022
33 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) - Universidade
Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara
Orientador: Silvio Henrique Fiscarelli

1. Tecnologia educacional. 2. Aprendizagem computacional. 3. Estratégias
de aprendizagem. 4. Ensino Meios auxiliares. 5. Química (Ensino médio). I.
Título.

Édison Nascimento Junior

Modelagem 3D e Ensino de Química: Proposta de uso do software J-mol como ferramenta representacional para problemas de aprendizagem em aulas de química no ensino médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Química.

Araraquara, 16 de Dezembro de 2022.

Banca examinadora

Prof. Dr. Silvio Henrique Fiscarelli

Prof. Marcel Torres Alves

Prof. Wellington Lemes Ribeiro

RESUMO

A comunicação é o caráter basilar de toda interação humana, e conforme as aprimoramos, fomentamos e intensificamos um processo de ensino e aprendizagem aperfeiçoados. Visto que a química é uma área onde as abstrações se fazem necessárias para que os alunos possam exercer essa comunicação de forma coerente e científica com os conceitos, apresentar novas formas de representações desses conceitos se faz extremamente necessária. Por isso, embasado em referenciais teóricos que sustentem a importância de um processo de ensino e aprendizagem que englobem estratégias didáticas tecnológicas, esse trabalho de conclusão de curso tem como meta propor a utilização do software de modelagem em 3D, J-mol, em aulas e atividades de química com o intuito de otimizar as representações moleculares e com isso minimizar as dificuldades de aprendizagem sobre a conformação e estrutura espacial das moléculas. Para chegar a tal, a metodologia empregada se dará por um levantamento na literatura das principais dificuldades de aprendizagem acerca da conformação estrutural molecular. Então serão propostas representações em 3D que visem superar tais dificuldades e que estejam coerentes com o referencial teórico apresentado.

Palavras-chave: tecnologia educacional; aprendizagem computacional; estratégias de aprendizagem; ensino meios auxiliares; química.

ABSTRACT

Communication is the basic character of all human interaction, and as we improve it, we encourage and intensify a perfect teaching and learning process. Since chemistry is an area where abstractions are necessary so that students can exercise this communication coherently and scientifically with concepts, presenting new forms of representations of these concepts is extremely necessary. Therefore, based on theoretical references that support the importance of a teaching and learning process that encompasses technological didactic strategies, this course conclusion work aims to propose the use of the 3D modeling software, J-mol, in classes and chemistry activities to optimize molecular representations and thus minimize learning difficulties with the conformation and spatial structure of molecules. To achieve this, the methodology used will be based on a literature survey of the main learning difficulties about molecular structural conformation. The 3D representations will be proposed that aim to overcome such difficulties and that are consistent with the theoretical framework presented.

Keywords: educational technology; computational learning; learning strategies; teaching aids and devices; chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela inicial do software J-mol.....	21
Figura 2 – Exemplo de representação tridimensional de aminoácidos pelo J-mol.....	26
Figura 3 – Exemplo de representação tridimensional de diversas moléculas.....	27
Figura 4 – Representação do HBr usando o software J-mol.....	28
Figura 5 – Representação da molécula de HBr sem as ligações.....	29

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	9
2	INTRODUÇÃO.....	10
2.1	TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO NA HISTÓRIA.....	11
2.2	TECNOLOGIA PARA O ENSINO DE QUÍMICA: MODELAGEM EM 3D....	13
2.3	PROBLEMAS DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA.....	17
2.4	SOFTWARE J-MOL.....	20
3	OBJETIVOS.....	22
4	METODOLOGIA.....	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1 APRESENTAÇÃO

Advindo de uma realidade humilde, meu primeiro contato com a educação básica foi na rede Sesi de ensino, na cidade de São Carlos/SP. Lá fui apresentado a um cenário educacional que me proporcionou um desenvolvimento, mesmo que mecanizado e, no campo metodológico, predominantemente tecnicista, posso dizer que foram anos bem satisfatórios, organizados e cheio de oportunidades de experiências multiestratégicas de ensino.

Em um segundo momento, já no ensino médio, pude contrastar tudo que tinha como padrão de escola, quando comecei a frequentar a rede estadual de ensino. Ali, diante de um cenário mais defasado e sem tantos recursos disponíveis, pude sentir falta de todos os recursos tecnológicos que eu sempre tive à minha disposição. A falta desses componentes eletrônicos se agravou quando principiei o ensino médio, onde contubernei disciplinas que exigiam maior grau de incorporalidade, como no caso de química e física.

Essas faltas materiais e estruturais me levaram a conceber a ideia de que uma estrutura tecnológica, que forneça condições de planejar e executar intervenções pedagógicas multiestratégicas, trarão momentos de aprendizagem mais ricos e satisfatórios no ponto de vista do aluno.

Todos esses apontamentos culminaram em minha escolha de pesquisa, que tem como fulcro propor, através de uma base teórica, uma abordagem representacional que se utiliza de um meio tecnológico de modelagem 3D, com o objetivo de ajudar alunos a professores a tentar superar alguns problemas de aprendizagem sobre conceitos que demandam de capacidades de abstrações significativas dos alunos acerca de conceitos de química como estrutura e conformação espacial e estrutura da matéria, conceitos estes que carecem de um esforço maior que a utilização de esboços em lousa e/ou até mesmo figuras e ilustrações planas e estáticas para serem demonstradas aos alunos.

2 INTRODUÇÃO

Assim como descrito na apresentação, alunos de qualquer faixa de ensino podem apresentar demandas por aparatos tecnológicos durante seu trajeto escolar. Em uma sociedade cada vez mais digital fica mais difícil separar qualquer atividade humana da necessidade de novos aparatos tecnológicos. E na educação não é diferente, a inserção de formas de aulas assíncronas usando plataformas de ensino, como a que aconteceu durante a pandemia da COVID-19, fez vir à tona como a sociedade demanda de meios digitais para se comunicar e, muitas vezes, complementar sua rotina de estudos além de ajudar a superar possíveis problemas de aprendizagem advinda da educação tradicional. Dessa forma se faz necessária a pesquisa, utilização e desenvolvimento acadêmico de ferramentas de ensino que estejam configuradas e atualizadas com a realidade tecnológica da classe atual de estudantes. Nesse sentido essa pesquisa tenta propor o uso de uma ferramenta que vá na direção dessas demandas sociais e que possa trazer um ganho substancial na forma de como estudantes podem se comunicar com os conteúdos escolares do campo da química.

Como os demais componentes das ciências exatas, a química traz aos estudantes uma gama de conteúdos escolares que podem vir a causar desinteresses dos alunos como resposta as incomodidades advindas das dificuldades de aprendizagem, muitas dessas dificuldades aparecem como resultado direto de uma abordagem tradicional e descontextualizada (ROCHA e VASCONCELOS, 2016). Em relação ao processo de aprendizagem, se tem como características estruturais as relações interpessoais que confrontam as subjetividades existentes entre aluno, professor e o objeto de estudo, essas relações devem ser dialéticas e contemplar as dimensões cognitivas, psicomotoras, afetivas, sociais, históricas, culturais, entre várias outras (VYGOTSKY, 1987). Então se faz necessário o maior número de abordagens possíveis que tenham como cerne a otimização dessas relações entre os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, para que se alcance a diminuição de tais dificuldades de aprendizagem.

Por meio de uma revisão bibliográfica das dificuldades de aprendizagem em química, realizado por Veiga, Quenenhenn e Cargnin (2012), foram constatados

alguns pontos que parecem estar presentes na maioria dos trabalhos, o primeiro foi entendido como: “o maior problema em relação ao processo ensino-aprendizagem da disciplina de química foi a transposição dos conteúdos trabalhados pelo professor e a dificuldade de assimilação pelos alunos no momento da prova escrita”, que pode ser entendida pela ótica de que se há um problema de expressão e representação dos conteúdos pelos alunos, advindo de problemas de assimilação destes mesmos alunos, pode ser que parte dessas dificuldades estejam em como estes discentes estão recebendo tais conceitos e como eles abstraem sobre os mesmos. Os autores ainda levantam o ponto de que é necessário que professores de químicas utilizem metodologia de aprendizagem que atraiam os alunos a quererem participar mais ativamente das aulas. O Último ponto levantado por essa revisão mostra que a maior causadora dos problemas de aprendizagem em química se dá pela falta de aulas e intervenções práticas. Todos esses pontos observados neste levantamento da literatura embasam a escolha da questão de pesquisa: “*Como o uso de softwares de modelagem podem vir a trazer benefícios em aulas de química?*”. Com essa questão, este trabalho pretenderá trazer novas possibilidades de intervenções pedagógicas para lidar com tais problemas, tão notáveis em nossa sociedade escolar.

A partir deste ponto se sucederá os conceitos básicos que serão trabalhados durante a monografia, divididas em quatro tópicos que terão papel de apresentar o referencial teórico principal que será discutido durante todo o texto. O primeiro deles, “tecnologia e comunicação na história”, discorre sobre um breve resumo da importância da comunicação na história humana. O segundo tópico trará como a tecnologia impacta diretamente o ensino e aprendizagem na química, com foco na modelagem em três dimensões. O terceiro vem com o objetivo de trazer o que a academia tem de concreto sobre as dificuldades de aprendizagem na química. E o último se debruçará em apresentar o software de modelagem tridimensional J-mol.

2.1 TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO NA HISTÓRIA

É inegável que estamos em um momento único na história quando pensamos nas questões tecnológicas. A cada dia nossa capacidade de comunicação e acesso à informação é acrescida de novas possibilidades no passo em que smartphones e computadores melhores e mais acessíveis estão cada vez mais presentes nos diferentes espaços sociais. E tais mudanças têm o poder de alterar nossa forma de

viver e aprender. Uma característica que separa o ser humano de outros animais é sua capacidade de esquematizar um processo e de passar adiante seu conhecimento, como mostra Assis e Assis (2002, p.18), dizendo que:

O ser humano traz consigo ao nascer as possibilidades orgânicas de construir um sistema de signos que lhe permite comunicar-se por meio da linguagem e de construir também todo o conhecimento que durante milênios a humanidade descobriu e inventou juntamente com um sistema de princípios e valores morais vigentes na sociedade a qual pertence. Ao contrário dos animais, o homem ao nascer não traz consigo mecanismos hereditários completamente montados que são ativados ao contato com a experiência, os comportamentos que possibilitam sua adaptação ao mundo são adquiridos a partir das trocas que o bebê começa a estabelecer com o meio físico e social desde o seu nascimento.

De acordo com Blanco e Silva (1993), é difícil separar o processo de evolução humana e o processo de evolução tecnológica, já que a relação do ser humano com a natureza foi sempre mediada pela tecnologia. Olhando pela ótica da história, a datar do início da humanidade, é possível perceber que sempre houvera alguma forma de tecnologia predominante na sociedade humana, que tinha o poder de transformá-la, tanto no campo social, como no econômico e no pessoal. Não à toa que demarcamos nossa linha temporal acentuando algumas destas tecnologias: “Idade da Pedra Lascada”, “Idade do Bronze”, “Período da Pedra Polida”, etc. Até chegarmos aos dias atuais onde, segundo Khon e Moraes (2007), pelo fato da nossa sociedade estar inundado de aparatos tecnológicos e criar uma dependência funcional desta sociedade com tais meios tecnológicos, podemos nomear tal período como ‘Sociedade Digital’.

Kenski (2003) nos traz que as tecnologias vigentes em cada época da sociedade humana, quando acessíveis para o maior número de indivíduos possíveis, tem a característica de mudar extremadamente, tanto a maneira como tal sociedade se organiza, como também a sua forma de se comunicar, de se expressar, de criar cultura e, o foco deste trabalho, de ensinar e aprender. A autora ainda aduz sobre o fato de que, para que seja possível aos indivíduos se adequarem às novas realidades ofertadas a partir de um uso muito contínuo dessas novas formas de tecnologia, valores e comportamento novos advindo destas devem ser aprendidos. Com a sucessão e atualização dessas tecnologias nossa sociedade vai se atualizando, como poetizado por Lévy (1998, p.39): “Nossos pais eram camponeses;

nossos filhos trabalharão em nebulosas empresas dispostas em rede... ou pertencerão ao terceiro mundo planetário dos pobres das grandes metrópoles”. Umberto Eco acrescentará que:

Imagino que o advento dos táxis tenha arruinado os cocheiros. Quando eu era criança e íamos para o campo, lembro-me de que o velho Pietro era chamado com sua carroça para levar a minha família e as bagagens à estação. Em pouco tempo, apareceram os carros de praça e ele não tinha mais idade para tirar a carteira de motorista e se reciclar como taxista. Mas, naquela época, as inovações demoravam razoavelmente a chegar e Pietro só ficou desempregado quando estava perto de se aposentar. Hoje, as coisas estão mais rápidas... (ECO, 2003, p. A16).

Para que possamos entender essas mudanças da ‘Sociedade Moderna’, se faz necessário entender também a evolução dos dispositivos que tornaram isso possível (KHON; MORAES, 2007, p.1).

Atualmente a educação caminha em direção a uma proposta educacional cada vez mais provisora de uma interlocução dos âmbitos socioemocionais dos alunos com o caráter cognitivo destas (BRONDANI; OLIVEIRA; MEIER, 2017). No contexto atual de grande avanço tecnológico surge o carecimento de otimizar as competências, a fim de desenvolver habilidades nos alunos que estejam diretamente ligadas aos meios tecnológicos para um melhor entendimento de todo o conhecimento humanamente construído até aqui (GRESZYSCZYNSKI; CAMARGO FILHO; MONTEIRO, 2016). Portanto é claro, necessário e inevitável que caminhemos rumo ao avanço tecnológico não só para bens de consumo e entretenimento, mas também aqueles que trarão otimização e ganhos em uma de nossas atividades que nos fazem tão diferentes de outros mamíferos: educação.

2.2 TECNOLOGIA PARA O ENSINO DE QUÍMICA: MODELAGEM EM 3D

Um processo de aprendizagem sempre será mediado pelas tecnologias da sua época (KENSKE, 2003). A autora citada ainda defende que toda sociedade aplicará, nos dispositivos e plataformas tecnológicas, o papel de aglomerar, perceber e entender as diferentes maneiras de ser e agir predominantes das pessoas daquela sociedade. Lévy (1998, p. 37-40) faz um paralelo entre tecnologia e dispositivos de comunicação, para ele qualquer dispositivo tecnológico tem, por

função primordial e final, a comunicação, sendo assim, tanto os objetivos como os incentivos de cada avanço tecnológico, serão para otimizar a comunicação entre as pessoas

Pensando em moldes atuais, temos que:

Na atualidade, as tecnologias digitais oferecem novos desafios. As novas possibilidades de acesso à informação, interação e de comunicação, proporcionadas pelos computadores (e todos os seus periféricos, as redes virtuais e todas as mídias), dão origem a novas formas de aprendizagem. São comportamentos, valores e atitudes requeridas socialmente neste novo estágio de desenvolvimento da sociedade. (KENSKI, 2003, p. 4)

Como normas oficiais, antes da atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tínhamos como parâmetro que, de uma forma mais geral, a química tem o papel de fazer com que os estudantes consigam “ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas” (BRASIL, 2002, p. 27). Trazendo para a nova norma oficial, BNCC (Brasil, 2018), vemos que o trabalho pedagógico necessita estar envolvido diretamente com o campo tecnológico como descrito pelo eixo do componente curricular de Tecnologia e Inovação:

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

O fato de as normas regimentais da educação preverem o uso de tecnologias no trabalho pedagógico, somado ao fato de que a atual geração de alunos está inserida nessa realidade onde a comunicação e a busca por informações avançam no sentido de serem cada vez mais velozes e com menos barreiras, devemos refletir sobre os fatores educacionais tangenciados por esse eixo tecnológico. Pois, como salienta Kohn e Moraes (2007, p. 2), nossos estudantes estão inseridos em uma lógica social de valorização do conhecimento, onde parte da riqueza de uma nação também é medida pelo seu nível de conhecimento, tanto acadêmico quanto tecnológico. O que nos permite indagar que, se tecnologia é comunicação, e a comunicação está totalmente mediada por meios cada vez mais digitais, como

nossos alunos estão se comunicando, atualmente, com os conteúdos químicos que necessitam de um esforço de abstração muito grande? Como tais meios digitais podem favorecer essa comunicação? E quando esse problema se apresenta no ensino de química, Torricelli (2007) indagará que o processo de aprendizagem carecerá sempre do uso de símbolos, fórmulas, equações, entre outras formas representacionais, que prefigura, na maioria das vezes, ser muito custoso de ser aprendido.

Sendo assim, com o foco desse trabalho sendo na área de química, proporemos o uso de modelos representacionais pedagógicos, com intermédio de uma tecnologia de modelagem tridimensional, a fim de otimizar essa comunicação dos alunos com alguns conceitos de química que, por causa da enorme necessidade de abstração, pode levar a problemas de aprendizagem.

A escolha de um software educativo que favoreça o processo de aprendizagem dos alunos se justifica, segundo Cruz (2012), pois este se mostra mais integrado com características atuais do processo didático, permitindo aos educandos de química realizar simulações e abstrações sobre conceitos complexos, possibilitando também ao professor demonstrar características teóricas como movimentação e estruturação de moléculas, utilizando representações visuais em duas ou três dimensões.

Tem-se como modelo a ideia de uma tentativa de representação parcial de um objeto, de uma ideia, de um procedimento, ou de um evento que é pensada e propiciada com objetivos definidos, que podem ser, por exemplo, o de facilitar a visualização do que se pretende demonstrar (GILBERT; BOULTER, 1995, *apud* FERREIRA; JUSTI, 2007).

A modelagem 3D faz parte do que se entende por Realidade Virtual, que, segundo Jorge, Trindade e Fiolhais (1996), fundamenta-se em ambientes gráficos tridimensionais concebido a partir de técnicas computacionais. A modelagem em 3D estaria classificada dentro da Realidade Virtual, segundo Braga (2001), como um 'Sistema Desktop', sistema este que aglutina as formas de representação e manipulação de imagens e figuras em duas ou mais dimensões em uma tela plana de dispositivos eletrônicos, como monitores ou *displays*. O uso desse tipo de modelagem favorece o processo de 'letramento digital' que, segundo Brackmann (2017), significa "uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica de usar os

fundamentos da computação nas mais diversas áreas de conhecimento com a finalidade de resolver problemas de uma maneira individual ou colaborativa"

Valente (2003) discorre em seu trabalho que, quando o aluno interage, a partir de uma mediação do professor, com novos modelos, estes refletirão sobre os conceitos necessários para se entender tal modelo para que então realizarem nova ação.

Em um de seus escritos, Tezani (2017), afere que em uma pesquisa realizada com alunos do ensino fundamental e estes em sua totalidade mostram preferir que o professor use mais aparatos tecnológicos em suas aulas como notebook e computadores.

Com todos esses apontamentos, devemos concluir que se faz necessário repensar a prática pedagógica no que diz respeito ao uso de aparatos tecnológicos em aulas, pois:

Na cibercultura, os atores da comunicação tendem à interatividade e não mais à separação da emissão e recepção própria da mídia unidirecional de massa. Para posicionar-se nesse contexto e aí educar, os professores precisarão operar com o hipertexto, isto é, trabalhar com o contexto não-sequencial, com a montagem de conexões em rede, o que permite uma multiplicidade de recorrências entendidas como conectividade, diálogo e participação colaborativa. (SILVA, 2006, p.17).

Especificamente no campo da química umas das primeiras inferências do universo tecnológico nesta área da ciência foi, segundo uma revisão bibliográfica realizada por Leite (2019), um artigo de Trindade e Fiolhais de 1996 que apresentava o *software "Chemistry World"*, que seria a uma espécie de ambiente virtual que permitia o estudo de átomos e moléculas. Leite (2019) conclui também, através dos trabalhos de Ferreira de 1998, que a inserção da tecnologia em aulas de ciências revolucionará o ensino ao passo que proporcionam a possibilidade de os alunos terem o contato com os conceitos científicos práticos mesmo longe de um laboratório físico.

Apontamentos levantados por Gabini e Diniz (2009) discorrem sobre a importância do aspecto tecnológico na formação continuada de professores de química, e para tal propõe algumas estratégias didáticas que podem ser aplicadas por docentes. Uma dessas estratégias seria a elaboração de materiais didáticos na forma de ambientes virtuais em que links e recursos digitais seriam somados aos

conteúdos científicos trabalhados em aula. Os autores, em seus resultados, puderam observar que o uso de um ambiente virtual conseguiu promover aos professores a preparação de temas que variavam mais daqueles clássicos da química e se aproximassem mais de conteúdos presentes em seus cotidianos. Até aqui fica claro a importância que aparatos tecnológicos conseguem ter sobre o ensino e como um programa de representação tridimensional pode afetar o ensino de química em relação a possíveis problemas de aprendizagem.

2.3 PROBLEMAS DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

Para Pauletti, Fenner e Rosa (2013), a linguagem se dará como um conjunto de símbolos compreendidos por pessoas de um determinado local, no qual se depositam valores e significados constituídos historicamente a partir das atividades econômicas e sociais dessa civilização, possibilitando uma gama gigantesca de interações interpessoais. Quando chegamos em Vygotsky (1988, p. 188), estendemos que, para que dois ou mais indivíduos se entendam em um processo de comunicação, não basta que eles apenas conheçam os símbolos utilizados, mas também, dever-se-ia compreender a lógica e as motivações por trás de seus pensamentos. Em sua obra “A formação social da mente” (1987) o autor discorre que o processo de aprender se dá quando há relações interpessoais efetivas entre todas as partes envolvidas: o aluno, o professor e o objeto de estudo.

Alguns pontos problemáticos aparecem quando alunos de química tentam entender a linguagem científica que permeia essas áreas do conhecimento em comparação as formas comunicativas cotidianas; quando esses alunos tentam, como Vygotsky disse, realizar de forma efetiva essa comunicação entre ele e o objeto. Quando estes mesmos estudantes tentam apropriar-se dos conceitos científicos, pode ocorrer uma aparição ou absorção de ideias incongruentes, muitas vezes como resultado das experiências vivenciadas por eles em seu cotidiano, muitas vezes até mesmo dentro do ambiente escolar, porém, sem nenhum embasamento teórico-científico, e como resultado se tem a formação de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). Para o autor, tais obstáculos não são meramente dificuldades externas, ou mera dificuldade em se ter tal ideia de forma mais palpável, factível ou até mesmo inviável aos sentidos humanos, para ele tais obstáculos são resultados de conflitos cognitivos inerentes à vontade humana que

causam uma certa “lentidão” e dificuldades em se adaptar a ideias contrárias, já que “É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais.” (BACHELARD, 1996 p. 18).

Na literatura encontramos numerosas definições sobre o que seriam essas concepções alternativas e como elas estão relacionadas com o conhecimento. Este trabalho não se prenderá apenas as concepções alternativas ou aos obstáculos epistemológicos, mas de uma forma mais ampla, buscaremos na literatura formas mais gerais de problemas de aprendizagem que foram observadas nos processos de ensino de química e que estejam diretamente ligados ao processo de abstração dos alunos. Para o interesse dessa monografia abordaremos apenas os problemas que estejam relacionadas com os conceitos de conformação espacial e estrutural de moléculas. O método da escolha das dificuldades de aprendizagem que serão elencadas aqui estão descritas na sessão **Materiais e Métodos** todas elas serão numeradas com o intuito de ajudar a serem evocadas posteriormente.

Retomando Bachelard (1996), uma concepção alternativa mais geral (que pode ser observada não só no campo da química) será importante para a análise proposta neste artigo, seria a:

1. Experiência primeira (BACHELARD, 1996): Descrita como sendo opiniões, ideias e pensamentos pessoais, sem base científica, sobre um determinado fato observado. Geralmente cheias de generalizações e preconceitos. Associado a uma ideia de pensamento empírico afastado dos conteúdos que os norteiam, onde um experimento ou uma analogia que deveriam exercer função de auxiliar um entendimento acaba se tornando uma experiência meramente simplificadora.

No campo de estudo das propriedades da matéria Eichler, Parrat-Dayan e Da Cruz Fagundes (2016), ao fazer uma assimilação das ideias que Stavy (1990) em cima dos estudos de Piaget sobre o imaginário mental das crianças, elucida que, alguma delas, apresentam as seguintes concepções alternativas:

2. Matéria como algo efêmera: Tem-se a ideia de que quando algo já não pode ser mais percebido pelos sensores biológicos dos sentidos – visão, olfato ou tato – logo tal componente já não existe mais.

Outras concepções podem ser observadas pelos três autores citados acima quando estes sintetizaram alguns resultados obtidos nas pesquisas de Stavy (1990) em que o foco seria crianças entre 9 a 15 anos de idade (justamente a faixa etária média representada pelas turmas de interesse desse trabalho) e percebem a existência de algumas concepções alternativas. Estas concepções podem ser entendidas como:

3. Matéria como objeto sólido e concreto: Entende-se que alguns alunos concebem a ideia de matéria como algo que ao mesmo tempo se mostra abstrata, mas concreta e sólida.
4. Partículas em diferentes estados de conformação física, diferem também suas propriedades intrínsecas: Nessa formulação de pensamento, alunos tendem a teorizar por conta própria a ideia de partícula, e nela as propriedades fundamentais como peso e densidade, por exemplo, se modificam dependendo do estado físico dessa partícula.

Um trabalho bem elaborado em cima das concepções alternativas no campo da química vem de Barker (2000) que, em síntese, fornece dados sobre tais concepções dos alunos analisados em mais de dez áreas conceituais da química. Sobre a natureza e comportamento da matéria, o autor observou que existem algumas concepções alternativas, sendo essas:

5. As partículas estão em constante movimento randômico: Nesta concepção, o autor identifica que o aluno tende a pensar que partículas tendem a se movimentar de maneira desordenada e variada em detrimento de um comportamento constante e possível de prever e estipular.
6. O espaço entre as partículas é vazio: Nesta concepção os alunos apresentam dificuldades de abstrair sobre o que existe entre uma partícula e outra, tendendo a inferir algo para preencher esse espaço.

7. Há “ligações” ou forças entre as partículas: Barker (2000) discorrerá aqui sobre os alunos aplicarem uma dualidade de pensamento sobre o que ocorre entre duas partículas que estão ligadas. Para alguns casos, como no caso de um gás, os alunos tendem a conceber a ideia de força entre as partículas, ao mesmo tempo que interpretam como sendo ligações quando envolvem outros estados de conformação.

Apresentado todo esse pano de fundo, este trabalho tem como desígnio uma defesa do uso de um ambiente virtual tecnológico de modelagem 3D, na forma do J-mol, que possa promover uma interlocução entre estes problemas de aprendizagem que envolvem o processo pedagógico de química, com as potencialidades que esse software pode proporcionar um ganho significativo de comunicação de alunos do ensino médio com a química.

2.4 SOFTWARE J-MOL

O software escolhido para os fins deste artigo é um programa “*open source*” elaborado em linguagem Java Script (JMOL, s.d.). O site oficial da página que hospeda o programa está todo em inglês, e se encontra no endereço <https://jmol.sourceforge.net/>. Segundo o site oficial, com tradução literal, o programa é apresentado como:

Jmol é um visualizador gratuito e de código aberto de estruturas moleculares úteis para estudantes, educadores e pesquisadores em química, bioquímica e outros campos que lidam com a estrutura molecular. É multiplataforma, em execução no Windows, Mac OS X e Sistemas Linux / Unix. (JMOL, s.d., tradução nossa).

O site ainda, em sua ‘*homepage*’, e traduzida literalmente diz que “o J-mol é um aplicativo Java independente que é executado na área de trabalho”. Dentro do programa é possível a criação de estruturas químicas tanto pelo método de uso das ferramentas disponíveis na tela, como também usando linhas de códigos de programação em linguagem Java.

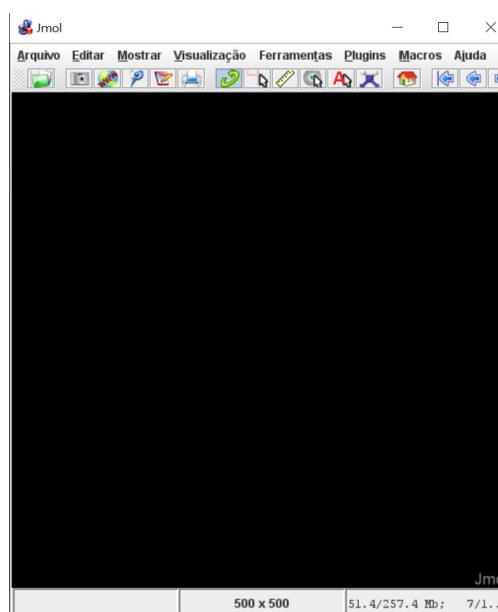
Acredito que o fato do programa se basear em uma linguagem de uso livre facilita o uso por qualquer instituição de ensino pela não obrigatoriedade de compra. E somado ao fato de ser escrito em linguagem de programação relativamente

simples, permite aos alunos desenvolverem novas aplicações para os produtos obtidos dentro do programa J-mol.

O programa em é executado apenas baixando no dispositivo de interesse, não sendo necessário sua instalação. A versão usada neste trabalho será a 14.32.59.

Sua interface inicial é simples e com botões todos no campo superior da tela como na Figura 1.

Figura 1 - Tela inicial do software J-mol



Fonte: elaborada pelo Autor (2022).

É possível criar, editar, exportar e até mesmo importar moléculas, átomos, retículos cristalinos e outras conformações estruturais, tanto simples como mais complexas. Na própria interface não existe nenhum tutorial de uso da ferramenta, mas no site oficial existe um link para uma coletânea de exemplos prontos.

Por se tratar de um programa *open source* é razoavelmente fácil encontrar esquemas e exemplos prontos de estruturas químicas já produzidas por outros usuários, no próprio site oficial existem além de exemplos prontos, códigos de comando para confecção de novos modelos a partir de uma base já programada. Na internet pode ser encontrado blogs e sites que disponibilizam códigos de comando da linguagem Java para que outras pessoas possam usar em suas programações dentro do software J-mol.

3 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é propor o uso do software de modelagem 3D, J-mol, como ferramenta de auxílio representacional em aulas de química. Relacionando representações tridimensionais com dificuldades de aprendizagem sobre estrutura e conformação molecular.

Para se alcançar tal propositura, destacar-se-ão alguns objetivos específicos a fim alcançar a completude deste trabalho:

- Levantar na literatura os principais problemas de aprendizagem que podem acometer alunos de química em relação a estrutura e conformação molecular;
- Elencar potencialidades, fundamentadas teoricamente, de um software de modelagem 3D sobre problemas de aprendizagem em química.
- Propor exemplos representacionais de átomos, moléculas e ligações químicas, utilização do software J-Mol, com o propósito de auxiliar os professores de química superarem tais problemas.

4 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento na literatura para identificar os problemas de aprendizagem em química referente a conformação espacial e estrutural de moléculas sem a distinção entre o que se considera orgânico e inorgânico. E como já descrito nos tópicos da introdução, os problemas de aprendizagem em química, muitas das vezes causadas por dificuldade de abstrações, podem causar confusão e erros nos alunos, dificuldades estas que foram elencadas nos mesmos tópicos. Para levantá-las na literatura o banco de dados escolhido foi o *Google Scholar* onde os termos “dificuldade de aprendizagem”, “estrutura da matéria” e “química”, separadas pelo operador “AND”, resultaram em um total de 69 artigos. Após a leitura do título e resumo, foram excluídos aqueles que não abrangiam dificuldade sobre conformação espacial molecular e estrutura da matéria, e os que talvez não contribuíssem com o interesse deste trabalho, resultando em apenas nove artigos. Com os artigos escolhidos, as suas leituras foram guiadas procurando quais dificuldades de aprendizagem se encaixavam na proposta de conformação molecular e/ou estrutura molecular, sendo observado quais dificuldades poderiam ser referenciadas para descrever as dificuldades observadas, e tal interpretação resultou nas dificuldades elencadas na introdução deste documento.

Utilizando fundamentações teóricas de artigos acadêmicos foram elencadas todas as potencialidades que o uso de uma tecnologia de modelagem em três dimensões pode vir a trazer para o ensino de estruturas e conformações moleculares em química. Para chegar a tal foi feito um breve levantamento bibliográfico na mesma plataforma do Google com os termos “tecnologia”, “3D” e “química” unidos pela conjunção lógica “AND” e também procurando pela palavra “J-mol”, escolhendo os artigos que continham o maior número de citações e de acordo com a proposta desse trabalho, para poder perceber o que a academia já sabe sobre as potencialidades do uso deste tipo de tecnologia.

Com as dificuldades de aprendizagem delimitadas somado a todo o escopo teórico que embasa e defende o uso de tecnologia de modelagem em 3D na forma do software J-mol como atenuante de tais dificuldades, serão utilizados modelos já prontos que foram desenvolvidos pelos próprios usuários e que estão presentes no

próprio site oficial do programa, somado aos exemplos de representações químicas que serão elaborados durante todo o segundo semestre de 2022.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

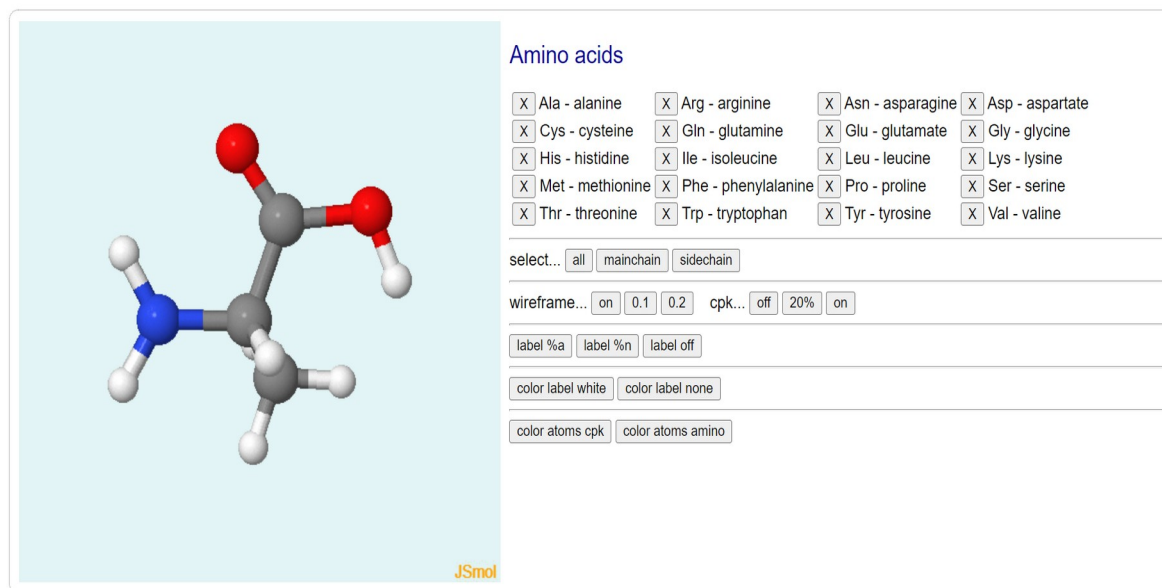
Como discutido durante todo o texto, existem várias dificuldades de aprendizagem que podem ser causados por problemas de representação e abstração dos alunos sobre os conceitos de química. Discorreu-se também a importância da aplicação de tecnologias representativas como forma de ferramenta de abstração a ser ministrada por professores em aulas desta disciplina escolar.

Após toda as leituras e interpretações dos autores trazidos nos referenciais teóricos, ficou evidente que o uso de tecnologias representativas em 3D, como o J-Mol, é capaz de trazer ganhos didáticos significativos diante aos problemas de aprendizagem, pois em interações dos alunos com softwares educativos na busca de um novo olhar aos conceitos abordados em atividades escolares, uma nova compreensão pode ser obtida pelos alunos. Corroborando com resultados já obtidos previamente nos estudos de Cruz (2012).

Além de trazer a discussão e defesa deste tipo de uso tecnológico, serão apresentadas também exemplos de aplicações do software J-mol como ferramenta demonstrativa a fim de minimizar os problemas de aprendizagem elencados anteriormente no corpo deste trabalho.

Começando pela dificuldade 2, referente a efemeridade da matéria, uma forma do uso do software J-mol poderia ser as representações das principais moléculas de aminoácidos presentes no site oficial do programa. Presente em uma das denominadas "*Interactive JSmol demonstration pages*" (JMOL, s.d.), o site oferece um exemplo de representações em 3 dimensões das principais moléculas deste grupo dos compostos de carbono. Neste exemplo, demonstrado na Figura 2, possibilita ao aluno manusear diversas funcionalidades do site em relação as representações tridimensionais:

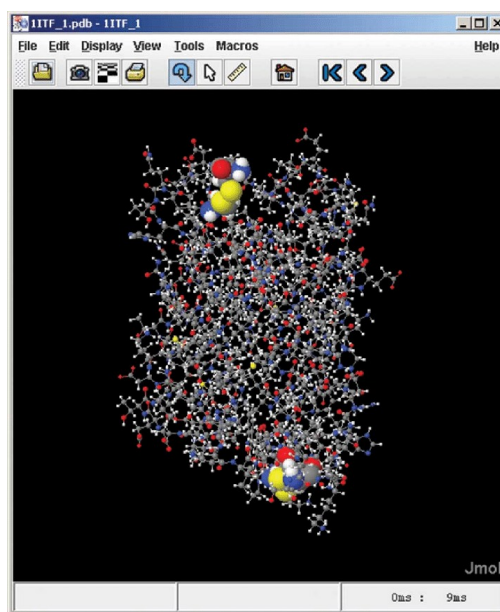
Figura 2 - Exemplo de representação tridimensional de aminoácidos pelo J-mol



Fonte: JMOL (s.d.)

Pode-se notar a existência de diversas moléculas, assim como a possibilidade de customização do tamanho, cor, escala entre átomos e moléculas, representação de ligações químicas e alternar a visualização entre os nomes dos grupos funcionais ou nome dos átomos. Neste exemplo de atividade, é crível a possibilidade de demonstrar uma representatividade de compostos orgânicos que possa auxiliar na abstração mental de tais compostos, mostrando como podem ser essas moléculas mesmo não sendo possível observá-las a olho nu, e demonstrando também como estas se conformam no espaço. Como o programa permite ao usuário ampliar ou reduzir as estruturas, é possível inferir aos alunos a questão da existência de matéria mesmo sem respaldo nos sentidos fisiológicos com o aumento ou diminuição do zoom nas moléculas. Vejamos na Figura 3 outro exemplo de representação que pode ser trabalhada com as ferramentas de zoom do programa J-mol .

Figura 3 - Exemplo de representação tridimensional de diversas moléculas.



Fonte: ZLOH, *et al.*, 2007.

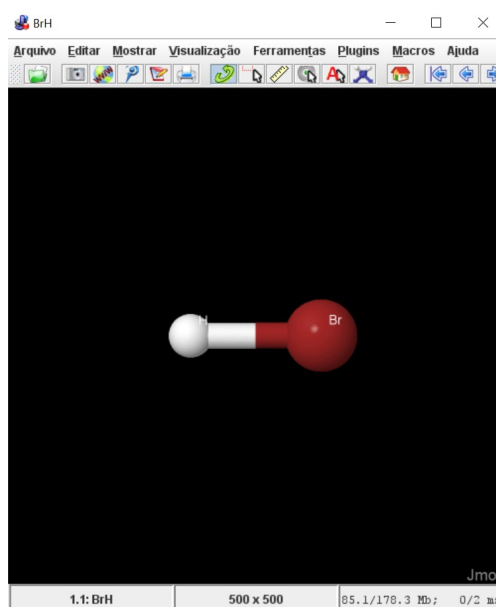
É possível demonstrar aos alunos esse aglomerado de células que, com o aumento do zoom, pode-se chegar a ver os átomos que compõem tal aglomerado. Isso pode ser usado, também, como tentativa de amenizar a dificuldade 2.

Em referência a dificuldade 4, onde os alunos têm a ideia de que moléculas apresentam apenas movimentos randômicos, pode-se defender o uso das ferramentas de animações presentes dentro do software. Em uma busca rápida dentro da plataforma Google (na aba imagens) é possível encontrar diversos exemplos de animações de estruturas químicas, tanto animações apenas dos eixos x, y e z das próprias estruturas, como também animações que demonstram movimentos realizados pelos átomos e moléculas sozinhas ou em relação a outras estruturas. É importante frisar que se tratando de um software de uso livre, vários sites disponibilizam formas de exportação destas animações, seja na disponibilização do código de programação daquela animação como também na disponibilização do arquivo bruto daquela animação que poderá ser importado dentro de qualquer outro computador que tenha o J-mol instalado. O professor pode correlacionar as atividades sobre movimentação de estruturas químicas com demonstrações que atuem também sobre a dificuldade 5, já que ambas são derivadas de problemas de abstrações referente ao movimento de átomos e moléculas. Portanto é possível defender o uso da plataforma J-mol, desde a simples demonstração de animações em 3D de estruturas químicas, até a própria

programação realizada por alunos dos movimentos esperados de uma molécula estudada em aulas de químicas, tendo, por exemplo, a programação de uma molécula como trabalho final de uma sequência de aulas que trabalhem a conformação espaciais moleculares e como as mudanças destas afetam suas propriedades, conceito este presente na BNCC (BRASIL, 2018) na forma da habilidade EF09CI01 (Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica). Conclui-se então que atividades de demonstrações de moléculas usando o J-mol podem vir a ajudar tanto nas concepções errôneas sobre a constante movimentação randômica de átomos e moléculas, quanto no problema de relação entre conformação espacial e propriedades da matéria.

Em relação a dificuldade 6 (espaços vazios entre partículas) as ferramentas de criação de moléculas do próprio J-mol podem ser bem úteis. Vejamos um exemplo de representação que pode ser trabalhada sobre os espaços entre átomos na Figura 4.

Figura 4 - Representação do HBr usando o software J-mol

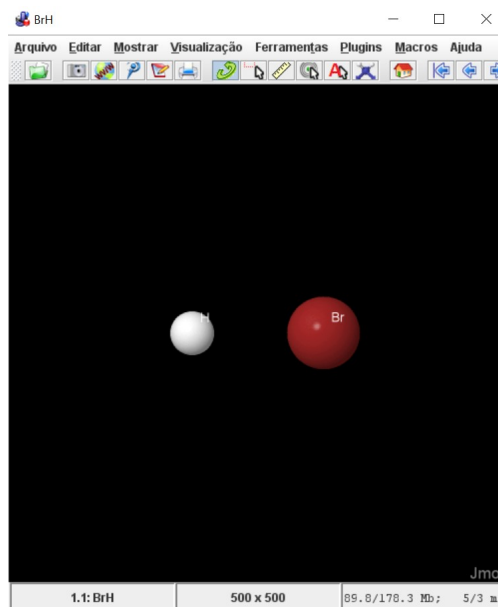


Fonte: elaborada pelo Autor (2022).

Para este exemplo usamos a molécula de HBr, inicialmente o *software* tende a mostrar a ligação entre os dois átomos por padrão, porém ao clicar na aba

“Mostrar”, depois em “Ligação” e por último na opção “Nenhum”, as ligações são apagadas, como na Figura 5.

Figura 5 - Representação da molécula de HBr sem as ligações



Fonte: elaborada pelo Autor (2022).

A partir dessa possibilidade de poder representar ou não as ligações o professor pode aplicar diversos conceitos químicos que abordem a existência de partículas entre estes átomos. Uma das opções, que está disponível no J-mol, é trabalhar com a representação de van de Waals, ao seguir o caminho: Clique Esquerdo na tela – Superfícies – Superfícies de van der Walls, a superfície compreendida pela nuvem de elétrons que envolve toda a molécula será mostrada, o que pode ser usado como exemplo de que, mesmo que as ligações químicas sejam representações teóricas visuais (PERINI, 2005) é possível aferir sua materialidade refletida na existência dessas nuvens eletrônicas presente entre os átomos causadas pelos elétrons da ligação covalente no HBr, e com isso tentamos trabalhar e amenizar essa dificuldade de assumir existência de partículas entre átomos.

Seguindo o mesmo princípio do exemplo de aplicação do J-mol anterior, podemos aplicar esse tipo de demonstração em 3D sob a dificuldade 7 (referente a uma confusão entre a ideia de ligação e forças). Devido ao fato do software permitir uma certa variedade de configurações das forças Intermoleculares e Interatômicas, o professor que desejar utilizar tal ferramenta poderá programar diversas

representações destas ligações e permitir aos seus alunos experimentarem as diversas formas representacionais das mesmas. Todos os principais modelos de ligações (covalente, iônicas e metálicas) podem ser facilmente representadas em três dimensões através do J-mol, permitindo ao professor ir além das representações presentes nos livros didáticos. Até mesmo as forças de van der Waals e as interações mais fracas como as de dipolo induzido, por exemplo, podem ser representados tridimensionalmente no software programando algum movimento entre as moléculas, por exemplo, ou até mesmo programando retículos cristalinos mais simples como a do NaCl, ou importando exemplos prontos disponíveis na web. Sendo assim é possível defender o uso desta ferramenta como forma alternativa didática para se contornar tal dificuldade de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim de toda a explanação no tópico de resultados e discussões, embasado nos referenciais teóricos apresentados no começo deste texto, é claro ao autor que o uso da ferramenta representacional em 3D – J-mol – pode ser defendida como opção para os professores de químicas conseguirem superar limitações de abstrações dos alunos sobre os conceitos trabalhados em aula.

É notório, segundo a revisão bibliográfica realizada, que cada vez mais a tecnologia deve e será aplicada em todas as áreas do conhecimento, ainda mais no âmbito do movimento de ensino e aprendizagem. E o uso de uma ferramenta grátis, de uso livre e com vastos exemplos de uso espalhados gratuitamente na internet, tem o poder de modificar e otimizar a forma como os alunos terão contato com a química em seu período escolar. Em um país com tanta desigualdade de oportunidades, este trabalho espera ter conseguido propor, justificar e sustentar o uso desta ferramenta, não como forma de substituição da mão de obra docente, mas como ferramenta de otimização para o aluno ao mesmo tempo em que se apresenta como facilitador do trabalho professoral.

Neste final vale pontuar que um dos primeiros objetivos de pesquisa antes da escolha final do tema deste trabalho de conclusão de curso era conseguir converter o programa J-mol, atualmente disponível apenas para computadores, em um aplicativo de celular, facilitando e proporcionando um uso ainda mais democrático aqueles alunos que contarem apenas com o uso de smartphones. Mas devido ao pouco tempo para a escolha, estudo, organização e execução de um trabalho como esse, tive que me ater apenas a proposição de uso do software. Mas para futuros trabalhos em cima desse objetivo gostaria de enfatizar que a transformação de uma ferramenta como o J-mol em um aplicativo de celular traria ainda mais benefícios e vantagens didáticas para professores e alunos daquelas apontadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, O. Z. M. de; ASSIS, M. C. **PROEPRE: fundamentos teóricos e práticas pedagógicas para educação infantil na formação de professores**. Campinas: Unicamp/LPG/FE, 2002.
- BACHELARD, G. **La Formarion de Pesprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance**. Tradução: Estela dos Santos Abreu, 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 1938, 1996.
- BLANCO, E.; SILVA, B. Tecnologia educativa em Portugal: conceito, origem, evolução, área de intervenção e investigação. Universidade do Minho. Portugal. **Revista Portuguesa de Educação**, 1993. p. 37-55.
- BRACKMANN, C. P. Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (2002). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática, e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 06 jun. 2022.
- BRONDANI, P. B.; OLIVEIRA, A. S. de; MEIER, L. A química, o imaginário e as crianças: notas sobre o currículo pós-moderno. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 3, n. 10, p. 57-69, 2017.
- CRUZ, J. T. **O uso pedagógico de software educativo e práticas experimentais de química para facilitar a aprendizagem significativa e colaborativa**. Ceará/CE, Universidade Federal do Ceará, UFC, 2012. Dissertação de Mestrado.
- ECO, U. Alguns mortos a menos. **O Estado de São Paulo, São Paulo, SP**, 10 ago. 2003. p. a16.
- EICHLER, M. L; PARRAT-DAYAN, S; DA CRUZ FAGUNDES, L. Concepções de adolescentes e de adultos sobre a sublimação do iodo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 95-126, 2016.
- FERREIRA, P. F. M; JUSTI, R. da S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química nova na escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.
- GABINI, W; DINIZ, R. E. da S. Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, p. 343-358, 2009.

GRESCZYSCZYN, M. C. C; CAMARGO FILHO, P. S. de; MONTEIRO, E. L. Aplicativos educacionais para smartphone e sua integração com o ensino de química. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 17, n. 5, p. 398-403, 2016.

J-MOL. **J-mol: an open-source Java viewer for chemical structures in 3D**, s.d. Disponível em: <<https://jmol.sourceforge.net/>>. Acesso em: 20/11/2022.

KOHN, K; MORAES, C. de. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital. *In: XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação*. 2007. p. 1-13.

LÉVY, P. A revolução contemporânea em matéria de comunicação. **Revista Famecos**, v. 5, n. 9, p. 37-49, 1998.

PAULETTI, F; FENNER, R. S. F; ROSA, M. P. A. A linguagem como recurso potencializador no ensino de química. **Revista Perspectiva**, v. 37, p. 7-17, 2013.

PERINI, L. The truth in pictures. **Philosophy of Science**, v. 72, n. 1, p. 262-285, 2005.

SILVA, M. A pesquisa e a cibercultura como fundamentos para a docência online. BRASIL. Secretaria de Educação a Distância. **Debates: mídias na educação**. Brasília, p. 17-23, 2006.

Stavy, R. Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n.3, p. 247-266, 1990,

TEZANI, T. C. R. Nativos digitais: considerações sobre os alunos contemporâneos e a possibilidade de se (re) pensar a prática pedagógica. **DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação**, v. 19, n. 2, p. 295-307, 2017.

TORRICELLI, E. **Dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Faculdade de Educação, 2007. (Tese de livre docência).

VALENTE, J. A. (Org.). **Formação de educadores para o uso da informática na escola**. Campinas. UNICAMP, 2003.

VEIGA, M. S. M; QUENENHENN, A; CARGNIN, C. **O ensino de química: algumas reflexões**. I Jornada de Didática-O Ensino como FOCO-I Fórum de professores de Didática do Estado Do Paraná. UTFPR, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo; revisão técnica José Cipolla Neto. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZLOH, M. *et al.* Identification and insertion of 3-carbon bridges in protein disulfide bonds: a computational approach. **Nature protocols**, v. 2, n. 5, p. 1070-1083, 2007.