

HORMÔNIOS FEMININOS: USO DA MODELAGEM NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

*FEMALE HORMONES: USE OF MODELING IN THE TEACHING AND
LEARNING PROCESS OF ORGANIC CHEMISTRY*

DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.vi.1642>

Kamila Rangel Primo Fernandes

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil;
kamilarangel@ufam.edu.br.
<https://orcid.org/0000-0003-4054-1592>.

Aline Samara Lima de Jesus

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade
Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil;
samaraaline823@gmail.com.
<https://orcid.org/0000-0002-7167-9749>.

Ettore Paredes Antunes

Programa de Pós-Graduação em Química
Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, São Carlos, São Paulo, Brasil.
ettore@ufscar.br;
<https://orcid.org/0000-0002-4200-5980>.

Resumo: Atualmente é imprescindível a pesquisa e a implementação de ferramentas de suporte ao aprendizado dos conteúdos, com o propósito de criar métodos alternativos que facilitem o processo de aprendizado, ampliando o entendimento sobre a ciência química. Neste processo, o uso de técnicas e instrumentos de modelagem, aliadas à utilização de softwares para o ensino de Química Orgânica, têm sido bastante frequentes. Este estudo empregou uma abordagem qualitativa descritiva para discutir, detalhar e expressar os processos de ensino-aprendizagem de estruturas hormonais femininas, abordados em sala de aula, com alunos do ensino médio de uma escola pública em Manaus, Amazonas. O presente trabalho teve como objetivo mapear os conhecimentos prévios dos (as) alunos (as) sobre a temática. Além disso, apresenta um relato sobre a aplicação da modelagem no aprendizado de hormônios femininos, diretamente ligado à química orgânica como ferramenta de modelação. O resultado final foi observado no processo de pensamento científico crítico, no desenvolvimento de argumentos e no aprimoramento de habilidades e saberes em química.

Palavras-chave: Hormônios, Orgânica, Biomoléculas, Ensino de química.

Abstract: Currently, there is a need for research and implementation of tools to support learning content, to create alternative methods that facilitate the learning process, and to

expand the understanding of chemical science. In this process, the use of modeling techniques and instruments, combined with the use of software for teaching Organic Chemistry, has been quite frequent. This study used a descriptive qualitative approach to discuss, detail, and express the teaching-learning processes of female hormonal structures, involving high school students from a public school in Manaus, Amazonas. The present work aimed to map the students' knowledge of the subject. In addition, it presents a report on the application of modeling in the learning of female hormones, directly linked to organic chemistry as a modeling tool. The final result was presented in the process of critical scientific thinking, in the development of arguments, and the improvement of skills and knowledge in chemistry.

Keywords: Hormones, Organic, Biomolecules, Chemistry teaching.

INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência conhecida pela sua densidade, complexidade e abstração dos conteúdos, utiliza uma linguagem científica e numérica própria, apresenta difícil compreensão e muitas vezes exige dos estudantes o uso da lógica a fim de ser compreendida e racionalizada (Voigt, 2019).

Por conta dessas lacunas, ao longo dos anos houveram várias abordagens, metodologias e estratégias didáticas investigadas e inseridas no campo do Ensino de Química a fim de proporcionar melhores e maiores alternativas para que o professor possa se distanciar do ensino tradicional e se aproximar cada vez mais da compreensão e aprendizagem da Química de forma plural, evidenciando a formação cidadã dos estudantes (Voigt, 2019).

Nesse movimento educacional, deu-se grande destaque as metodologias ativas que incorporam na atualidade ferramentas de auxílio no processo de ensino e aprendizagem, trazendo estratégias cada vez mais inovadoras de ensino, a fim de promover a participação do aluno em seu processo cognitivo e funcional, de maneira mais leve, focal e interligada (Bacich; Moran, 2018).

Uma dessas estratégias de abordagem metodológica é a “modelagem”, a qual organiza e direciona o entendimento de um conteúdo a partir da construção e comparação de modelos dentro da sala de aula, apontando para uma compreensão mais palpável do ensino proposto, validando a construção de hipóteses e saberes científicos (Justi, 2018).

Na definição de modelagem de acordo com Sá, Moralles e Bego (2021, p.3) “A modelagem é uma atividade processual que envolve a construção, expressão, testes e reelaboração de modelos”, neste sentido, vale a pena detalhar de forma significativa os processos e fenômenos representados pela modelagem, juntamente ao desenvolvimento

de significados e habilidades, promovendo também maior compreensão de conceitos científicos (Paganini, Justi e Mozzer, 2014).

Para além do ensino-aprendizagem dos conceitos químicos, hoje pensamos esse processo de maneira mais ampla e contextualizada. Adotamos no presente trabalho a investigação dos hormônios femininos, tais como estrogênio e progesterona, pois de um lado possibilitam explorar a riqueza de conteúdos escolares que podem ser mobilizados na compreensão dos experimentos e das investigações, e por outro é um tema extremamente importante na vida anímica dos adolescentes, pois é um momento de descoberta e de muitas dúvidas quanto ao funcionamento do seu corpo e de todos os ciclos que organizam sua saúde.

Infelizmente, o tema da saúde feminina está praticamente ausente do ambiente escolar. Dentro da sala de aula limita-se muitas vezes aos conteúdos de “reprodução humana”, os quais pouco orientam ou trazem uma reflexão sobre todo o processo da puberdade. O presente trabalho relata um recorte dos resultados de uma investigação mais ampla orientada pela seguinte pergunta: como o processo de ensino-aprendizagem nas aulas de química orgânica mediadas pela modelagem podem promover a saúde feminina das adolescentes da educação básica? Desta maneira é apresentado um recorte que teve o objetivo de 1- mapear os conhecimentos prévios das (os) alunas (os) sobre a temática; 2- descrever um breve relato sobre o uso da modelagem na aprendizagem de hormônios, associando de forma direta a química orgânica como instrumento de modulação.

APORTE TEÓRICO

Por décadas, a modelagem vem se fazendo presente nas áreas das ciências, principalmente em filosofia, física e química, sendo direcionada inicialmente com a representação robusta e visível da estrutura da matéria, através da representação de suas partes de forma grandiosa, com a finalidade de representar o mundo microscópico da matéria (Wade, 1928).

Desde então, o trabalho em evidenciar partes científicas abstratas a conhecimentos pré-existentes perfazem o caminho da modelagem, tornando-a reconhecida como uma ferramenta de construção e conhecimento no mundo do ensino de ciências, utilizando-se de processos criativos e inovadores (Justi, 2015).

De acordo com Dukerich (2015), essa prática foi bastante evidenciada a partir da organização de um projeto intitulado “*Modeling Instruction in High School Physics*” na

Universidade Estadual do Arizona (*Arizona State University*), da qual tinha por objetivo qualificar profissionalmente duzentos professores de física em atuação, com aprimoramento em conhecimentos de física, química e de ciências em geral. Por conta deste projeto, muitos resultados na formação de professores, bem como na amplitude de conhecimentos metodológicos surgiram, trazendo nome a esta ferramenta. O programa foi baseado na ideia de que a atividade científica é centrada na modelagem e usa modelos de computador juntamente com técnicas de modelagem para desenvolver o conteúdo e o conhecimento pedagógico dos professores de física no ensino médio. Ao final, o programa foi demonstrado como eficaz na melhoria da aprendizagem dos alunos em física (Freitas, et al., 2022).

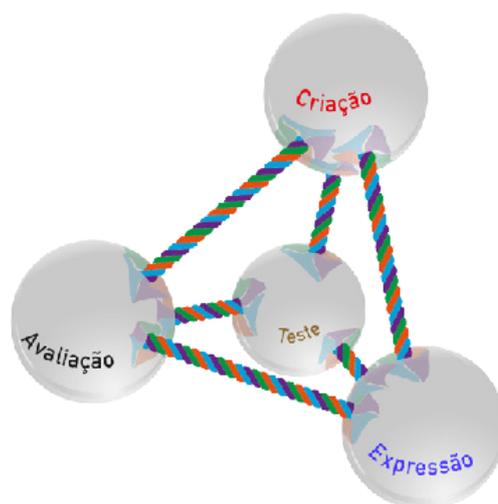
A modelagem também vem sendo investigada com a perspectiva de inovação e mudanças no ensino, principalmente relacionado às abordagens do ensino tradicional, que perfaz um caminho menos flexível, tornando o professor como único detentor do conhecimento, excluindo o aluno, juntamente com a omissão dos conhecimentos prévios desses estudantes, ou seja, a modelagem tem o objetivo de corrigir as metodologias de ensino convencionais, que também envolvem a fragmentação do saber e a manutenção das convicções inocentes sobre a natureza da física, focando no progresso do estudante, por meio de sua compreensão (Freitas et al., 2022).

Para Wells, Hestenes e Swackhamer (1995), a modelagem desempenha um papel de inserção, a qual faz do aluno o protagonista do seu próprio processo de ensino e aprendizagem, trazendo o seu desenvolvimento para o centro da problemática, e com isso os modelos científicos ajudam a explicar, descrever e evidenciar fenômenos físicos e químicos, promovendo habilidades em diferentes aspectos.

Por conta dessa facilidade de uso, a construção de modelos está sendo muito utilizada e reconhecida nas últimas décadas no ensino de ciências, o grande número de publicações nesta área dobrou, o que valida a prática como um instrumento educativo, permitindo o avanço de mais processos criativos na área (Aragão et al., 2024).

Segundo Justi (2015), o conceito de modelagem não está somente ligado ao processo de criar modelos, mas considera a utilização de modelos como um processo dinâmico, criativo, perspicaz e inovador, que envolve várias habilidades, principalmente o processo criativo, evidenciados pela elaboração, expressão, teste e avaliação do material (Figura 1), ou seja, criar um modelo acessível, inteligível e útil.

Figura 1. Diagrama do Modelo de Modelagem versão 2.



Fonte: Justi, 2015, p. 39.

Na Figura 1, podemos observar o diagrama modelo de modelagem versão 2 (DMM V.2) proposto por Gilbert e Justi (2016), esse modelo foi elaborado pelos autores com o objetivo de facilitar a utilização da modelagem, destacando quatro etapas essenciais para o seu desenvolvimento, o DMM V.2 possui característica de um tetraedro regular, figura geométrica que possui todos os vértices equidistantes, representando a possibilidade de rotação e ausência de uma ordem específica em relação a cada uma das etapas. Para facilitar a compreensão descrita na imagem, descrevemos abaixo em uma ordem hipotética as partes/etapas do diagrama.

Na etapa de elaboração, os estudantes podem construir seus modelos com base em seus conhecimentos prévios e nas informações fornecidas, como dados experimentais, textos ou discussões. Essa fase explora a criatividade e as concepções iniciais, funcionando como um ponto de partida para o processo de modelagem.

Já na fase de expressão, os estudantes representam os modelos elaborados de forma concreta, utilizando linguagens específicas, como desenhos, diagramas, representações matemáticas ou construções físicas. Essa etapa permite a visualização e a comunicação das ideias que fundamentam os modelos.

No teste, os modelos são submetidos à análise e comparados com dados empíricos ou critérios científicos, verificando sua coerência e consistência. Durante essa etapa, os estudantes podem identificar limitações e revisar o modelo para alinhá-lo melhor ao fenômeno estudado.

Na avaliação, os estudantes refletem criticamente sobre os modelos desenvolvidos, considerando suas limitações, aplicabilidade e adequação científica. Essa etapa também inclui a discussão metacognitiva sobre o processo de modelagem e sua contribuição para a compreensão do fenômeno. Nesse aspecto, Joua e Sperb (2006) afirmam que a metacognição é a capacidade do ser humano de monitorar e auto-regular os processos cognitivos, ou seja, na capacidade de ter consciência de seus atos e pensamentos. Vale ressaltar que a metacognição de acordo com Catro e Almeida (2023), envolve muitas discussões e tem sido fortemente trabalhada ao longo dos anos, principalmente no ensino de ciências. Segundo Dignath e Buttner (2018) a aprendizagem pode ser beneficiada por um ambiente metacognitivamente caracterizado, trazendo reflexões e melhorias ao ensino.

Sendo assim, as etapas descritas acima, referente ao tetraédro regular, objetiva contribuir para o desenvolvimento de habilidades e proporcionar ao estudante um ambiente onde ele seja capaz de reproduzir aquele conhecimento de forma integral e científica, levando em consideração as limitações de cada estudante, de forma inclusiva e determinante ao objetivo de uma aula ou assunto (Freitas et al., 2022).

Os relatos de experiência evidenciam o uso da modelagem como instrumento pedagógico, neste sentido, Souza e Justi (2010), relataram o desenvolvimento de uma pesquisa em uma turma de ensino médio, cujo tema da aula era transformações químicas, da qual utilizaram do diagrama de modelagem como forma de inserção de conteúdo. A pesquisa relata que houveram contribuições e avanços em reestruturações de ideias dos alunos e o envolvimento nas atividades, o relato também apontou sobre as dificuldades na compreensão conceitual do assunto, além da natureza dos modelos apresentados.

Nas pesquisas de Mozzer e Justi (2018), as sequências analógicas de modelagem utilizadas sobre a temática de dissolução de substâncias, auxiliou no entendimento das interações microscópicas entre soluto e solvente e suas relações intermoleculares, com o objetivo de estabelecer uma conexão lógica no ensino da química.

No relato de experiência de Castro e Vidrik (2024), o processo de modelagem na aprendizagem de química orgânica pode contribuir com um melhor desempenho dos estudantes com deficiência intelectual, utilizando práticas pedagógicas diferenciadas como a modelagem molecular.

PERCURSO METODOLÓGICO

Para compreender o mapeamento dos conhecimentos prévios das (os) alunas (os) sobre a temática realizou-se uma oficina em uma escola pública da cidade de Manaus, na qual participaram em torno de 30 estudantes do segundo ano do Ensino Médio, com duração de 120 minutos, organizados em seis (6) equipes e direcionados ao laboratório “Maker” da unidade escolar.

Iniciou-se com a aplicação de um questionário fechado, constituído de onze (11) perguntas sobre o tema proposto, utilizando um formulário virtual ao qual cada estudante respondeu utilizando seu próprio celular; O objetivo deste questionário foi identificar os conhecimentos prévios dos alunos e qual o tipo de experiência eles tinham com o conteúdo abordado.

Seguem alguns exemplos de perguntas: 1- Você sabe o que são hormônios?; 2- Você já estudou sobre hormônios femininos?; 3- Você já estudou sobre hormônios masculinos?; 4- Você sabia que os hormônios são substâncias orgânicas? 5- Você já visualizou a estrutura química de uma substância hormonal?; 6- Você sabia que hormônios são substâncias orgânicas?; 7- Você já desenhou a estrutura química de alguma substância hormonal?; 8- O que você sabe sobre modelagem de estruturas orgânicas?; 9- Você já desenhou uma molécula à mão? 10- Você acha difícil aprender Química?; 11- Você já ouviu falar sobre estruturas biorgânicas?

A fim de analisar a aprendizagem sobre os hormônios femininos, associando de forma direta a química orgânica utilizando instrumento de modelagem, foi aplicada uma folha de atividades contendo três (3) perguntas abertas: 1) Cite alguns hormônios femininos que você conhece. 2) Como você imagina que o estrogênio e a progesterona influenciam no período menstrual da mulher? (faça um modelo) e 3) Represente por meio de modelo (desenho e modelo concreto) o hormônio feminino que mais chamou a sua atenção na atividade. Ao final explique a função e a importância no corpo humano. A ideia era que os alunos liberassem a imaginação através de desenho a mão livre e/ou se basear em modelos (estruturas) apresentadas nos slides da aula expositiva.

A formas de expressão variam conforme o público onde as atividades de modelagem são desenvolvidas, e nesse sentido, levamos em consideração que os modelos mentais estão na cabeça das pessoas e a única maneira de investigá-los é, indiretamente, através daquilo que elas externalizam verbal, simbólico ou pictoricamente. (Moreira, 1996).

Por fim, cada grupo construiu as estruturas hormonais. Para tanto, foram disponibilizados alguns materiais, tais como: massa de modelar, lápis de cor e canetinhas coloridas, para despertar a criatividade e o interesse maior no conteúdo, utilizando o lúdico através de material escolar. De acordo com Negrine (1998), as atividades prazerosas influenciam o organismo, provocando sentimento de liberdade e naturalidade. Deduz-se que, essas atividades facilitam o aprendizado por sua própria natureza, estimulando o aprendizado e intensificando os mecanismos de fixação e os processos de descobertas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, foi aplicado um questionário inicial sobre o tema pelo Google Ferramentas, o qual obteve vinte e duas respostas (22). Através destas respostas obtidas, foi possível observar os seguintes resultados: a grande maioria dos alunos responderam saber o que são hormônios; 17 afirmaram já ter estudado hormônios femininos e masculinos. Apenas 1 estudante afirmou total desconhecimento sobre o conteúdo. Como será discutido mais à diante, as respostas às essas perguntas não representam de fato o conhecimento dos estudantes sobre o tema.

Segundo Faustino et al. (2024), as discussões sobre gênero e sexualidade em pesquisas no contexto brasileiro, ainda estão em crescimento e grande parte desses debates permeiam debates do campo dos Estudos Sociais, e no entanto na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, principalmente no Ensino de Ciências/Química ainda há lacunas para tais discussões sob a ótica de gênero e sexualidade.

Na associação de hormônios a estruturas químicas orgânicas, cerca de metade dos estudantes afirmaram não saber que os hormônios eram moléculas químicas e 85% responderam que nunca visualizaram uma estrutura química hormonal. Os 22 alunos afirmaram nunca ter desenhado uma estrutura química hormonal. Novamente, destaca-se a importância da contextualização do conhecimento escolar, buscando relacionar os conteúdos de química orgânica, por exemplo, com substâncias que estão dentro do corpo dos estudantes. Mais que isso, hormônios vitais que influenciam diretamente na vida anímica dos estudantes.

De acordo com o trabalho de Lopes et al. (2017), os estudantes apresentam dificuldades em expressar conhecimentos prévios sobre hormônios, no entanto,

apresentaram facilidade em associar argumentos científicos a algo socialmente construído. O autor também constatou a associação entre os conceitos de sexos e hormônios, demonstrando a capacidade dos estudantes em comparar e generalizar os termos. Ao final o autor faz um destaque sobre o desempenho dos alunos em identificar funções orgânicas em moléculas hormonais.

Os resultados apresentados pelo trabalho acima, bem como o trabalho presente, pode estar vinculado aos tipos de abordagens que comumente são feitas nas escolas, com um viés patologizante e higienista da sexualidade e dos processos de prevenção com relação às IST's e mesmo que menos significativa a abordagem midiática do tema, retratando as estratégias de enfrentamento contra a violência doméstica, sexual e de gênero, soando como tabu assuntos nos livros didáticos, principalmente abordagens sobre educação sexual sob a perspectiva dos Direitos Humanos (Faustino, 2024).

Hormônios femininos na percepção dos estudantes

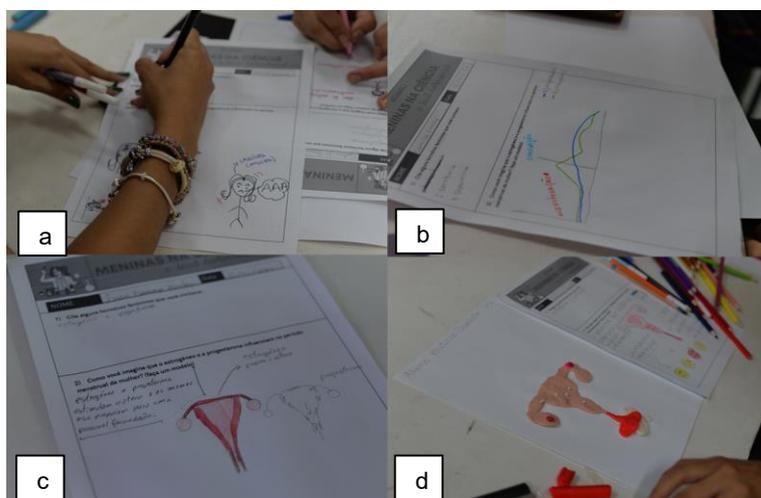
A seguir apresentaremos as respostas dos estudantes para os três momentos práticos da oficina, que foram a resposta para as seguintes perguntas: 1) Cite alguns hormônios femininos que você conhece. 2) Como você imagina que o estrogênio e a progesterona influenciam no período menstrual da mulher? (faça um modelo) e 3) Represente por meio de modelo (desenho e modelo concreto) o hormônio feminino que mais chamou a sua atenção na atividade. Ao final explique a função e a importância no corpo humano.

Para a pergunta “Cite alguns hormônios femininos que você conhece” os estudantes elencaram uma série de substâncias e hormônios, tais como: estrogênio, progesterona, cortisol, serotonina, melatonina e dopamina. Dentre eles os hormônios mais lembrados foram estrogênio e progesterona. Esse destaque possivelmente se justifica pela evidência que esses dois hormônios possuem, principalmente na disciplina de biologia, ao ser estudado o sistema reprodutor, assunto inserido e promovido pela BNCC, além de estarem ligados possivelmente ao cotidiano das meninas.

Analisando as respostas à segunda pergunta, “como você imagina que o estrogênio e a progesterona influenciam no período menstrual da mulher? (faça um modelo)...” percebemos um conjunto bastante diversificado de respostas e interpretações, muitas respostas associadas aos sintomas menstruais, tais como: dores de cabeça,

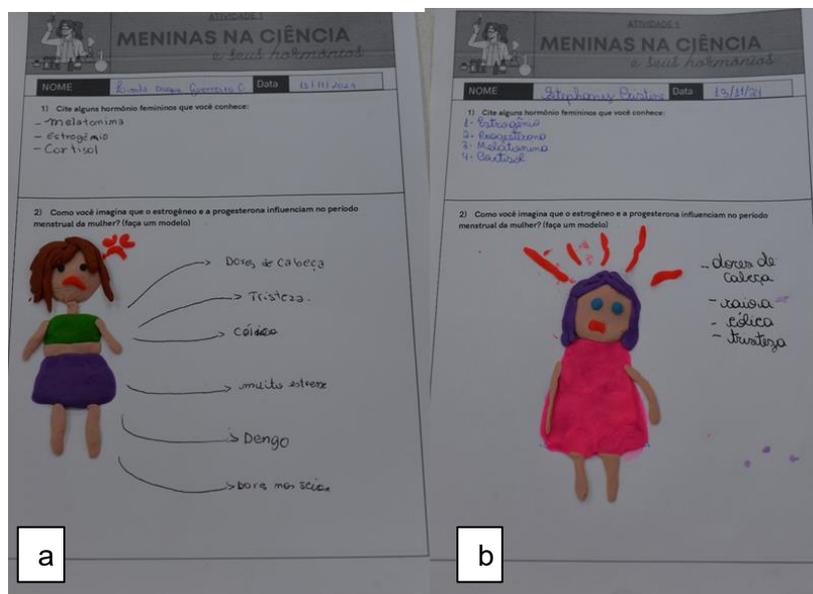
irritabilidade, cólicas abdominais. Também foi observado a elaboração de gráficos contendo os picos de estrogênio e progesterona no ciclo menstrual, conforme mostram as figuras 2 e 3. Ao analisar as respostas, foi evidenciado a argumentação social descrita pela vivência feminina de forma científica, o que nos leva a inferir que a aprendizagem aqui se estabeleceu por associação dos conhecimentos e saberes práticos de vivência.

Figura 2. Questionário aberto sobre hormônios femininos e a variação de suas respectivas respostas. Na figura 2.a temos a representação gráfica de sintomas e falas dispostas em balões. Na figura 2.b é possível visualizar um gráfico sobre as oscilações hormonais no ciclo menstrual. Nas figuras 2.c e 2.d é possível visualizar as estruturas de órgãos femininos, como útero e ovários.



Fonte: Autoria própria (2025).

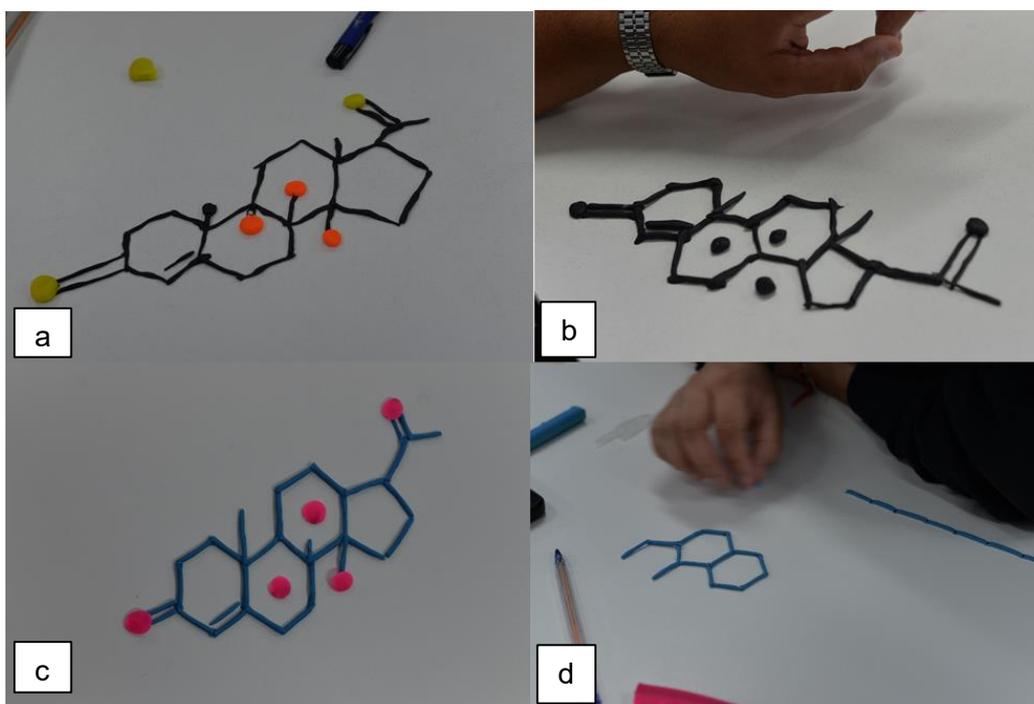
Figura 3. Exemplos de manifestações dos estudantes sobre os sintomas menstruais. Na figura 3.a está escrito: “dor de cabeça, tristeza, cólica, muito estresse, dor nos seios” e na figura 3.b está escrito: “dor de cabeça, raiva, cólica, tristeza”.



Fonte: Autoria própria (2025).

Por fim, foram analisadas as estruturas químicas desenhadas pelos estudantes, conforme na figura 4, percebemos que todas ficaram muito parecidas. Neste sentido, conjecturamos que possivelmente os alunos possam ter utilizado de referências similares, além das expostas em sala de aula. De qualquer forma, é importante destacar que muitos estudantes tiveram pela primeira vez a experiência de desenhar uma molécula hormonal. Vale ressaltar, que muitos questionamentos foram feitos sobre as conexões dos hexágonos, além do reconhecimento de ligações carbono-carbono, carbono-hidrogênio e carbono-oxigênio. Foi também observado no momento de construção dos modelos, diversos questionamentos sobre as partes da molécula e suas representações, bem como a conjuntura de erros na hora da montagem, o que favoreceu o ato de correção e explicação do entendimento da química orgânica como ciência exata, circunstância também evidenciada no modelo da imagem 4c, da qual aparecem erros, como falta de ligações ou carbonos, a imagem 4d também demonstra o momento de confecção de uma estrutura.

Figura 4. Estruturas hormonais modeladas pelos estudantes. Todas as figuras de a até c demonstram trabalhos de grupos diferentes e confecções independentes.



Fonte: Autoria própria (2025).

Neste sentido, foi possível compreender i) a importância da abordagem de temas que envolvem a saúde feminina em sala de aula, principalmente com a ciência química, disciplina a qual oferece naturalmente, por ser uma ciência exata, uma abertura de inserção do conteúdo. ii) A contextualização como forma de promover a reflexão crítica do corpo do estudante, sendo fortemente evidenciado como forma comparativa das experiências e pré-conceitos pré-estabelecidos sobre o tema. iii) a modelagem como forma de manifestação do pensamento dos estudantes sobre vários aspectos: ciclo menstrual, moléculas e sentimentos, levando em consideração a contextualização da química dos hormônios de forma estrutural e não apenas abstrata.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos tipos de hormônios foram abordados em sala de aula, incluindo suas funções e estruturas. Nesse aspecto, foi possível perceber os destaques aos hormônios

femininos, promovendo um bom aproveitamento e associação do processo de aprendizagem do tema, gerando interesse e participação nas atividades propostas. Além disso, foi possível mapear de forma significativa os pré-conceitos e informações prévias dos estudantes sobre o tema. Ao final, a modelagem proporcionou um maior interesse aos alunos, tendo em vista a forma lúdica de aprender e associar conceitos, termos e estruturas químicas hormonais. Ao final, observamos o ótimo aproveitamento da abordagem, com leveza e eficácia na forma de inserção e discussão desta temática de cunho social e científico, justamente por tratar-se de um conteúdo sensível, pouco explorado.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R.A.; BIZERRA, A.M.C; A utilização das práticas de modelagem no Ensino de Química 2024; **Uma Revisão da Literatura. Ensino de Ciências**. v.2, p. 123-237. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.46943/IX.CONEDU.2023.GT16.06>. Acesso em: 10. Nov.2024.

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. ISBN: 978.85.8429.116-8.

CASTRO, M.P.P.R.; VIDRIK, E. Utilização de modelagem no ensino de química orgânica para estudantes com deficiência intelectual. **Com a palavra, o professor: Vitória da Conquista (BA)**, v. 9, n. 23. 2024. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0003-4062-4961>.

CASTRO, E.M.V.; ALMEIDA, L.M.W. Estratégias metacognitivas de um grupo de estudantes em atividades de modelagem matemática. **Revista Actualidades Investigativas em Educación**. v.23. n.1.2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15517/aie.v23i1.51512>

DIGNATH, C.; BÜTTNER, G. Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary and secondary school mathematics classes—Insights from video-based classroom observations and teacher interviews. **Metacognition and Learning**, v.13, 127–157. 2018. <https://doi.org/10.1007/s11409-018-9181-x>.

DUKERICH, L. Applying modeling instruction to high school chemistry to improve Student's conceptual understanding. **Journal Chemical Education**, n. 92, p.315-1319, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed500909w>. Acesso em: 7 Nov 2024.

FAUSTINO, G.A.A.; BERNARDES, C.A.C ET AL. Professores per(formando) gênero: corporeidades, hormônios e a educação em ciência/química. **Química Nova**. v. 47, n. 5. 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20240006>. Acesso em 5 Nov 2024.

FREITAS, M.F; Kohn, P.B.A; SANGIOGO, F.A.(2022) Modelagem no Ensino de Química: alguns fundamentos e abordagens da Educação Básica ao Ensino Superior. **Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**- ISSN 2318-8316, (41).

GILBERT, J.K; JUSTI, R. Models of modelling-based teaching in science education. **Spring International Publishing**, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>. Acesso em 19. Nov. 2014.

JOUA, G.I.; SPERBB, T.M. A metacognição como estratégia reguladora de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. v.19 (2), 177-185. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-79722006000200003>.

JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências**. v.17, p.31-48, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s03>. Acesso em:15. Nov. 2024.

LOPES, K.G.C.; LOGUERCIO, R. 2017, Trans-orgânica: Uma proposta de ensino de química orgânica utilizando as temáticas de gênero e sexualidade. X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. ISSN: 2174.6486.

MOZZER, N.B; JUSTI, R. Modelagem analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n.1, p. 155-182, 2018.

NEGRINE, A. *Terapias corporais: a formação pessoal do adulto*. Porto Alegre: Edita 1998.

PAGANINI, P.; JUSTI, R.; MOZZER, N.B. Mediadores na coconstrução do conhecimento de ciências em atividades de modelagem. **Ciência Educação**. v. 20, n. 4, p. 1019-1039. ISSN 1516-7313. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400016>. Acesso em 05 Nov 2024.

SÁ, C.R.A. de; MORALLES, V.A.; BEGO, A.M. Modelo atômico de Thomson e o Ensino Fundamentado em Modelagem: uma intervenção no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 1–24, 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2942>. Acesso em: 12 Nov 2024.

SOUZA, V.C.A; JUSTI, R. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações Químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n .2, 2010.

VOIGT, C. L. *O ensino de química*, Editora Atena. 2019.

WADE, W. Construction and Use of Models in Chemistry. **Journal Chemical Education**, v.5, n.2, p. 193-196, 1928.

WELLS, M.; HESTENES, D.; SWACKANHAMER, G. A modeling method for high school physics instruction. v. 63, n.7, **American Journal of Physics**, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.17849>. Acesso em 8 Nov 2024.