

A Química do Amor: Uma Sequência Didática para o Ensino de Química Orgânica

The Chemistry of Love: A Didact Sequence for Teaching Organic Chemistry

Sannya Maria Britto Cogo,^a Karla Pereira Rainha,^a Agostinho Lelis Teixeira,^a Eustáquio Vinícius Ribeiro de Castro,^a Sandra Aparecida Duarte Ferreira,^a Maria de Fátima Fontes Lelis^{a,*}

^aUniversidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Química, Campus Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari 514, CEP 29075-910, Vitória-ES, Brasil.

*E-mail: mfflelis@yahoo.com.br

Recebido em: 28 de Maio de 2021

Aceito em: 8 de Dezembro de 2021

Publicado online: 7 de Abril de 2022

In this article, the steps for the development of the teaching methodology with the structuring theme “Chemistry of Love” are described, to favor learning situations regarding the approach of teaching organic chemistry in the third year of high school (EM) in a school public. The main scientific and socio-cultural information about the hormones related to love and their sensations in the human body were studied using a Didactic Sequence (SD) based on Meaningful Learning (AS) and in the three Pedagogical Moments (3MP). The moments prioritized contextualization, interdisciplinarity and the most attractive teaching methods, such as video and experiments, in the construction of scientific knowledge by students. The results showed that the Chemistry of Love promotes the dynamic interrelation between theory and practice, as a means to awaken, motivate and facilitate students’ learning. It was possible to notice that the significant learning about organic chemistry occurs when innovative strategies are used with interesting subjects, which is the case of love and sensations caused by hormones.

Keywords: Love’s chemistry; contextualization; foods; following teaching

1. Introdução

O amor é um fenômeno neurobiológico que envolve complexas reações químicas e biológicas.^{1,2,3} A palavra amor significa dedicação, afeição e ternura, correspondendo a um sentimento que envolve um emaranhado de sensações que podem provocar efeitos físicos e mentais, em decorrência às mudanças hormonais que ocorrem no cérebro. As transformações neurais são muito diversificadas em cada estágio do amor, podendo manifestar satisfação, euforia e êxtase ao mesmo tempo que podem provocar ansiedade, medo e ciúmes.^{1,2,4}

A Química envolvida no amor está presente no cotidiano da sociedade, desde os primórdios, em interações sentimentais e variações hormonais. O amor é um sentimento que ocorre algumas vezes durante a jornada da vida, e por meio de vivências individuais ou coletivas são construídos os saberes populares sobre o tema, tratando-se de um aprendizado socialmente construído. Nesse sentido, o Ensino de Química significativo utiliza assuntos basilares relacionados ao cotidiano como estrutura norteadora para a produção de conhecimento científico pelos alunos a partir daqueles previamente adquiridos.^{5,6,7} Os atrativos da temática devem ser aproveitados para motivar os discentes e, também, reduzir a distância entre os conceitos científicos e cotidianos.⁶

A Química do Amor é considerada um tema estruturador do ensino, por permitir a integralização de várias unidades do conteúdo de química orgânica referente ao escopo do terceiro ano do ensino médio (EM). Conforme a Base Nacional Comum Curricular, o tema permite a promoção de ações individuais e, ou, coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.⁸ A utilização de um tema estruturador organizado em uma sequência didática (SD), seguindo os pressupostos da contextualização e interdisciplinaridade, pode potencializar os resultados referentes à aprendizagem significativa (AS) e ao desenvolvimento de competências e habilidades.^{9,10,11} Esse *design* metodológico favorece a construção de novos conhecimentos, através de ações cognitivas de ressignificação dos conceitos científicos, contribuindo desse modo, para a efetivação da alfabetização científica, desenvolvimento da argumentação científica e, conseqüentemente, para a formação do cidadão ativo, crítico, reflexivo e capaz de transformar o meio em que vive.^{10,12,13}

A SD sob a égide dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) é desenvolvida em aulas subsequentes de acordo com a seguinte lógica de aprendizagem: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e a Aplicação do Conhecimento (AC). Na PI é apresentada

hormônios sexuais (testosterona e estrogênio) em ambos os sexos biológicos (macho e fêmea). Nos homens é mais pronunciada a presença de testosterona e nas mulheres os níveis de estrogênio são mais elevados. Em homens, a resposta sexual é motivada, principalmente, pelo interesse e pela atividade sexual, seguido por excitação e finalmente orgasmo; já em mulheres o desejo sexual é regulado não somente pelos hormônios sexuais testosterona e estrogênio, mas também pelos neurotransmissores.^{19,20}

A segunda fase é a atração, paixão ou amor romântico, que apresenta como característica a euforia, felicidade, possessividade sexual e sensação de recompensa. Nessa fase, os indivíduos apaixonados relatam sintomas como palpitação, sudorese excessiva, insônia, falta de apetite e pequenas falhas na respiração. A passagem da fase do desejo para a paixão ocorre pela ação da feniletilamina, provocando distúrbio emocional aliviado à liberação da dopamina e, sequencialmente, norepinefrina e a serotonina.^{2,3,19} Na fase da paixão, a dopamina é responsável por regular as emoções, realizar o controle motor e atuar no centro do prazer e recompensa. A norepinefrina caracteriza-se pelo aumento do estado de alerta, estimulando os sentimentos positivos e diminuindo a sensibilidade à dor (analgesia), enquanto a serotonina age regulando o sono, temperatura corporal, apetite, humor, atividade motora e as funções cognitivas.^{2,20,21,22,23,24} É encontrada no trato gastrointestinal e em neurônios entéricos, onde medeia o controle de funções.^{21,23,24} As alterações dessas substâncias podem provocar algum tipo de obsessão pelo outro parceiro e comportamentos irracionais ou atípicos, que também são comparados aos estágios iniciais de demência. Neste período acontece um bombardeio químico no cérebro, com variações hormonais com alta intensidade e curta duração.²⁵

A terceira fase é caracterizada pelo companheirismo, ligação emocional ou amor sóbrio. Neste estágio, as substâncias mais pronunciadas são a vasopressina e oxitocina, estimulando a felicidade e fidelidade. Adicionalmente, a vasopressina realiza o controle cardiovascular ao regular a pressão sanguínea²⁶ e a oxitocina quando liberada em certas partes do cérebro, pode afetar a emoção e os comportamentos cognitivos e sociais e promover sensação de prazer, pois é liberada durante a excitação sexual, orgasmo, abraço, amamentação e o parto.²⁷ Até pouco tempo, a oxitocina tinha papel fundamental nas contrações do parto e na amamentação, com o avanço das pesquisas verificaram que, além de funcionar como uma molécula de combate ao estresse, é considerada como o hormônio do amor, desencadeando sentimentos de amor e proteção, devido à forte influência que exerce sob as relações de apego como, por exemplo, as ligações entre os parceiros ou o vínculo entre mãe e filho.^{28,29,30}

As respostas fisiológicas ao amor romântico e ao amor que a mãe sente pelo filho são ativadas na região do cérebro que contém vasopressina e oxitocina. A concentração de ambos os hormônios aumenta durante as fases intensas do amor, e eles agem sobre diversos sistemas no interior

do cérebro, especialmente no sistema de recompensa dopaminérgico estimulando a liberação de dopamina pelo hipotálamo, um jogo de hormônios e complicadas interações fisiológicas.^{3,31} Suas propriedades químicas, incluindo ligações dissulfeto ativas e suas propriedades adaptativas, tornam essa molécula de especial importância para a medicina e a saúde. Essas características também apresentam desafios para o uso de moléculas semelhantes à oxitocina que só agora estão sendo reconhecidas.³

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma sequência didática baseada nos momentos pedagógicos com o tema estruturador “Química do Amor”, para abordar os conceitos de química orgânica sob a perspectiva da contextualização e interdisciplinaridade em favorecimento ao processo de aprendizagem significativa.

Um exemplo a ser citado é o livro “A Química do Amor”, publicado por Leal, Barros e Miranda⁴ pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), coleção do cotidiano (volume 1), que busca compreender a função das moléculas dos hormônios produzidas pelo organismo e responsáveis pelo comportamento do indivíduo; feromônios incumbidos pela comunicação química entre indivíduos de uma determinada espécie e, por fim, os perfumes, considerados ferramentas fundamentais para a arte da conquista e da sedução, deixando o “cheiro de amor no ar”.

2. Metodologia

A metodologia de ensino foi a Sequência Didática (SD), seguindo os princípios dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) baseados em Delizoicov *et al.* (2011), oportunizando novas situações de aprendizagem. A abordagem estruturada no tema “Química do amor” foi elaborada para o ensino de Química Orgânica é aplicada em uma turma do terceiro ano regular com 30 alunos, do turno matutino, da Escola Estadual de Ensino Médio “Colégio Estadual do Espírito Santo”, localizada na cidade de Vitória no estado do Espírito Santo. A pesquisa foi realizada no âmbito das práticas do Programa Institucional de Bolsistas de Iniciação à Docência (PIBID).

2.1. Plano pedagógico

A temática “Química do Amor” foi selecionada para contextualizar e integralizar o ensino de Química Orgânica. Os 3MP foram planejados em uma SD para atender às necessidades de aprendizagem dos alunos por meio das atividades desenvolvidas em 6 aulas, com duração de 60 minutos cada aula (Tabela 1).

Na aula de problematização inicial (PI) foi exibido o vídeo intitulado “UOL@saúde: Química do amor”, de aproximadamente 21 minutos, dando ênfase aos hormônios envolvidos “no amor, na paixão e na atração sexual”. A entrevista apresentada no vídeo discutiu sobre as variações bioquímicas que ocorrem no organismo, relatando os

Tabela 1. Detalhamento da sequência didática referente ao tema “Química do Amor”, com as atividades planejadas e objetivos específicos para cada momento pedagógico

Aula	MP	Atividades	Objetivo
0	-	Aplicação do questionário diagnóstico inicial	Verificar os conhecimentos prévios sobre o tema.
1	PI	Exibição de vídeo sobre Química do Amor (https://www.youtube.com/watch?v=MK0Mb3ipBn8) Organização dos grupos para o trabalho de pesquisa.	Problematizar as sensações referentes ao amor e evidenciar o papel da química orgânica no cotidiano.
2	OC	Aula expositiva dialogada sobre hormônios, funções orgânicas e reações bioquímicas.	Trabalhar os conteúdos conceituais da química orgânica: Definição de hormônios; Relação com as funções orgânicas; Relação dos hormônios com as fases do amor.
3	OC	Aula prática para experimentação laboratorial de dois ensaios químicos; Realização de exercícios contextualizados relacionados ao tema e às práticas.	Sistematizar os conceitos químicos, promover os conteúdos procedimentais e a partir dos exercícios relacionar a teoria com prática.
4	OC	Exibição de vídeo sobre alimentos que promovem a sensação de bem-estar (https://www.youtube.com/watch?v=QrSxT5yFRvo) Experimentação degustativa de alimentos estimuladores de prazer.	Reforçar os conteúdos conceituais e promover ações estimuladoras de conteúdos atitudinais.
5	AC	Apresentação dos trabalhos de pesquisa realizados pelos grupos de alunos.	Aplicar os conhecimentos e desenvolver habilidades referentes à pesquisa e à oralidade.
6	-	Aplicação do questionário diagnóstico final	Verificar quais os conceitos foram adquiridos e identificar elementos argumentativo-científicos.

PI: Problematização inicial; OC: Organização do conhecimento; AC: Aplicação do conhecimento

fenômenos no organismo relacionados à paixão e ao amor. Em seguida, os alunos debateram alguns tópicos sobre ciência, demonstraram seus conhecimentos prévios e expuseram as dúvidas. Ao final desta aula, a turma foi dividida em 6 grupos para produção de pesquisa e apresentação dos seguintes temas: 1) As fases do amor; 2) Hormônios e suas funções; 3) Hormônios de crescimento utilizados na pecuária; 4) Alimentos estimulantes do sistema nervoso central; 5) Doenças hormonais e 6) Hormônios sexuais.

A organização do conhecimento (OC) ocorreu com aulas dialogadas, atividades experimentais, exibição de outro vídeo e degustação de alimentos. Na primeira aula desta fase, trabalharam-se os aspectos conceituais por meio do diálogo, buscando esclarecer as dúvidas sobre os hormônios, funções orgânicas, moléculas precursoras e suas ações no corpo humano. Na segunda aula foram executados dois experimentos no laboratório da escola, respeitando-se o uso dos equipamentos de proteção individual de acordo com as normas de segurança laboratorial. O primeiro experimento explorou a detecção das insaturações (ligações duplas e triplas) por meio de reações com efeito visual de transformação da cor. O segundo experimento identificou o grupo funcional amina através de medida de pH. A terceira

aula utilizou a apresentação de outro vídeo intitulado: “De tudo um pouco - Super Saudável: Alimentos que oferecem sensação de bem-estar”, com duração de aproximadamente 13 minutos. Após a exibição, foi realizada a degustação de alimentos que estimulam a sensação de bem-estar e prazer, como: abacate, aveia, banana, canela, chocolate, queijo, mel, pimenta e uvas passas. Os alunos registraram as sensações percebidas e, em seguida, foram estimulados a buscar relações entre as sensações e a química das moléculas no organismo, suas funcionalidades e a correlação com as funções orgânicas.

No momento da aplicação do conhecimento (AC) os alunos apresentaram os resultados das pesquisas e cada grupo utilizou a forma de apresentação escolhida, utilizando vídeos explicativos, slides e debates.

2.2. Pesquisa educacional

A pesquisa educacional foi fundamentada na investigação qualitativa em um estudo de caso. A SD desenvolvida permitiu a verificação das contribuições das atividades de ensino e das interações sociais para a dinâmica de aprendizagem nesse contexto.³² Os sujeitos de pesquisa foram 30 alunos de uma turma, com idades entre 16 e

18 anos. As ferramentas para a coleta de dados educacionais foram os questionários diagnósticos aplicados antes e após a SD (Tabela 2). As observações docentes e os relatos dos estudantes foram reportados em gráficos e tabelas para análise e identificação das contribuições em cada etapa.

Tabela 2. Perguntas dos questionários diagnósticos inicial e final

Questão	Pergunta
1	Você sabe o que são hormônios e qual a sua função no organismo?
2	O que os hormônios podem provocar no nosso organismo?
3	A frase “rolou uma química entre nós” é apenas simbólica ou de fato real? O que você entende?
4	Os alimentos podem estimular a sensação de bem-estar e prazer?

3. Resultados e Discussão

3.1. Observações da sequência metodológica

Durante as atividades do PIBID, observou-se que os alunos do terceiro ano do EM apresentavam falta de domínio quanto à compreensão dos conceitos de química orgânica anteriormente estudados. Essa análise foi percebida por meio de questionamentos aos discentes que demonstraram dificuldade em relacionar os conhecimentos científicos de química com outras áreas do saber na busca de explicações, tais como: aspectos de desinteresse, ausência de motivação e a falta de experimentação durante as aulas. Nessa fase de escolarização o estudante precisa saber os tipos de ligação do carbono e as funções orgânicas, bem como articular os conteúdos químicos com os biológicos.³³ Devido à dificuldade educacional apresentada pela turma durante as primeiras interações, selecionou-se o tema estruturador a “Química do Amor” para conectar alguns aspectos da vida cotidiana e integralizar os conhecimentos químicos.

Na PI (conteúdo atitudinal), foi utilizada como recurso educativo a apresentação de vídeos, com a proposta de aguçar a curiosidade sobre o tema. Ao final da exibição, percebeu-se o surgimento de dúvidas como, por exemplo: [...] “*Professora, então quer dizer que quando eu amo acontece uma reação química?*” [...] “*Professora, mas qual o motivo da bochecha rosada quando gostamos de alguém ou até mesmo quando ficamos sem graça?*”. A adolescência é a fase da vida em que os hormônios estão mais a florados, assim torna-se natural a busca por explicações quanto às modificações que ocorrem no corpo humano.^{2,18} Os acontecimentos do cotidiano devem ser trazidos para o estudo em sala de aula, para que os alunos passem a interagir com os conhecimentos científicos em um processo de aprendizagem coletiva, buscando evidenciar a inter-relação entre a ciência e a vida, de modo a configurar novas aprendizagens.^{13,34}

Na etapa da OC foram trabalhados, prioritariamente, os conteúdos conceituais para promover uma melhor compreensão e a sistematização do que foi visto na PI. Os assuntos trabalhados conceitualmente fundamentaram a sequência de experimentações e pesquisa, favorecendo também o desenvolvimento e aprendizado dos conteúdos procedimentais e atitudinais, como: hormônios e funções orgânicas atreladas aos neurotransmissores. Na aula experimental (conteúdo conceituais e procedimentais) foram investigadas as reações em moléculas orgânicas: detecção das insaturações no limoneno e verificação da basicidade na solução de piridina. O objetivo principal das experimentações foi promover a assimilação dos conhecimentos químicos sobre os hormônios relacionados ao amor como, por exemplo, nas Fases 1 e 3 (Figura 1) em que estão envolvidas as moléculas que possuem ligações duplas como no caso do limoneno e a comparação dos hormônios da Fase 2 com a estrutura da piridina, que apresentam a função amina em sua composição. Nesse sentido, o processo de aprendizagem não deve estar limitado aos conteúdos formais e específicos de uma aula, mas constituir-se pelo estabelecimento de conexões com outros conceitos químicos e aspectos procedimentais e atitudinais, para que o aprendizado seja efetivamente significativo, almejando aprimorar as competências e habilidades dos alunos, para além da química orgânica.^{35,36,37}

Pela resposta dos exercícios realizados na OC verificou-se que parte da turma apresentou dificuldade para entender as reações químicas e, conseqüentemente, transcrevê-las. Os conteúdos foram trabalhados utilizando exemplos, entrevistas e problemas a serem resolvidos durante todas as etapas da SD, de acordo com as particularidades metodológicas dos 3MP. Na OC os discentes foram constantemente incentivados a relacionar os conceitos com suas experiências de vida, evitando-se a memorização e estimulando o processo de ressignificação dos conhecimentos. No ensino de química os conhecimentos científicos devem ser trabalhados em função ao cotidiano, em problematizações dialógicas, objetivando a transformação do pensamento e formação de um cidadão atuante e apto para a tomada de decisões.^{12,15}

Ao trabalhar com o tópico alimentos que estimulam a sensação de bem-estar e prazer (conteúdos procedimentais e atitudinais), verificou-se o aumento de interesse por parte dos alunos durante a degustação, caracterizando-se como uma oportunidade singular para relacionar a teoria com a prática, além de promover a socialização durante um momento prazeroso.^{34,38,43} Esses alimentos que se distinguem de outros por uma maior quantidade de micronutrientes como zinco e vitamina E, contribuem na produção de hormônios sexuais como estrogênio e testosterona, aumentando a libido e o prazer sexual.⁴² O vídeo descreveu o processo de obtenção de prazer através da alimentação, e ainda demonstrou que algumas pessoas possuem dependência em altos níveis de gorduras, açúcares e sais. Também foram exemplificados os grupos precursores de serotonina, como o magnésio, as sementes, as vitaminas do complexo B e, principalmente,

o aminoácido conhecido como triptofano, encontrado em grandes quantidades no grão de bico, no chocolate com alto teor de cacau e na banana. A investigação permitiu a relação dos conhecimentos trabalhados anteriormente com os alimentos degustados. A atividade foi finalizada com a identificação das funções orgânicas em cada alimento.

Na AC (conteúdos procedimentais e atitudinais), os alunos demonstraram interesse durante a elaboração do trabalho de pesquisa, fato evidenciado pelo aumento da procura por orientação extraclasse. Este período ficou destacado pelo fortalecimento das relações entre o professor em exercício, a bolsista do PIBID (graduanda em Química) e os alunos participantes. Para Delizoicov *et al.* (2011)¹⁴ a sala de aula é o espaço de transferências reais de conceitos e experiências entre os pares e o professor. Os trechos extraídos do registro de observação da prática docente denotam como ocorreu o estabelecimento de uma nova perspectiva de diálogo sobre os conhecimentos científicos e o mundo em que vivem: “[...] *Agora entendo que os produtos de limpeza possuem funções orgânicas em sua composição química e que é perigoso fazer algumas misturas*” [...] “*Os alimentos são essenciais para a nossa vida, é deles que ingerimos carboidratos, proteínas e vitaminas*” [...] “*Os compostos químicos estão presentes no ar que respiramos, na fotossíntese das plantas e no efeito estufa*”. Além disso, essas mediações auxiliam a organização do conhecimento, enquanto atendem as demandas afetivas e cognitivas dos envolvidos.

A desenvoltura dos alunos na execução da pesquisa e elaboração de trabalho evidenciaram os resultados satisfatórios obtidos pela aplicação da SD proposta por essa pesquisa educacional. Os estudantes apresentaram um bom desempenho, motivação e efetiva participação durante a execução das atividades, demonstrando dedicação e confiança nas apresentações, além de ótimos resultados e conclusões. Dentre os resultados educacionais, destacou-se o engajamento dos discentes nas etapas que promoveram o aprendizado significativo utilizando a contextualização e interdisciplinaridade.

3.2. Avaliação do processo de aprendizagem

Os resultados foram obtidos por meio do questionário diagnóstico, constituído por quatro questões abertas, aplicado em um momento anterior ao início da SD e após o término das atividades. A coleta de informações iniciais investigou as concepções prévias sobre o tema estruturador “Química do Amor”. Na avaliação final, os dados coletados foram verificados pela presença de elementos argumentativo-científicos nas respostas, através da análise comparativa dos conteúdos aprendidos ao longo da SD. O desempenho de cada participante no processo de aprendizagem foi avaliado e o resultado global da turma foi reportado e comparado desenvolvendo os classificadores de aprendizagem em três segmentos, como indicado pela Tabela 4: Aprendizado Significativo

Satisfatório (ASS), Aprendizado Significativo Intermediário (ASI) e Aprendizado Significativo Insatisfatório (ASF). As concepções desenvolvidas como critérios de avaliação foram instituídas pela combinação do desempenho quanto ao conteúdo das respostas do questionário inicial (QI) e final (QF). Os desempenhos variaram entre baixo, médio e alto e foram definidos como base na avaliação da eficiência da metodologia aplicada.

Tabela 3. Classificadores de aprendizagem e critérios de desempenho

Desempenho do QI	Desempenho do QF	Classificador de aprendizagem
Baixo	Médio	ASS
Médio	Alto	
Baixo	Alto	ASI
Alto	Alto	
Médio	Médio	ASF
Baixo	Baixo	
Alto	Médio	
Alto	Baixo	

QI: questionário inicial; QF: questionário final; ASS: aprendizado significativo satisfatório; ASI: aprendizado significativo intermediário; ASF: aprendizado significativo insatisfatório.

Na primeira pergunta, “Você sabe o que são hormônios e qual a sua função no organismo?”, foi investigada a definição das substâncias químicas e suas relações com a saúde do corpo humano, em que buscava-se a articulação do conteúdo trabalhado com a disciplina de biologia, de acordo com o currículo do EM.¹⁰ A Figura 2 mostra um avanço na construção do conhecimento com a variação dos classificadores de aprendizagem, pois 46,6% (verde) dos alunos modificaram suas respostas positivamente, totalizando 56,6% (verde) do grupo ASS. No entanto, foi verificado que 20,0% (vermelho) dos discentes não foram estimulados a conceituar os hormônios e suas funções. Dentre as respostas coletadas, descreveu-se as concepções de dois alunos (Tabela 4): O sujeito A24 apresentou variação de desempenho baixo (BX) para alto (AT) e o A25 com alteração de médio (MD) para alto (AT). As respostas foram adequadas ao tema trabalhado, verificadas pela identificação da existência de células especializadas diretamente ligadas às ações hormonais, colocando em foco a corrente sanguínea. A relação epistemológica e pedagógica da SD possibilitou a ressignificação do conhecimento científico.¹³ A estratégia de realizar a aula expositiva dialogada em 50 minutos com os conteúdos: hormônios, funções orgânicas e reações bioquímicas relacionadas ao bem estar, pode ter contribuído com os resultados das questões A e D conforme a seguir.

Foi verificado um alto desempenho da turma quando solicitado um aprofundamento sobre as concepções anteriormente expostas e suas relações com os distúrbios, sensações, desejos e mudanças fisiológicas, na segunda pergunta: “O que os hormônios podem provocar no nosso

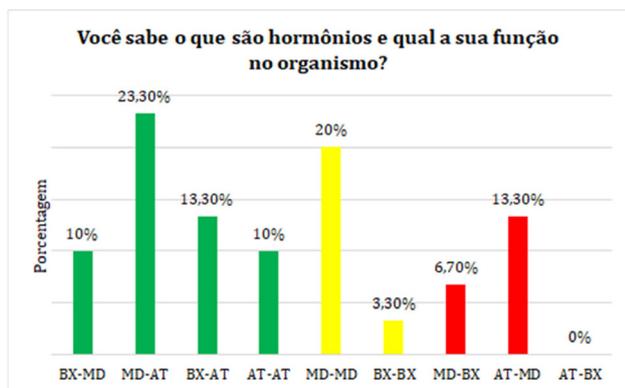


Figura 2. Resultados da avaliação dos classificadores de aprendizagem de acordo com o questionário: segunda pergunta

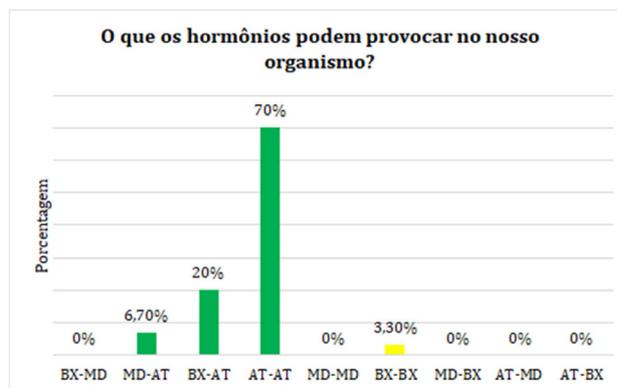


Figura 3. Resultados da avaliação dos classificadores de aprendizagem de acordo com o questionário: terceira pergunta

organismo?”. Na Figura 3 foi possível constatar que 70,0% (verde) dos participantes dominavam estes conceitos e, ainda, que houve um ganho no aprendizado para 26,7% (verde). Destaca-se que 96,7% da turma apresentou desempenho com alto rendimento. No entanto, a proporção de 3,3% (amarelo) foi referente aos alunos que não estavam envolvidos com as atividades propostas e este número aparece novamente nas questões posteriores.

Pelas avaliações dos conteúdos das respostas dos sujeitos A26 e A17 (Tabela 4), foi verificado a sistematização do conhecimento ao relacionarem os hormônios com as funções de crescimento, sistema reprodutor e sistema neurológico. Foram destacadas as respostas dos sujeitos A05 e A09, que após o processo de pesquisa obtiveram aproveitamento positivo. Inicialmente os estudantes acreditavam ser uma frase simbólica, mas conseguiram fundamentá-la apenas com

Tabela 4. Comparação das respostas finais e iniciais para o classificador ASS

Pergunta	Sujeito	Varição entre respostas	Resposta inicial	Resposta final
1	A24	BX/AT	Resposta em branco	“São substâncias químicas produzidas por células e quando lançadas na corrente sanguínea, controlam determinadas funções no organismo.”
	A25	MD/AT	“Hormônios tem como função estabelecer as ações de sentimento, podendo deixar o indivíduo agitado ou não.”	“Hormônios são substâncias químicas produzidas em células especializadas. Produzir efeitos específicos (inibição ou indução) em um órgão do corpo.”
2	A26	BX/AT	Resposta em branco	“Eles regulam o crescimento, funções de vários tecidos, funções de sistema reprodutor, desenvolvimento, etc. Provocam sensações de vários tipos.”
	A17	MD/AT	“Em grande quantidade podem causar disfunção.”	“Podem provocar diferentes coisas. Pode provocar alegria, tristeza, disfunção hormonal e fornecer prazer.”
3	A05	BX/AT	“Acho simbólica, pois creio que o fato de se dar bem com alguém é mais emocional.”	“De certo modo ela é real, porque existe uma explicação química para uma boa relação entre pessoas, é liberado pelo cérebro a substância que indica isso.”
	A09	BX/AT	“Simbólica que se refere ao fato real de alguns compostos orgânicos se atraírem.”	“De fato real, pois há uma descarga de feniletilamina, dopamina e norepinefrina. Que são substâncias que controlam a passagem do desejo para o amor são estimulantes naturais do cérebro.”
4	A07	BX/AT	“Sim. Porque se não nos alimentarmos nós ficamos meio cabisbaixo.”	“Sim. Porque a serotonina faz sentirmos esse prazer com as comidas que mais gostamos e também pode nos dá a sensação de que não gostamos também.”
	A12	AT/AT	“Sim, alguns alimentos possuem componentes que estimulam os nossos sentidos.”	“Sim. O chocolate, por exemplo, possui o triptofano que é uma substância que favorece a felicidade.”

BX: resposta baixa, MD: resposta média, AT: resposta alta

conceitos genéricos. Após as atividades eles conseguiram explicar por meio de argumentos científicos, exemplificando as reações no cérebro e vinculando-as com alguns hormônios, ou seja, uma nova concepção do conteúdo.³⁹

O bom resultado das primeiras questões pode ser relacionado às conexões significativas entre os conteúdos interdisciplinares de química e biologia, que constituem uma cultura científica própria da área, em que compartilham e complementam seus conhecimentos em constante articulação de linguagens e modelos. Os atributos similares entre os conteúdos permitem que as mediações de ensino sejam eficientes, de fácil compreensão das inter-relações dinâmicas de saberes cotidianos, às vezes populares, aos conhecimentos científicos. A conexão estabelecida entre química e biologia fortalece a aprendizagem do aluno e do universo cultural da ciência Química na vida deles.^{10,39,38}

A terceira pergunta obteve desempenho de 70,0% (verde) no classificador ASS: “A frase “rolou uma química entre nós” é apenas simbólica ou de fato real? O que você entende?”. Este questionamento teve por função principal estimular o desenvolvimento do senso crítico e, conseqüentemente, a melhorar os níveis da argumentação científica ao utilizar o senso comum como desencadeador desta sistemática.^{40,41} Na Figura 4 foi verificado que 53,3% (verde) dos alunos adquiriram conhecimentos mais significativos em relação às respostas iniciais. Assim como na primeira pergunta, foi verificado um grupo de 13,3% (vermelho) que pouco participaram das atividades. No entanto, este é um cenário comum nas escolas brasileiras e não pode ser um fator desestimulante para o graduando (futuro professor) ou para o discente. Estes casos, devem ser encarados como novos desafios a serem vencidos e oportunidades de crescimento pessoal e profissional.^{41,42}

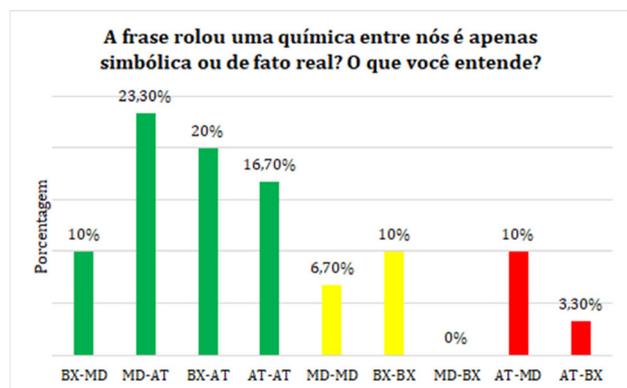


Figura 4. Resultados da avaliação dos classificadores de aprendizagem de acordo com o questionário: terceira pergunta

A quarta pergunta, “Os alimentos podem estimular a sensação de bem-estar e prazer?”, novamente articulou-se os conhecimentos químicos e biológicos, em função das propriedades nutricionais dos alimentos. Pela Figura 5 foi possível verificar um aproveitamento baixo, onde apenas 17,2% (verde) dos alunos obtiveram aquisição de conhecimento numericamente perceptível. Dois grupos

permaneceram sem alterações entre os procedimentos metodológicos: 24,1% (verde) resposta correta e 31,0% (amarelo) resposta incorreta. O fator que mais chamou atenção foi o grupo de 27,6% (vermelho) dos discentes que inicialmente responderam assertivamente e depois de modo incompleto. As ações da SD geralmente permitem aos estudantes possibilidades de construção de conhecimentos e fornecem muitos subsídios, mas nem sempre todas as ações são eficientes neste processo de construção. Acredita-se que a aula expositiva dialogada e a experimentação degustativa, momentos em que foram trabalhados muitos conceitos como hormônios e suas funções tenham sido pouco explorados. A necessidade de maior interação com a biologia devido à diversificação de conteúdo, provavelmente contribuiu com o balanço negativo das respostas dos alunos na questão D. As SDs precisam ser planejadas e vinculadas a realidade dos alunos para que de fato possam resultar em um debate mais significativo no processo de construção de conhecimento.

Desse modo, foi percebido a necessidade em trabalhar um pouco mais o tópico alimentação, e preferencialmente, com maior dedicação de tempo e estímulo ao engajamento da turma nesta etapa. Acredita-se que o desempenho seria acrescido positivamente se fosse realizada uma melhor discussão das informações contidas no vídeo apresentado como, por exemplo, sobre as substâncias químicas precursoras dos hormônios que compõem os alimentos que foram degustados, centralizando os alunos, nesta aula, no processo de aprendizagem.

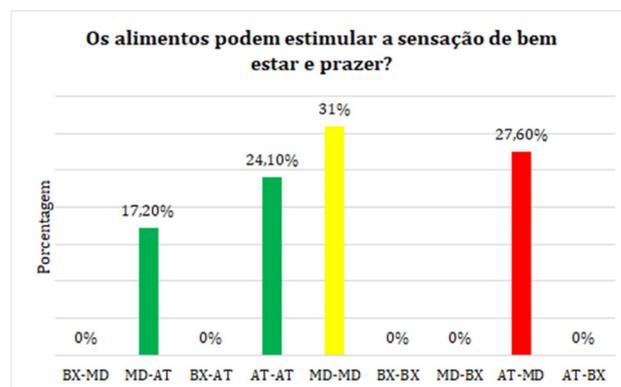


Figura 5. Resultados da avaliação dos classificadores de aprendizagem de acordo com o questionário: quarta pergunta

Na Tabela 4 estão transcritas as respostas dos alunos A07 e A12, explicitando a aquisição de linguagem científica que fomentou a argumentação empregada. Previamente, foi indicado que o ser humano tem a necessidade de alimentar-se para sua sobrevivência, no entanto, na resposta final, conseguiram descrever a serotonina e o triptofano como moléculas que promovem a sensação de felicidade. A abordagem do tema Química do Amor a partir da contextualização e da interdisciplinaridade, por meio da experimentação, vivência, apresentação de vídeos e pesquisas, contribuiu para o processo de ensino pela SD e de aprendizagem em química orgânica.

4. Conclusão

A aplicação deste “design metodológico” no ensino de química orgânica demonstra que a sequência didática sobre a Química do Amor fornece mecanismos que favorecem o processo de aprendizagem significativa. A associação dos pressupostos referentes aos Momentos Pedagógicos, a contextualização e a interdisciplinaridade promovem um ambiente mais atrativo e incentiva a participação dos alunos, devido ao aumento do interesse sobre o tema. Os conceitos sobre hormônios, funções orgânicas e suas reações no corpo humano são abordados de forma dinâmica com a utilização de vídeos, experimentos laboratoriais e de degustação, de modo a oportunizar novas experiências de vida para os discentes e significados aos conteúdos.

A contextualização e a interdisciplinaridade aproximaram os conhecimentos escolares da vida cotidiana, em valorização das questões socioambientais e capacitação para a resolução de problemas reais. No ato de ensinar o docente é o mediador, possibilitando a produção, construção e reelaboração do conhecimento pelos discentes em um processo de ressignificação.

A SD envolve a utilização de diversas estratégias e recursos de ensino para promover uma maior motivação e tornar a aula mais dinâmica e o aluno engajado, mas nem sempre é alcançado resultados promissores na aprendizagem dos conteúdos. Apesar da escolha metodológica de utilizar apenas uma aula expositiva dialogada não ter sido muito eficaz, acredita-se que os resultados podem ser ainda melhores, com possibilidades de outras articulações e inclusões de recursos que poderão contribuir com uma aprendizagem mais efetiva e vinculada aos acontecimentos do mundo e da sociedade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PIBID pela oportunidade e financiamento, à E.E.E.M. “Colégio Estadual do Espírito Santo” pelo fornecimento das instalações, apoio da administração e disposição. Agradecemos especialmente à professora regente pela parceria e aos estudantes que participaram com muito empenho desta pesquisa, contribuindo para o sucesso.

Declaração de interesse

Os autores declaram não haver potencial conflito de interesse ou benefício financeiro.

Referências Bibliográficas

- Fisher, H. E.; *Anatomía del amor. Historia natural de la monogamia, el adulterio y el divorcio*, 1ª ed., Editorial Anagrama: Barcelona, 2007.
- Boer, A.; van Buel, G. J.; Horst, G. J.; Love is more than just a kiss: a neurobiological perspective on love and affection. *Neuroscience* **2012**, *201*, 114. [Crossref]
- Carter, C. S.; Kenkel, W. M.; MacLean, E. L.; Wilson, S. R.; Perkeybile, A. M.; Yee, J. R.; Ferris, C. F.; Nazarloo, H. P.; Porges, S. W.; Davis, J. M.; Connelly, J. J.; Kingsbury, M. A.; Is Oxytocin “Nature’s Medicine”? *Pharmacological Reviews* **2020**, *72*, 829. [Crossref]
- Leal, I. C. R.; Barros J. C.; Miranda, L. S. M.; *A Química do amor*. Coleção Química no Cotidiano Volume 1. 1a. ed., Sociedade Brasileira de Química: São Paulo, 2011.
- Mano, S. M. F.; Gouveia, F. C.; Schall, V. T.; “Amor e sexo: mitos, verdades e fantasias”: jovens avaliam potencial de material multimídia educativo em saúde. *Ciência & Educação (Bauru)* **2009**, *15*, 647. [Crossref]
- Ceolin, I.; Chassot, A. I.; Nogaro, A.; Ampliando a alfabetização científica por meio do diálogo entre saberes acadêmicos, escolares e primeiros. *Revista Fórum Identidades* **2015**, *18*, 9. [Link]
- Silva, L. R. R.; Ventura, B.; Almeida, M. O.; Lima, N. M. A.; Silva, K. T.; Maia, F. J. N.; Sampaio, S. G.; Bezerra, T. T.; Guedes, I.; Ribeiro, V. G. R.; Mazzetto, S. E.; Fraude no Leite: Experimento Investigativo para o Ensino de Química. *Revista Virtual de Química* **2019**, *11*, 1024. [Crossref]
- Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **2021**. [link]
- Ausubel, D.; Novak, J. D.; Hamsen, H. *Psicologia Educacional*. Interamericana: Rio de Janeiro, 1980.
- Brasil. Ministério da Educação. PCN+. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias Ensino Médio. Brasília, **2006**. [link]
- Zanon, L. B.; Em *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*; Rosa, M. I. P.; Rossi, A. V., eds., Átomo: Campinas, 2008, cap 1.
- Freire, P.; *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*, 33ª ed., Paz e Terra: Rio de Janeiro, 2006.
- Halmenschlager, K. R.; Delizoicov, D.; Abordagem temática no ensino de ciências: caracterização de propostas destinadas ao ensino médio. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* **2017**, *10*, 305. [Crossref]
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M.; *Ensino de ciências, fundamentos e métodos*, 4a. ed., Cortez: São Paulo, 2011.
- Muenchen, C.; Delizoicov, D.; Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação (Bauru)* **2014**, *20*, 617. [Crossref]
- Bolte, C.; Streller, S.; Hofstein, A.; Em *Teaching Chemistry - A Studybook*; Eilks, I.; Hofstein, A., Eds., Sense Publishers: Rotterdam, 2013. [Crossref]
- Christensson, C.; Sjöström, J.; Chemistry in context: analysis of thematic chemistry videos available online. *Chemistry Education Research and Practice* **2014**, *15*, 59. [Crossref]
- Morato, E. M.; Relações entre linguagem, cognição e interação - algumas implicações para o campo da saúde. *Linguagem em Discurso* **2016**, *3*, 575. [Crossref]

19. Fisher, H.; *Por que amamos - A natureza e a química do amor romântico*. Record: Rio de Janeiro, 2008.
20. Barros, J. C.; Cotrim, B. A.; Desenvolvimento e Sínteses da Flibanserina (Addyi®) - o “Viagra® Feminino”. *Revista Virtual de Química* **2016**, *8*, 981. [[Crossref](#)]
21. Feijó, F. M.; Bertoluci, M. C.; Reis, C.; Serotonina e controle hipotalâmico da fome: uma revisão. *Revista da Associação Médica Brasileira* **2011**, *57*, 74. [[Crossref](#)]
22. Kato, S.; Recent Advances in 5-Hydroxytryptamine (5-HT) Receptor Research: How Many Pathophysiological Roles Does 5-HT Play via Its Multiple Receptor Subtypes? *Biol Pharm Bull* **2013**; *36*, 1406. [[Crossref](#)]
23. Snir, O.; Hesselberg, E.; Amoudruz, P.; Klareskog, L.; Zarea-Ganji, I.; Catrina, A. L.; Padykow, L.; Malmstrom, V.; Seddighzadeh, M.; Genetic variation in the serotonin receptor gene affects immune responses in rheumatoid arthritis. *Genes and Immunity* **2013**, *14*, 83. [[Crossref](#)]
24. Aulinas, A.; Plessow, F.; Pulumo, R. L.; Asanza, E.; Mancuso, C. J.; Slattery, M.; Tolley, C.; Thomas, J. J.; Eddy, K. T.; Miller, K. K.; Disrupted oxytocin-appetite signaling in females with anorexia nervosa. *J. Clin Endocrinol Metab* **2019**, *104*, 4931. [[Crossref](#)]
25. Mbugua, W.; Chemistry of Love. Available at SSRN, 2019. [[Link](#)]
26. Buemann, B.; Uvnäs-Moberg, K.; Oxytocin may have a therapeutic potential against cardiovascular disease. Possible pharmaceutical and behavioral approaches. *Medical Hypotheses* **2020**, *138*, 109597. [[Crossref](#)]
27. Gust, K.; Caccese, C.; Larosa, A.; Nguyen, T. V.; Neuroendocrine effects of lactation and hormone-gene-environment interactions. *Molecular Neurobiology* **2020**, *57*, 2074. [[Crossref](#)]
28. Odent, M.; *A Cientificação do amor*. Terceira Margem: São Paulo, 2000.
29. Carvalho, M. L.; O renascimento do parto e A cientificação do amor. *Revista Estudos Feministas* **2011**, *10*, 521. [[Crossref](#)]
30. Carter, C. S.; The oxytocin-vasopressin pathway in the context of love and fear. *Front Endocrinol (Lausanne)* **2017**, *8*, 356. [[Crossref](#)]
31. Garrison, J. L.; Macosko, E. Z.; Bernstein, S.; Pokala, N.; Albrecht, D. R.; Bargmann, C. I.; Oxytocin/vasopressin-related peptides have an ancient role in reproductive behavior. *Science* **2012**, *338*, 540. [[Crossref](#)]
32. Gil, A. C.; *Métodos e técnicas de Pesquisa Social*, 6a. ed., Atlas: São Paulo, 2011.
33. Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Semtec. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 2000.
34. Nascibem, F. G. L.; Viveiro, A. A.; Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o ensino de ciências. *Interações* **2015**, *11*, 285. [[Crossref](#)]
35. Bassoli, F.; Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação* **2014**, *20*, 579. [[Crossref](#)]
36. Libâneo, J. C. *O processo de ensino na escola*. Cortez: São Paulo, 1994.
37. Vasconcelos, C.; Praia, J. F.; Almeida, L. S.; Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional* **2003**, *7*, 11. [[Crossref](#)]
38. Resende, D. R.; Castro, R. A.; Pinheiro, P. C.; O saber popular nas aulas de química: relato de experiência envolvendo a produção do vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio. *Química Nova na Escola* **2010**, *32*, 151. [[Link](#)]
39. Mendonça, P. C. C.; Justi, R. S.; Ensino-Aprendizagem de Ciências e Argumentação: Discussões e Questões Atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **2013**, *13*, 187. [[Link](#)]
40. Almeida, T.; Dourado, L. M.; Considerações sobre o amor, ciúme e egoísmo: Revisão integrativa da literatura brasileira. *Boletim Academia Paulista de Psicologia* **2018**, *38*, 179. [[Crossref](#)]
41. Lima, K. E. C.; Vasconcelos, S. D.; Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação* **2006**, *14*, 397. [[Crossref](#)]
42. Alioto, M. R.; Calefi, P.; Reis, M. J.; Educação problematizadora no ensino de química: a indústria sucroalcooleira como tema gerador de uma sequência didática em uma escola pública de Sertãozinho - SP. *Revista Illuminart* **2017**, *15*, 157. [[Link](#)]
43. Espinosa, L. G. G.; Borzhetskaia, T. Y.; Rivero, L. L.; Sobre los alimentos denominados afrodisiacos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* **2009**, *19*, 2. [[Link](#)]