Universidade Estadual Paulista

Ana Clara Nunes de Almeida

PROPOSTA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA PARA O ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS NA ABORDAGEM METODOLÓGICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Araraquara

2024

ANA CLARA NUNES DE ALMEIDA

PROPOSTA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA PARA O ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS NA ABORDAGEM METODOLÓGICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Química

Orientador: Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles

Araraquara

2024

A447p

Almeida, Ana Clara Nunes de

Proposta de uma Unidade Didática Multiestratégica para o ensino de ligações químicas na abordagem metodológica dos três momentos pedagógicos / Ana Clara Nunes de Almeida. -- Araraquara, 2024

79 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Química, Araraquara

Orientador: Vagner Antonio Moralles

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Estratégias de aprendizagem. 3. Metodologia. 4. Ligações químicas. 5. Planejamento educacional. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

ANA CLARA NUNES DE ALMEIDA

PROPOSTA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA PARA O ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS NA ABORDAGEM METODOLÓGICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Química

Orientador: Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles

Araraquara, 27 de novembro de 2024.

Banca examinadora

gov.br Documento assinado digitalmente
VAGNER ANTONIO MORALLES
Data: 07/12/2024 08:28:47-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles

gov.br Documento assinado digitalmente
DENIS RICARDO MARTINS DE GODOI
Data: 09/12/2024 15:54:13-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Denis Ricardo Martins de Godoi

gov.br Documento assinado digitalmente
QUEZIA VALENTIM MARTINS
Data: 07/12/2024 09:25:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Quezia Valentin Martins

DADOS CURRICULARES

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Ana Clara Nunes de Almeida

Nome em citação: Almeida, A. C. N.

FORMAÇÃO ACADÊMICA/ TITULAÇÃO

Graduação em Licenciatura em Química no Instituto de Química de Araraquara/SP da Universidade Estadual Paulista

ATIVIDADES ACADÊMICAS RELEVANTES

Almeida, A. C. N.; Rodrigues, G. V.; Pereira, J. C. M. Síntese e Caracterização do Tiadiazol derivado da 1N-Vanilina-4-N(Fenil)-Tiossemicarbazona. *In*: PRIMEIRA FASE DO XXXVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 2024, Araraquara. **Resumos** [...] Araraquara: UNESP, 2024

Dedico este trabalho aos meus pais, à minha irmã e ao meu namorado, com todo meu coração.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus e aos meus pais, Adriana e Jonas, por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e lutando para viver esse sonho comigo. Agradecer por, em meio a tantas dificuldades, nunca me deixaram desistir, estiveram sempre me guiando e me fortalecendo.

Gostaria de agradecer também a minha irmã, Rafaela, que, muitas vezes, precisou deixar de lado suas vontades para que eu conseguisse chegar até aqui, sendo sempre a minha força diária.

Agradeço o meu namorado, Jean, por todo amor e paciência, por estar sempre me apoiando e me ajudando a levantar nos dias mais difíceis.

Agradeço, imensamente, a minha amiga de graduação Lara, que sempre esteve comigo, em momentos bons e difíceis, lutando comigo, me apoiando e me proporcionando momentos inesquecíveis, dentro e fora da universidade.

Agradeço o meu amigo de graduação Bruno, por toda ajuda, paciência e conhecimentos compartilhados ao longo desses anos.

Agradeço também os meus colegas de curso Gian, Joseane, Melissa, Vitor e Jhonathan.

Agradeço também às minhas amigas professoras que serviram de inspiração para que eu continuasse em busca dessa jornada chamada docência.

Agradeço ao Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista por ter me proporcionado grandiosos conhecimentos e por ter me dado a oportunidade de conhecer docentes incríveis e inspiradores, além da minha formação acadêmica..

E não poderia deixar de agradecer o meu grande orientador Vagner, por toda paciência, todo auxílio, dedicação e ensinamento que foram essenciais para a execução desse trabalho.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

Dentre as funções do planejamento didático-pedagógico, pode-se citar sua potencialidade de evitar ações descoordenadas e improvisadas em sala de aula, permitir a adequação dos conteúdos de ensino à realidade escolar específica e, especialmente para o modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas, permitir articular de forma coerente e orgânica os elementos do planejamento com a abordagem metodológica de cada professor. Um planejamento bem estruturado e autônomo permite, também, que o professor reflita sobre o seu trabalho em sala de aula, a fim de aprimorar cada vez mais o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o planejamento no modelo das Unidades Didáticas Multiestratégicas prevê que a escolha da abordagem metodológica é uma atribuição do professor e essa deve servir como um guia para a seleção das diversas estratégias didáticas, estratégias de avaliações e objetivos de aprendizagem. Com isso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma Unidade Didática Multiestratégica voltada para o ensino médio público da rede estadual de São Paulo, sobre o conteúdo de ligações químicas, utilizando como abordagem metodológica os três momentos pedagógicos. Argumenta-se que esse primeiro esforço desenvolvido no sentido de sistematizar uma proposta de planejamento didático-pedagógico pode servir de base para que outros professores adaptem a sua realidade, uma vez que, esse é um modelo flexível e adaptável a outros contextos e especificidades de cada docente.

Palavras-chave: Unidades Didáticas Multiestratégicas. Três Momentos Pedagógicos. Metodologia. Ligações Químicas.

ABSTRACT

Amongst the functions of didactic-pedagogical planning, it is highlighted its potential to prevent uncoordinated and improvised actions in the classroom, to allow the adaptation of teaching content to the specific school context, and, especially for the Multistrategic Didactic Units model, to enable the coherent and organic integration of planning elements with each teacher's methodological approach. A well-structured and autonomous plan also allows the teacher to reflect on their classroom practices, with the aim of continuously improving the teaching and learning process. In this regard, planning within the Multistrategic Didactic Units model considers that selecting the methodological approach is the teacher's responsibility, and it should serve as a guide for choosing various teaching strategies, assessment strategies, and learning objectives.The objective of this work, therefore, was to develop a Multistrategic Didactic Unit for public high school education in São Paulo's state system, focusing on the content of chemical bonding and using the three pedagogical moments as the methodological approach. It is argued that this initial effort to systematize a didactic-pedagogical planning proposal to serve as a foundation for other teachers to adapt to their own contexts, as it is a flexible model that can be adjusted to different contexts and the specificities of each teacher.

Keywords: Multistrategic Didactic Units; The three pedagogical moments; Methodology; Chemical Bonds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Triângulo dos aspectos do conhecimento químico.

Figura 2. Transferência de elétrons do átomo de sódio para o átomo de cloro.

Figura 3. Estrutura do NaCl.

Figura 4. Ciclo de Born-Haber para NaCl(s).

Figura 5. Ligação covalente da molécula de F_2.

Figura 6. Estrutura de Lewis para a molécula de água.

Figura 7. Ligação dupla da molécula de CO_2.

Figura 8. Ligação tripla da molécula de N_2.

Figura 9. Estruturas de ressonância da molécula de O_3.

Figura 10. Modelo mar de elétrons.

Figura 11. Condutividade térmica dos metais.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Etapas de uma UD.

Quadro 2. Matriz da tarefa 1 - Contexto da intervenção pedagógica.

Quadro 3. Matriz da tarefa 2 - Análise Científico-Epistemológico.

Quadro 4. Matriz da tarefa 3 - Análise didático-pedagógica.

Quadro 5. Matriz da tarefa 4 - Abordagem Metodológica.

Quadro 6. Matriz da tarefa 5 - Definição do tema, objetivos de aprendizagem, sequências didáticas e estratégias de avaliação.

Quadro 7. Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom.

Quadro 8. Matriz da tarefa 7 - Seleção de estratégias didáticas e de avaliação.

Quadro 9. Objetivos propostos em suas respectivas dimensões do conhecimento e do processo cognitivo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pontos de fusão de compostos iônicos.

Tabela 2. Relação da distância interatômica com a dureza do composto.

Tabela 3. Relação entre a carga iônica e a dureza do composto.

Tabela 4. Condutibilidade dos materiais.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP = Três Momentos Pedagógicos;

DDT = Dicloro-Difenil-Tricloroetano;

GV/GO = Grupo de Verbalização e Grupo de Observação;

SD = Sequência Didática;

TBL = Team Based Learning;

TDIC = Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação;

UD = Unidade Didática;

UDM = Unidade Didática Multiestratégica;

UNESP = Universidade Estadual Paulista.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **15**
1.1 A importância do planejamento didático-pedagógico 15
1.2 Motivação 18
2 OBJETIVOS **19**
2.1. Objetivo Geral 19
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS **20**
3.1 O modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas 20
3.2 Abordagem metodológica como eixo central do planejamento 30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **31**
4.1 Tarefa 1 – Contexto da intervenção didático-pedagógica 31
4.2 Tarefa 2 – Análise científico-epistemológica 32
4.3 Tarefa 3 – Análise didático-pedagógica 44
4.4 Tarefa 4 – Abordagem metodológica 45
4.5 Tarefa 5 – Seleção dos objetivos de aprendizagem 47
4.6 Tarefas 6 e 7 – Seleção de estratégias didáticas e seleção de estratégias de avaliação 48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS **53**
REFERÊNCIAS **54**
APÊNDICE A– ROTEIRO EXPERIMENTAL **57**
APÊNDICE B- UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA **59**

MEMORIAL ACADÊMICO

Escolhi o curso de licenciatura em química, porque eu realmente quero seguir na carreira de docência. Não sei explicar de onde veio esse amor pela profissão, só sei dizer que desde criança que eu tenho esse carinho e essa vontade de lecionar. Entrei no curso de licenciatura em química no ano de 2019, mesmo não sendo a minha primeira opção. Eu sempre quis cursar matemática, porém eu consegui ser aprovada nesse curso numa cidade longe de onde eu estava morando na época. Então, quando saiu o resultado da Universidade Estadual Paulista - Instituto de Química de Araraquara, optei pela minha segunda opção de cursar química, por ser mais perto e mais fácil de conseguir me manter financeiramente. Afinal, estava mais próximo da minha família.

Em 2021 consegui estágio em uma escola particular de Araraquara. Nesse estágio, pude ter certeza da minha escolha, pois eu ministrava aulas de apoio de matemática e, consequentemente, o contato com os alunos era bem grande. Aproveitei o máximo que eu pude, adquiri diversos conhecimentos e coloquei em prática tudo que fui aprendendo ao longo do curso, na medida do possível. No ano seguinte, 2022, fui contratada nessa mesma escola como técnica de laboratório, emprego, no qual, pude perceber que realmente o que eu queria era sala de aula. Como técnica, o contato com os alunos permaneceu muito grande, porém a dinâmica era totalmente diferente. Permaneci na instituição até o começo de 2024 quando surgiu uma oportunidade em outro colégio com o cargo de professora. Me senti insegura e na dúvida, pois ainda não me formei. Porém, me senti preparada para enfrentar esse desafio e enxerguei um começo de carreira na docência. Atualmente, sigo como professora em um colégio particular e estou me identificando muito mais do que eu pensava e esperava.

A minha pesquisa foi motivada pela vontade de desenvolver, da melhor maneira possível, um conteúdo de difícil visualização para os alunos que é o de ligações químicas. Quando não é trabalhado corretamente, se torna um assunto isolado, em que os alunos não conseguem entender ao certo como e por que acontece.

Minha rede de apoio sempre foi bastante forte, família, namorado e amigos, me apoiaram em todos os momentos e me encorajaram para enfrentar os desafios. Agora, no final do curso, sinto que estou cada vez mais próxima do lugar que

sempre almejei e pretendo me dedicar cada vez mais para praticar a docência com excelência e amor.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A importância do planejamento didático-pedagógico

O planejamento de aula é tido como uma ferramenta de suma importância para estruturação do trabalho docente. É essencial saber o que se fazer, como fazer, por qual motivo e quando, assim como pensar materiais e recursos que serão utilizados para as atividades. Nem sempre um bom planejamento, com objetivos bem definidos, pode comportar fatores inesperados que ocorrem em sala de aula e nos arredores, no entanto, essa base sólida e fundamentada possibilita que se faça alterações no que foi preparado, ajustando-se à realidade objetiva, sem prejudicar o processo de ensino e aprendizagem (Sanmartí, 2009).

Para conceber essa maleabilidade do planejamento é necessário, no entanto, que se abandone concepções historicamente enraizadas do planejamento como uma atividade apenas burocrática ou destinada a especialistas alheios ao contexto de sala de aula (Moralles, 2021). O planejamento didático-pedagógico tem que ser encarado como uma atividade orgânica, desenvolvida pelo professor, a partir de suas concepções e especificidades, e para seu contexto específico.

Segundo Haydt (2011) a consecução de um bom planejamento proporciona ao professor uma série de vantagens, pois com ele se evita a improvisação na ação educativa, além de ter a potencialidade de antecipar dificuldades, visando superá-las. Também contribui para atingir os objetivos determinados, otimizando o tempo do professor e, assim, aumentando a acurácia da prática pedagógica. Ademais, outro fator proporcionado pelo planejamento é não tornar as aulas apenas um processo mecânico e/ou repetitivo, possibilitando adequar os conteúdos e as atividades que serão realizadas, com base em objetivos propostos, à realidade dos alunos e aos recursos e materiais didáticos disponíveis (Haydt, 2011).

Nessa perspectiva, ressalta-se novamente que o planejamento não é, ou ao menos não deve ser, encarado apenas como uma atividade burocrática, vazia e sem sentido, mas sim como um processo dinâmico reflexivo, que deve apresentar características tais como: coerência e unidade (relação entre objetivos, conteúdos, avaliação e ensino e aprendizagem); continuidade e sequência (relação entre diversas atividades propostas); flexibilidade (ajustável, mas com os pontos importantes bem definidos para serem cumpridos), objetividade e funcionalidade

(levar em conta a realidade, o tempo, recursos e peculiaridades dos alunos) e previsão e clareza, isto é, utilizar uma linguagem simples para não possibilitar interpretações dúbias (Haydt, 2011). Contudo, ao planejar as atividades, muitas vezes, o professor ainda se depara com algumas dificuldades, em relação aos conteúdos a serem abordados, a maneira como trabalhá-los, as melhores estratégias para desenvolver cada momento da metodologia, os melhores recursos, os instrumentos de avaliação adequados, entre outras (Moralles, 2021).

Uma forma bastante utilizada de planejamento é a forma de sequências ou unidades didáticas, que visa a seleção, a ordenação e sequenciação de conteúdos e atividades (Alves, 2018). O método conhecido como unidades didáticas (ou Plano Morrison) propõe, como uma crítica ao ensino tradicional, a globalização do ensino utilizando unidades de aprendizagem, que possuem como objetivos proporcionar a aquisição de conhecimentos de forma estruturada e organizada, e o estímulo do pensamento lógico dos alunos e de suas atividades reflexivas. Esse método, considerado flexível, leva em consideração as experiências dos alunos e seus interesses, permitindo que se agregue novas técnicas e recursos, selecionados pelo professor de forma a aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem (Haydt, 2011).

Outro método de unidade didática é o proposto por Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993), de unidades didáticas (UD) para a área de ciências. O modelo é proposto com base em cinco grandes tarefas, que visam proporcionar referencial teórico para auxiliar as tomadas de decisão do professor durante a fase de planejar e facilitar um procedimento que auxilie a abordagem de cada uma dessas tarefas. Essas tarefas são chamadas de : *I)* Análise Científica; *II)* Análise Didática; *III)* Seleção de Objetivos; *IV)* Seleção de Estratégias Didáticas; e *V)* Seleção de Estratégias de Avaliação (Sánchez Blanco; Valcárcel Pérez, 1993). Uma síntese dessas cinco tarefas pode ser encontrada no quadro 1.

Quadro 1. Etapas de uma UD.

OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS
***I)* ANÁLISE CIENTÍFICA**	
a) Reflexão e atualização científica do professor b) Estruturação dos conteúdos	1) Selecionar os conteúdos 2) Definir o esquema conceitual 3) Delimitar os procedimentos científicos 4) Delimitar as atitudes científicas
***II)* ANÁLISE DIDÁTICA**	
a) Delimitação das condicionantes do processo de ensino e aprendizagem: adequação ao aluno	1) Levantar as concepções prévias dos alunos 2) Considerar as exigências cognitivas dos conteúdos 3) Definir implicação para o ensino
***III)* SELEÇÃO DOS OBJETIVOS**	
a) Reflexão sobre o potencial aprendizado dos alunos b) Estabelecimento de referências para o processo de avaliação	1) Considerar conjuntamente as análises científica e didática 2) Definir prioridades e classificá-las
***IV)* SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS**	
a) Determinação das estratégias que serão utilizadas para o desenvolvimento do tema b) Definição das tarefas a serem realizadas por professor e alunos	1) Considerar as abordagens metodológicas para o ensino 2) Desenhar a sequência geral de ensino 3) Selecionar as atividades de ensino 4) Desenvolver os materiais de aprendizagem
***V)* SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO**	
a) Avaliação da unidade planejada b) Avaliação do processo de ensino e aprendizagem dos alunos	1) Definir o conteúdo da avaliação 2) Determinar atividades e momentos do desenvolvimento do tema 3) Desenvolver instrumentos para a coleta das informações

Fonte: Moralles (2021, p. 135) traduzido de Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993, p. 35).

Com base nos modelos de planejamento de Sanmartí (2009) e Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993), Bego (2016) desenvolveu um modelo de planejamento didático-pedagógico intitulado de Unidade Didática Multiestratégica (UDM). A proposta apresenta outros princípios, não considerados nos outros modelos de UD (MORALLES, 2021). O primeiro é a utilização de diversas estratégias didáticas, levando em consideração as peculiaridades e individualidades de cada aluno. Cada discente tem sua própria forma e ritmo para aprender e, levar em conta essas singularidades é fundamental para um bom processo de ensino e

aprendizagem. Ademais, é importante se considerar a especificidade dos conhecimentos químicos, pois a natureza própria do conteúdo pode privilegiar uma determinada estratégia (Alves, 2018; Bego, 2016; Moralles, 2021).

Outro princípio da UDM é que este modelo de planejamento trata a abordagem metodológica como um eixo central, levando em conta suas próprias concepções sobre ciência, mundo, educação, do processo de ensino e aprendizagem e direciona o professor à escolha dos objetivos (Alves, 2018; Bego, 2016; Moralles, 2021).

O terceiro ponto característico da UDM é ter seus objetivos de aprendizagem diretamente articulados aos outros níveis de planejamento, como escolar e educacional

O modelo da UDM é discutido com riqueza de detalhes na seção de procedimentos metodológicos.

1.2 Motivação

Segundo Silva e colaboradores (2012), os conceitos de ligações químicas apresentam-se bastante abstratos para os alunos em diferentes níveis de ensino. Uma possível explicação para isso é que a dificuldade apresentada pelos discentes pode estar relacionada com a falta de articulação dos três níveis do conhecimento químico, sendo eles: teórico, fenomenológico e representacional. Assim, sem essa articulação, os alunos têm dificuldade de aprender os conceitos científicos não-visíveis, como é o caso do conceito de ligações químicas.

A compreensão do assunto se torna ainda mais complicada, devido a maneira como geralmente é trabalhado, sendo abordado de forma isolada no curso e desconectado da realidade objetiva dos estudantes (Ferreira, 1998).

Outro fator importante salientado por Ferreira (1998) é que o tratamento desse conteúdo na forma de modelos tidos como uma verdade absoluta, pode levar a formação de obstáculos epistemológicos por parte dos alunos, em específico o animista.

Assim, por meio da elaboração de um planejamento fundamentado na UDM, propõe-se conhecer a realidade dos alunos e abordar o tema de maneira contextualizada, estruturada e tendo como eixo central os três momentos pedagógicos. O planejamento proposto pode, também, ajudar a combater

concepções alternativas e obstáculos epistemológicos sobre o tema Propõe-se que essa pesquisa possa auxiliar o professor com a organização e seleção dos conteúdos, estratégias didáticas e de avaliação para ensinar sobre ligações químicas.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi elaborar uma proposta de planejamento didático-pedagógico, no modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas, abordando os conceitos de ligações químicas no contexto de ensino médio público, utilizando como abordagem metodológica os três momentos pedagógicos (3MP).

2.2. Objetivos Específicos

Para fins de operacionalizar a execução do objetivo geral de pesquisa, desdobrou-se esse em três objetivos específicos, a se citar:

- Desenvolver uma revisão narrativa sobre o modelo de planejamento didático-pedagógico de Unidade Didáticas Multiestratégica e sobre os conceitos de ligações químicas;
- Organizar um planejamento didático-pedagógico no modelo de Unidade Didática Multiestratégica para ensinar sobre ligações químicas, articulando os vários elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica;
- Articular os conceitos de ligações químicas com os três momentos pedagógicos por meio de uma sequência de aulas;
- Propor diferentes estratégias didáticas condizentes com as premissas fundamentais da abordagem metodológica.

Para que fosse possível desenvolver esses objetivos de pesquisa, foi necessário, primeiro, desenvolver os princípios do modelo de Unidade Didáticas Multiestratégias.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 O modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas

A presente pesquisa focou na temática do conhecimento químico sobre ligações químicas. Apesar desse assunto ser muito discutido na literatura especializada, essa pesquisa busca a produção de um produto educacional ao desenvolvê-lo por meio modelo de planejamento didático-pedagógico de UDMs, usando as premissas dos três momentos pedagógicos. A análise da UDM baseia-se em dois pontos: o referencial próprio que discute as premissas basilares da UDM e o referencial teórico da abordagem metodológica, escolhida de forma autônoma pelo professor. O primeiro referencial possui critérios que devem se adequar em relação aos elementos do planejamento e à abordagem metodológica, servindo como uma ferramenta central de articulação (ALVES; BEGO, 2020).

O referencial teórico da abordagem metodológica é essencial para a orientação e organização dos demais elementos do planejamento, garantindo a articulação entre eles. Na literatura é comum se referir à abordagem metodológica como o elemento central do planejamento. Nessa pesquisa, a abordagem metodológica adotada foi os três momentos pedagógicos (ALVES; BEGO, 2020).

Para a implementação da UDM é necessário o cumprimento de três etapas: planejamento da UDM; intervenção didático-pedagógica; e replanejamento da UDM (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021). A etapa de planejamento exige a realização de 7 grandes tarefas, as quais serão descritas detalhadamente abaixo.

A caracterização do contexto (Tarefa 1) sugere a execução de uma análise detalhada do ambiente de intervenção didático-pedagógica (BEGO, 2016a). Para isso, o professor deve elaborar um roteiro de observação para detalhar a infraestrutura interna e externa da escola, verificar, por exemplo, se o laboratório de química é equipado o suficiente para a realização das atividades e avaliar as condições gerais dos recursos disponíveis na instituição, como internet, computadores, espaços para atividades ao ar livre, modelos atômicos, livros, entre outras. No Quadro 2 é apresentado o template utilizado para a realização da tarefa 1.

Quadro 2. Matriz da tarefa 1 - Contexto da intervenção pedagógica.

CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA	
Nome da Unidade escolar	
Endereço completo	
Telefone e e-mail	
Caracterização da unidade escolar	
Disciplina	
Ano/turma	
Professor responsável	
Número de estudantes	
Caracterização dos estudantes	

Fonte: Ferrarini (2020, p. 122); Bego e Sgarbosa (2016, p. 16).

Portanto, a tarefa 1 considera que cada sala de aula possui uma diversificada bagagem cultural e necessidades específicas, exigindo que o planejamento considere as especificidades dos alunos e a realidade em que estão inseridos (BEGO, 2016a). Assim, segundo Sanmrtí (2009), ao realizar a tarefa 1, é dever do professor considerar os condicionantes de sua sala de aula, incluindo a realidade em que os alunos e a escola estão inseridos (Moralles, 2021).

A tarefa 2 é a análise científica-epistemológica, a qual possui como objetivo a estruturação dos conteúdos de ensino e atualização científica do professor. No Quadro 3 é apresentado o template utilizado para a realização da tarefa 2.

Quadro 3. Matriz da tarefa 2 - Análise Científico-Epistemológico.

ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA	
Conteúdo programático da UDM	
Pré-requisitos para UDM	
Orientações curriculares oficiais sobre o tema	
Conteúdos conceituais **-Identificação** dos fatos e/ou fenômenos de interesse (aspecto fenomenológico) **-Interpretação** dos fatos ou fenômenos de interesse (aspectos teórico e simbólico)	
Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM	
Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudo da unidade didática (mapa conceitual)	
Referências	

Fonte: Ferrarini (2020, p. 122); Bego e Sgarbosa (2016, p. 16).

Considerando que está inserido em uma ampla Rede de Ensino, o professor deve utilizar as diretrizes oficiais e orientações curriculares apenas para auxiliá-lo na execução do planejamento, respeitando também o conteúdo programático. O professor possui autonomia para desenvolver o seu planejamento, porém isso não significa que não deva seguir as diretrizes educacionais construídas em nível de sociedade.

Os principais requisitos em relação ao conteúdo teórico devem ser apresentados pelo docente nesta etapa. Isso é importante para definir quais conhecimentos prévios os alunos devem possuir para entender os conteúdos propostos na UDM. Assim, é possível, por meio do currículo, selecionar os conteúdos de acordo com o grau de dificuldade em que devem ser abordados (Moralles, 2021).

O docente também deve considerar as especificidades do conhecimento químico, apresentando os conteúdos conceituais a serem desenvolvidos e abordando seus respectivos níveis teórico, fenomenológico e representacional. A Figura 1 apresenta o triângulo dos três aspectos.



Figura 1: Triângulo dos aspectos do conhecimento químico.
Fonte: Moralles (2021, p.169)

Relacionar esses três pilares não é uma tarefa automática, pois exige do docente um grande aprofundamento no conhecimento químico e na inter-relação entre os aspectos. O aspecto teórico consiste em explicações de nível submicroscópico, fundamentadas em modelos e teorias, a fim de entender os dados coletados na prática. Já o aspecto fenomenológico relaciona-se com o empírico e o macroscópico, ou seja, tudo aquilo que pode ser medido com equipamentos ou coletado por meio dos sentidos humanos . Assim, são desenvolvidos modelos e teorias para explicar o fenomenológico, os quais necessitam de uma linguagem química para serem expressos (símbolos, fórmulas e representações), isto é, o aspecto representacional do conhecimento químico (Moralles, 2021).

Outra etapa necessária é a apresentação de um perfil conceitual sobre o conteúdo que será abordado na UDM. Porém, a falta de estudos sobre determinados assuntos ou conceitos que apresentam muitas particularidades causam uma grande dificuldade para encontrar esse tipo de perfil. A própria natureza do conteúdo também se faz um obstáculo para a obtenção de um perfil para determinado conteúdo. Por isso, muitas vezes, é necessário traçar um contexto histórico sobre o tema, substituindo a ideia inicial de perfil conceitual (Moralles, 2021).

Para concluir, Bego (2016), propôs um mapa conceitual sobre o assunto, que, geralmente, é representado por linhas ou setas associadas a figuras geométricas, a fim de demonstrar a estrutura do conteúdo (Moralles, 2021). Assim, os mapas conceituais podem ser utilizados pelo professor como um instrumento para auxiliar na sistematização dos vários conceitos aprendidos, facilitando também para o entendimento do discente.

A tarefa 3 a ser desenvolvida pelo docente é a análise didático-pedagógica. No Quadro 4 é apresentado o template utilizado para a realização da tarefa 3.

Quadro 4. Matriz da tarefa 3 - Análise didático-pedagógica.

ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA	
Ideias prévias dos alunos sobre os conteúdos da UDM (concepções alternativas)	
Exigências cognitivas dos conteúdos abordados (obstáculos epistemológicos)	
Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM	
Referências	

Fonte: Ferrarini (2020, p. 125); Bego e Sgarbosa (2016, p.18)

O objetivo da tarefa 3 é delimitar as condicionantes do processo de ensino e aprendizagem, exigindo uma reflexão sobre as dificuldades para se ensinar alguns

tipos de conhecimentos científicos, sendo configurando em um processo de estudo e pesquisa. Para isso, o professor deve realizar três ações: *I)* Reconhecer as principais concepções alternativas. Esse processo pode ser feito utilizando dados de pesquisas empíricas; *II)* Elencar os obstáculos epistemológicos. Também são encontrados na literatura sobre o conteúdo a ser abordado; *III)* Refletir sobre as principais implicações para o ensino desses dois blocos de informações coletados anteriormente (Moralles, 2021).

Ao finalizar essas tarefas, o professor deve refletir sobre as dificuldades e limitações no processo de ensino e aprendizagem e planejar uma UDM adequada, a fim de trabalhar as principais concepções alternativas encontradas. Outro ponto importante é buscar superar os obstáculos epistemológicos encontrados na literatura, buscando evitar que esses se desenvolvam e se tornem uma barreira para o aluno alcançar o conhecimento científico (Moralles,2021).

A quarta tarefa abarca a definição da abordagem metodológica. No Quadro 5 é apresentado o template utilizado para a realização da tarefa 4.

Quadro 5. Matriz da tarefa 4 - Abordagem Metodológica.

ABORDAGEM METODOLÓGICA	
Princípios teórico-metodológicos da abordagem	
Referências	

Fonte: Ferrarini (2020, p. 125); Bego e Sgarbosa (2016, p.18)

O docente possui total autonomia para a escolha da abordagem metodológica, pois ela não será apenas um guia para a seleção dos objetivos de aprendizagem, estratégias didáticas e estratégias de avaliação, mas também para a apresentação das teorias pedagógicas, visão de ciência e de mundo do professor. Para a UDM a abordagem metodológica é um eixo organizador e articulador dos elementos do planejamento (Moralles, 2021).

A quinta tarefa consiste em selecionar os objetivos. No Quadro 6 é apresentado o template utilizado para a realização da tarefa 5.

Quadro 6. Matriz da tarefa 5 - Definição do tema, objetivos de aprendizagem, sequências didáticas e estratégias de avaliação.

TEMA, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM, SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO			
Título da UDM			
Objetivos previstos em orientações Curriculares Oficiais			
Objetivos da Unidade Didática			
Sequência Didática	Objetivos da Sequência Didática	Conteúdos programáticos	Tempo aproximado (em aulas)

Fonte: Ferrarini (2020, p. 129); Bego e Sgarbosa (2016, p.20)

Para a realização dessa tarefa, é necessário considerar as tarefas pré-metodológicas (1, 2 e 3) e a abordagem metodológica escolhida. Os objetivos têm a função de estimular a reflexão sobre os potenciais de aprendizagem do aluno, estabelecendo também referências para o ensino e a avaliação. Apresentar para os alunos os objetivos de aprendizagem faz com que fique claro e formalizado o que o professor almeja que os alunos aprendam no final da sequência sobre o conteúdo trabalhado (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021).

O professor deve sempre lembrar que os objetivos têm como foco o processo de aprendizagem do aluno. Assim, é fundamental definir objetivos específicos para cada SD, sendo eles um caminho para alcançar o objetivo geral (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021). A Taxonomia de Bloom Revisada propõe que os objetivos estejam organizados de forma hierárquica da dimensão conhecimento, sendo sempre do mais simples para o mais complexo, pois assim os alunos terão mais facilidade para compreender os conteúdos abstratos e construíram seus conhecimentos aos poucos. Para a estrutura do processo cognitivo, tem-se em ordem crescente de complexidade nos níveis: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar, os quais são expostos no infinitivo, pois estão relacionados com os conteúdos que serão abordados. Porém, são sempre seguidos de um gerúndio (específico para cada nível) que tem como função demonstrar o que será feito para alcançar o objetivo (Ferraz e Belhot, 2010). O Quadro 7 apresenta a estrutura do processo cognitivo.

Quadro 7. Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom.

1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.
2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.
4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.

6. Criar: Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010, p. 429).

Utilizando a estrutura bidimensional, a Taxonomia de Bloom considera duas dimensões: a do conhecimento, que consiste em explicar o conteúdo abordado no objetivo e a do cognitivo, a qual consiste em explicar como será alcançado tal objetivo. A dimensão do conhecimento é dividida em quatro subcategorias: conhecimento efetivo, conhecimento conceitual, conhecimento procedural e conhecimento metacognitivo (Ferraz e Belhot, 2010). O conhecimento efetivo diz respeito a conhecimentos prévios que os alunos precisam ter para compreender o novo assunto. Já o conhecimento conceitual é aquele em que é preciso conectar os elementos mais simples em um contexto mais aprofundado. O conhecimento procedural está relacionado com a maneira de realizar tal processo, por meio de técnicas específicas e métodos, pois é nesse momento que se inicia o estímulo do conhecimento abstrato de forma única, sem a presença da interdisciplinaridade. Por fim, o conhecimento metacognitivo está relacionado com a interdisciplinaridade, ou seja, é o momento de utilizar os conhecimentos já adquiridos para a resolução de problemas, sabendo qual a melhor técnica ou método a ser utilizado (Ferraz e Belhot, 2010).

Uma das vantagens de utilizar a Taxonomia de Bloom revisada é garantir que as avaliações e as estratégias estejam sendo usadas de forma a facilitar o entendimento dos alunos perante aos assuntos abordados, proporcionando aos docentes uma base para o desenvolvimento desses materiais. Outra vantagem importante é o estímulo aos docentes para apoiarem seus alunos a entenderem a importância de compreender fatos, antes de alcançarem o entendimento de conceitos (Ferraz e Belhot, 2010).

A sexta tarefa trata da seleção das estratégias didáticas. O objetivo dessa tarefa é definir as estratégias didáticas que serão empregadas em cada SD, estruturando e organizando a sequência a ser seguida. Além disso, estabelecer as

ações a serem realizadas por professores e alunos também faz parte dos objetivos dessa tarefa (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021).

Tendo em vista que a UDM consiste em um planejamento multiestratégico, é fundamental recordar que isso permite que o aluno tenha maior possibilidade de entendimento e compreensão do conteúdo, considerando que cada discente possui um modo de aprender. Portanto, se faz necessário garantir coerência e coesão na UDM desenvolvida, levando em conta a complexidade da taxonomia de Bloom, as exigências da abordagem metodológica e obedecendo os objetivos determinados (Bego, 2016).

A última tarefa consiste na seleção dos instrumentos de avaliação (Bego, 2016a). No Quadro 8 é apresentado o template utilizado para a realização da tarefa 7.

Quadro 8. Matriz da tarefa 7 - Seleção de estratégias didáticas e de avaliação.

SELEÇÃO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DE AVALIAÇÃO					
Título da Sequência Didática					
Objetivo da Sequência Didática					
Estratégia de Avaliação					
Dia/ Aula	**Estratégia didática**	**Conteúdo de ensino**	**Descrição das atividades/ organização da sala de aula**	**Recursos didáticos**	**Materiais de aprendizagem**

Referências do professor					

Fonte: Ferrarini (2020, p. 129); Bego e Sgarbosa (2016, p.20)

Nessa tarefa, o professor deve definir os conteúdos de avaliação e as atividades a serem desenvolvidas, bem como os momentos de intervenção e a maneira com que os dados de ensino e aprendizagem serão coletados. Essas decisões devem ser guiadas pelos objetivos de aprendizagem, estando todas articuladas com os demais elementos do planejamento. Os instrumentos de avaliação serão usados para investigar não só o conhecimento atingido pelos alunos, mas também a potencialidade do planejamento e sua aplicação. A UDM é pautada na ideia de que o planejamento pode ser dinâmico e sujeito a mudanças. Por isso, a avaliação também pode auxiliar na seleção de ajustes necessários no momento da intervenção (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021).

Em síntese, a primeira etapa do planejamento só estará concluída ao realizar as 7 tarefas propostas pela UDM, seguindo as orientações e exigências, considerando a abordagem metodológica como eixo central, a qual está sumarizada na seção 3.2.

3.2 Abordagem metodológica como eixo central do planejamento

O diferencial da UDM, em relação a UD, é ter a abordagem metodológica como eixo central, isto é, para a definição dos elementos da UDM, como objetivos de aprendizagem, estratégias didáticas e de avaliação, tem-se como base a escolha da metodologia. A UDM não possui uma abordagem metodológica específica, pois essa escolha se encaixa na autonomia do professor (Alves; Bego, 2020).

O planejamento no modelo da UDM é caracterizado como sendo um planejamento crítico e reflexivo, por isso a ideia de ter a abordagem metodológica como eixo central é para garantir que os demais elementos do planejamento não

sejam dispersos ou que a metodologia seja usada apenas em momentos específicos da aula, separada do restante do planejamento (Alves; Bego, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção será apresentado, de forma geral, o desenvolvimento da UDM do assunto de ligações químicas, a qual é possível conferir no Apêndice B.

4.1 Tarefa 1 – Contexto da intervenção didático-pedagógica

A primeira etapa do planejamento da UDM foi realizada de forma ampla, sem se direcionar a uma instituição de ensino específica. Porém, considera-se uma escola de ensino médio público no estado de São Paulo, a qual disponibiliza internet para alunos e professores, apresenta um laboratório de química e um amplo espaço para a realização de atividades que necessitam de espaçamento entre os participantes. Assim, os aspectos apresentados têm como base a experiência da pesquisadora durante um estágio realizado em uma escola de ensino médio.

Nessa fase inicial, o planejamento abarca a realidade social em que o aluno está inserido, como base para que as tomadas de decisões sejam adaptadas à realidade do discente. Considerando-se que uma escola pública comum costuma apresentar estudantes de baixa renda, salas de aula com grande número de alunos e cada um apresentando aspectos particulares, utilizar uma variedade de estratégias didáticas é uma alternativa para os professores consiga manter o interesse dos alunos no conteúdo ministrado. Também é essencial trabalhar uma variedade de atividades avaliativas para que possa alcançar as particularidades de entendimento dos estudantes.

Essa primeira etapa do planejamento foi pensada de uma forma geral, já que as instituições de ensino, mesmo que públicas, apresentam características particulares se comparadas, a depender da cidade, bairro, quantidade de alunos, entre outras. Portanto, é preciso conhecer o espaço da escola, saber os recursos disponíveis para escolher as estratégias didáticas cabíveis naquela realidade. Ter conhecimento também da bagagem cultural dos alunos é essencial para que o processo de aprendizagem seja mais eficaz.

4.2 Tarefa 2 – Análise científico-epistemológica

Para a segunda tarefa da elaboração da UDM, o conteúdo escolhido foi o de ligações químicas, o qual aborda-se os três tipos principais: iônica, covalente e metálica. Esse conteúdo foi escolhido por ser, comumente, ensinado na perspectiva tradicional de ensino, o que pode implicar na qualidade do processo. O conteúdo de ligações químicas utiliza extensamente a concepção de modelos, que se constitui em um aspecto abstrato do conhecimento químico, ou seja, não é possível visualizar diretamente os átomos e as ligações que estão se formando Assim, é tarefa do professor trabalhar o conhecimento químico em três aspectos distintos: teórico, fenomenológico e representacional, porém, esse não é um processo automatizado e simples (Moralles, 2021).

Para que os alunos compreendam efetivamente o conteúdo de ligações químicas, se propõe a necessário de alguns conhecimentos prévios, sendo eles: *I*) modelos atômicos; *II)* partículas fundamentais dos átomos *III)* configuração eletrônica; *IV*) eletronegatividade; *V)* raio atômico, energia de ionização e afinidade eletrônica (Atkins; Jones; Laverman, 2018); *VI)* classificação dos átomos na tabela periódica; *VII)* forças de Coulomb; *VIII)* formação de íons; e *IX)* concepção de energia livre de Gibbs, entalpia e entropia.

As ligações químicas são formadas para que os átomos possam obter uma forma mais estável e com menor energia, em relação aos átomos individuais, sendo três maneiras de adquirir essa estabilidade: perdendo, recebendo ou compartilhando elétrons. Assim, podem ser classificadas em três tipos: iônica, covalente e metálica, que estão discutidas com mais detalhes nas subseções seguintes (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

4.2.1 Ligação Iônica

A ligação iônica ocorre entre íons e consiste em um átomo perder e outro ganhar elétrons, sendo um dos átomos eletropositivo e o outro eletronegativo (Lee,1999). Portanto, esse tipo de ligação ocorre quando os átomos envolvidos apresentam uma diferença de eletronegatividade acentuada, sendo os metais propensos a perder elétrons e os não metais, juntamente com o hidrogênio, a receber esses elétrons (Christoff, 2021). Considerando a reação de formação do

fluoreto de lítio (LiF), por exemplo, tem-se a interação de lítio (Li) com flúor (F), os quais apresentam as configurações eletrônicas $1s^2\ 2s^1$ e $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, respectivamente. A interação desses átomos resultará na perda do elétron da camada de valência do lítio ($2s^1$) e na adição de um elétron na camada de valência do flúor, que em uma rede de iônica possibilita o abaixamento da energia total da formação da ligação (Chang; Goldsby, 2013).

Para melhor exemplificar a ligação iônica, tem-se a ligação entre os átomos de sódio (Na) e cloro (Cl) que apresentam as seguintes configurações eletrônicas, respectivamente: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ e $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$. Pode-se observar que o átomo de sódio possui apenas um elétron na camada de valência, enquanto que o cloro possui sete elétrons em sua última camada. Sendo o cloro o mais eletronegativo e um ametal, o elétron da camada de valência do átomo de sódio será perdido e o átomo de cloro irá ganhar uma elétron, sendo que ambos ficarão com oito elétrons na última camada, adquirindo estabilidade ao formar uma rede de interações (Christoff, 2021). A Figura 2 ilustra uma possível transferência de elétrons do átomo de sódio para o átomo de cloro. Importante salientar que, apesar dos átomos serem grafados com cores diferentes, esses não tem referência com o mundo real, essa escolha se deve unicamente para fins pedagógicos. Ademais, esse processo é apenas uma das formas possíveis do átomo de sódio perder um elétron e o átomo de cloro ganhar.

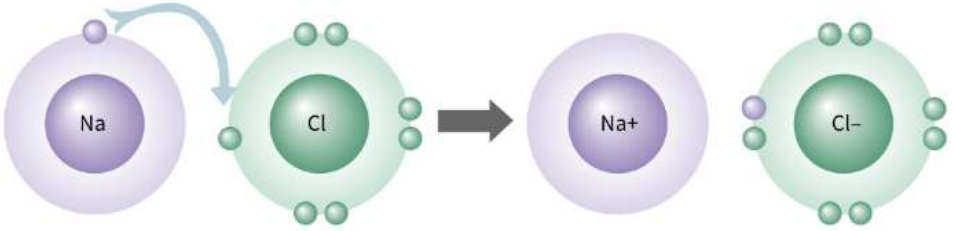


Figura 2. Transferência de elétrons do átomo de sódio para o átomo de cloro.
Fonte: Christoff (2021, p. 137).

Assim, ao perder elétron, o átomo de sódio se transforma em um cátion, denominado Na^+ e o átomo de cloro se transforma em um ânion, denominado Cl^-. São também chamados de íon positivo e íon negativo, respectivamente (Christoff, 2021). Para entender a estrutura do NaCl, é necessário entender o conceito de célula unitária.

A célula unitária consiste na estrutura básica de um sólido cristalino, a qual é formada por todas as informações necessárias para descrever a estrutura completa de um cristal convencional, sendo ela a menor unidade repetitiva, ou seja, a translação da mesma célula unitária resulta na estrutura completa de um sólido cristalino. São também divididas em dois agrupamentos: compacto cúbico e compacto hexagonal. (Housecroft; Sharpe, 2013).

A estrutura cristalina do NaCl é considerada uma das principais, devido ao fato de ser adotada pela maioria dos haletos (alcalinos e de prata) e por muitos compostos localizados entre as famílias *II*A e *VI*A da tabela periódica (Barros, 1992). A Figura 3 ilustra essa estrutura.

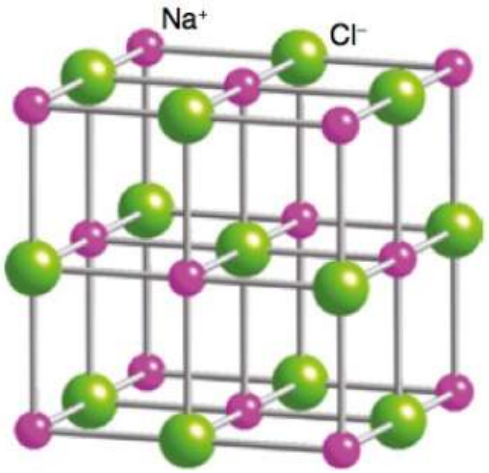
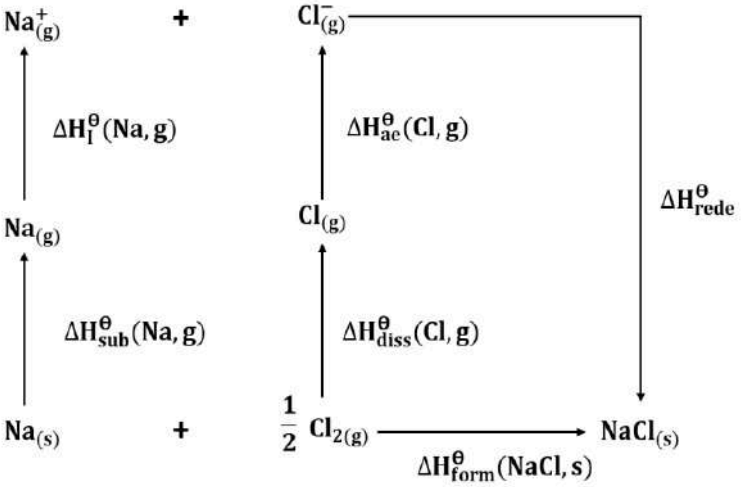


Figura 3. Estrutura do NaCl.
Fonte: Weller e colaboradores (2017, p. 82).

A estrutura cristalina do NaCl, apresenta um octaedro regular, constituído por um íon central e seus contra-íons nos vértices. Sendo caracterizada como uma célula unitária cúbica, também possui seus cátions e ânions em posições equivalentes e apresenta seu número de coordenação igual a 6, ou seja, é o número de átomos/íons ligados ao íon central. Para compostos iônicos é aplicado um ciclo termodinâmico para a determinação dos valores experimentais de entalpia de rede, a qual estabiliza a formação do composto, denominado Ciclo de Born-Haber. Utilizando o exemplo do NaCl, pode-se construir o diagrama da Figura 4, a partir das variações de entalpia (Barros, 1992).



I.	$Na_{(s)} \rightarrow Na_{(g)}$	$\Delta H°_{sub} = 108\ kJ.mol^{-1}$
II.	$Na_{(g)} \rightarrow Na^+_{(g)} + e^-$	$\Delta H°_{I} = 496\ kJ.mol^{-1}$
III.	$½Cl_{2(g)} \rightarrow Cl_{(g)}$	$½\ \Delta H°_{diss} = 121\ kJ.mol^{-1}$
IV.	$Cl_{(g)} + e^- \rightarrow Cl^-_{(g)}$	$\Delta H°_{ae} = -348\ kJ.mol^{-1}$
V.	$Na^+_{(g)} + Cl^-_{(g)} \rightarrow NaCl_{(s)}$	$\Delta H°_{rede} = ?$
VI.	$Na_{(s)} + ½\ Cl_{2(g)} \rightarrow NaCl_{(s)}$	$\Delta H°_{form} = -411\ kJ.mol^{-1}$

$-411 = 108 + 496 + 121 - 348 + \Delta H°_{rede}$

$\Delta H°_{rede} \cong \Delta U_{exp} = -788\ kJ.mol^{-1}$

Figura 4. Ciclo de Born-Haber para NaCl(s).
Fonte: Barros (1992, p. 40).

O ciclo de Born-Haber é caracterizado pelos processos descritos abaixo:

Na etapa *I* tem-se o átomo de sódio passando do estado sólido para o estado gasoso, por meio de uma reação endotérmica, ou seja, ele absorve a energia a fim de realizar a quebra das interações atômicas do sódio, no sólido metálico. Já na etapa *II* o processo também é endotérmico e o sódio perde um elétron por meio da sua ionização, na qual se transforma em um cátion. Assim, na etapa *III* ocorre a quebra da ligação covalente presente nos átomos de cloro para a separação de uma molécula de cloro gasoso em dois átomos de cloro, também, gasosos. Apenas um dos átomos de cloro é utilizado para se ligar com o um átomo de sódio, o que justifica a divisão pela metade do valor da entalpia (Barros, 1992).

Na etapa *IV* ocorre a afinidade eletrônica, ou seja, o elétron do sódio perdido em sua ionização é o elétron que o cloro ganha nessa etapa, transformando-se no íon cloreto, sendo exotérmico todo esse processo. Já na etapa *V*, ocorre a formação do composto iônico, tendo como ponto de partida os reagentes no estado gasoso e a etapa *VI* é a reação global do processo (Barros, 1992).

O ciclo de Born-Haber, apresentado na figura 4, deixa evidente que o que estabiliza a ligação iônica é a energia da rede de íons que interagem em todas direções. Assim, com apenas um par iônico, Na^+ e Cl^-, não é possível formar uma ligação iônica.

No nível fenomenológico, pode-se salientar que os compostos iônicos, normalmente sólidos, possuem características macroscópicas diferentes de substâncias covalentes. Sólidos iônicos costumam ser duros e frágeis, que clivam, e apresentam pontos de fusão bastante elevados. Quando não se decompõem, conduzem eletricidade ao serem aquecidos até atingir o estado liquefeito. Muitos também conduzem eletricidade ao se dissolverem em solventes muito polares, como a água, por exemplo (Rayner-Canham; Overton, 2015). A Tabela 1 apresenta o ponto de fusão de alguns compostos iônicos.

Tabela 1. Pontos de fusão de compostos iônicos.

KF	857 °C
KCl	772 °C
KBr	735 °C
KI	685 °C
NaF	988 °C
MgF_2	1266 °C
AlF_3	1291 °C (sublimação)

Fonte: Aoki apud Christoff (2021, p. 149).

Em relação a dureza, deve-se observar as cargas iônicas e a distância interatômica. Por exemplo, os compostos que possuem estruturas semelhantes e cargas iônicas iguais, a distância interatômica irá definir a dureza, sendo elas inversamente proporcionais, isto é, quanto menor a distância dos átomos, maior será a dureza do composto (Christoff, 2021). A Tabela 2 apresenta a relação da distância interatômica com a dureza.

Tabela 2. : Relação da distância interatômica com a dureza do composto.

	LiF	MgO	NaF	CaO	LiCl	SrO
Distância M-X (A)	2,02	2,10	2,31	2,40	2,57	2,57
Dureza	3,3	6,5	3,2	4,5	3	3,5
	LiCl	MgS	NaCl	CaS	LiBr	MgSe
Distância M-X (A)	2,57	2,59	2,81	2,84	2,75	2,73
Dureza	3,0	4,5-5	2,5	4,0	2,5	3,5
	CuBr*	ZnSe*	GaAs**	GeGe*		
Distância M-X (A)	2,46	2,45	2,44	2,43		
Dureza	2,4	3,4	4,2	6		

Fonte: Aoki apud Christoff (2021, p. 150).

Entretanto, compostos que possuem estruturas semelhantes e distância dos átomos iguais, possuem a carga iônica como fator de definição para a dureza. Nesse caso, a relação das propriedades são diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior for a carga iônica, maior será a dureza do composto (Christoff, 2021). A Tabela 3 apresenta a relação da carga iônica com a dureza do sólido.

Tabela 3. Relação entre a carga iônica e a dureza do composto.

Ânion	Metal	Mg	Ca	Sr	Ba
O^{-2}	Distância M-X (A)	2,10	2,40	2,57	2,77
	Dureza	6,5	4,5	3,5	3,3
S^{-2}	Distância M-X (A)	2,59	2,84	3,00	3,18
	Dureza	4,5	4,0	3,3	3,0
Se^{-2}	Distância M-X (A)	2,74	2,96	3,12	3,31
	Dureza	3,5	3,2	2,9	2,7

Fonte: Aoki apud Christoff (2021, p. 151).

Em síntese, a ligação iônica consiste em uma transferência completa de elétrons e seus compostos possuem propriedades macroscópicas diferentes das substâncias covalentes (Rayner-Canham; Overton, 2015).

4.2.2 Ligação Covalente

A ligação covalente, diferentemente da iônica, consiste no compartilhamento de um par de elétrons por dois átomos de ametais, sendo que cada átomo contribui com um elétron para ligação. Os pares de elétrons envolvidos no compartilhamento são apenas os da camada de valência, isto é, os mais distantes do núcleo. Considerando a molécula de flúor (F_2), tem-se a distribuição eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, apresentando sete elétrons em sua camada de valência (Chang; Goldsby, 2013). Utilizando a estrutura de Lewis, que representa elétrons isolados da camada de valência como pontos e ligações como traços, a ligação covalente da molécula de F_2 pode ser representada como mostra a Figura 5.



Figura 5. Ligação covalente da molécula de flúor.
Fonte: Chang; Goldsby (2013, p. 380).

Entretanto, a molécula de F_2 apresenta apenas um elétron desemparelhado em sua camada de valência. Por isso, apenas ele participa da ligação, enquanto os outros três pares de elétrons são denominados pares isolados, ou seja, pares que não participam do compartilhamento. Portanto, apenas um elétron de cada átomo será compartilhado, embora cada átomo de flúor apresenta sete elétrons em sua camada mais externa. Esse fato ocorre, também, com a molécula de água (H_2O), na qual o oxigênio apresenta dois elétrons desemparelhados, apesar de possuir seis elétrons em sua camada de valência. Nesse caso, o oxigênio realiza duas ligações covalentes com os dois hidrogênios da molécula, os quais apresentam apenas um elétron cada um (Chang; Goldsby, 2013). A Figura 6 apresenta a estrutura de Lewis para a molécula de água.

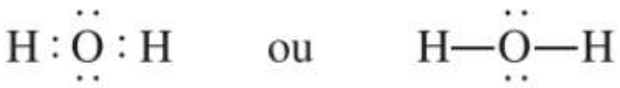


Figura 6: Estrutura de Lewis para a molécula de água.
Fonte: Chang; Goldsby (2013, p. 380).

A “regra do octeto” - que pode ser considerada mais um exceção do que propriamente uma regra - é exemplificada pela formação dessas moléculas, a qual foi formulada por Lewis. Ele observou que os átomos adquirem estabilidade, diminuem a energia, ao alcançar oito elétrons na camada de valência e, na formação

da ligação covalente, tendem a alcançar essa quantidade pelo compartilhamento de elétrons (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Portanto, a regra do octeto consiste na formação de ligações covalentes quando os átomos não possuem o octeto completo, ou seja, não possuem elétrons suficientes em sua camada mais externa para atingir a estabilidade. O átomo de hidrogênio é uma exceção a esta regra, pois ele possui apenas um elétron e, por isso, tende a alcançar a estabilidade completando apenas dois elétrons em sua camada de valência (Chang; Goldsby, 2013).

A ligação covalente pode ser classificada como ligações simples e múltiplas. As ligações simples são aquelas em que apenas um par de elétrons é compartilhado entre os átomos (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Quando são dois pares de elétrons compartilhados, denomina-se ligação dupla (Chang; Goldsby, 2013), conforme demonstra a Figura 7.

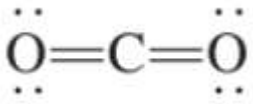


Figura 7: Ligação dupla da molécula CO_2.
Fonte: Chang; Goldsby (2013, p. 381).

Já quando são três pares compartilhados, chama-se ligação tripla (Chang; Goldsby, 2013), como demonstra a Figura 8.



Figura 8: Ligação tripla da molécula N_2.
Fonte: Chang; Goldsby (2013, p. 381).

Já a ligação múltipla, ocorre quando dois ou mais pares de elétrons são compartilhados, incluindo as ligações duplas e triplas. Assim, a ordem de ligação é caracterizada pela quantidade de ligações realizadas, ou seja, pela quantidade de pares de elétrons compartilhados (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

Contudo, tem-se o conceito de ressonância, o qual consiste em duas estruturas de Lewis diferentes para descrever uma mesma molécula, pois apenas uma estrutura não é o suficiente. O símbolo ↔ aponta que as estruturas presentes uma de cada lado são estruturas de ressonância. A molécula de ozônio (O_3) é um

exemplo de molécula que sofre ressonância, como mostra a Figura 9 (Chang; Goldsby, 2013).

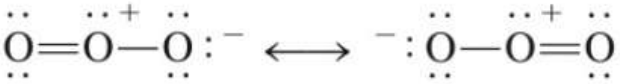


Figura 9: Estruturas de ressonância da molécula de O_3.
Fonte: Chang; Goldsby (2013, p. 392).

4.2.3 Ligação Metálica

A ligação metálica consiste no compartilhamento dos elétrons mais externos, de valência, dos átomos metálicos com todos os átomos presentes a sua volta, isto é, os elétrons circulam de maneira livre por toda a estrutura, o que ajuda a interpretar as principais propriedades dos metais (Rayner-Canham; Overton, 2015). Considerando que os metais possuem baixa energia de ionização e eletronegatividade, os elétrons de valência não encontram condições para serem distribuídos estavelmente e, por isso, a ligação metálica apresenta o compartilhamento dos elétrons entre mais dois átomos ao mesmo tempo, constituindo as chamadas nuvens eletrônicas (Rozenberg, 2002). Um dos modelos para ligação metálica é chamado de “mar de elétrons”, devido a circulação dos elétrons livres, como demonstra a Figura 10.

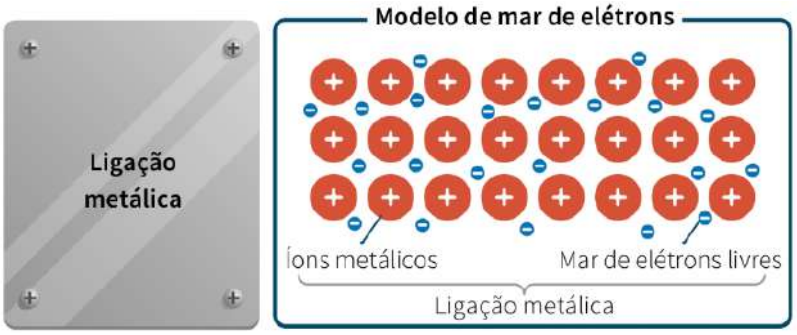


Figura 10: Modelo mar de elétrons.
Fonte: Christoff (2021, p. 154).

Os metais possuem propriedades específicas, como: alta condutividade elétrica e térmica, maleabilidade, ductilidade e brilho característico. A condutividade elétrica e térmica se dão devido a circulação dos elétrons livres, de maneira que ao ser aplicado uma certa diferença de potencial na superfície de um metal, os elétrons livres irão todos se deslocar para um mesmo sentido, resultando na condução de eletricidade (Christoff, 2021).

Já a condutividade térmica consiste nos elétrons livres espalhando a energia, em forma de calor, ao passarem pelo ponto do metal que recebeu essa

energia, fazendo com que todo o sólido tenha contato com esse calor aplicado. A Figura 11 ilustra esse fluxo de energia (Christoff, 2021).

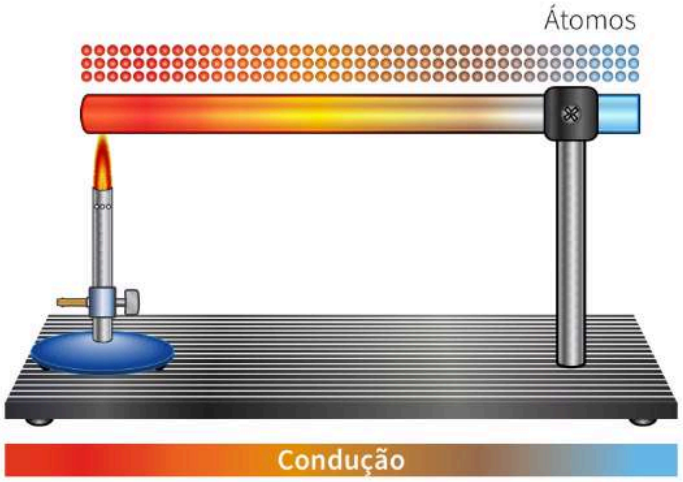


Figura 11: Condutividade térmica dos metais.
Fonte: Christoff (2021, p. 157)

A maleabilidade e a ductilidade, consistem na capacidade que os metais possuem de mudarem de forma ao serem expostos a bastante pressão e de se transformarem em fios com facilidade, respectivamente. Isso ocorre, porque ao se aplicar uma força ao metal, os elétrons que estão livres podem se rearranjar diminuindo as forças de repulsão geradas na deformação. Também apresentam brilho característico e altos índices de reflexão (Christoff, 2021).

Em síntese, cada tipo de ligação química produz compostos com características e propriedades específicas. A Figura 12 apresenta um mapa conceitual dos três tipos de ligações químicas discutidas, apontando suas características e propriedades, bem como os compostos resultantes de cada uma.

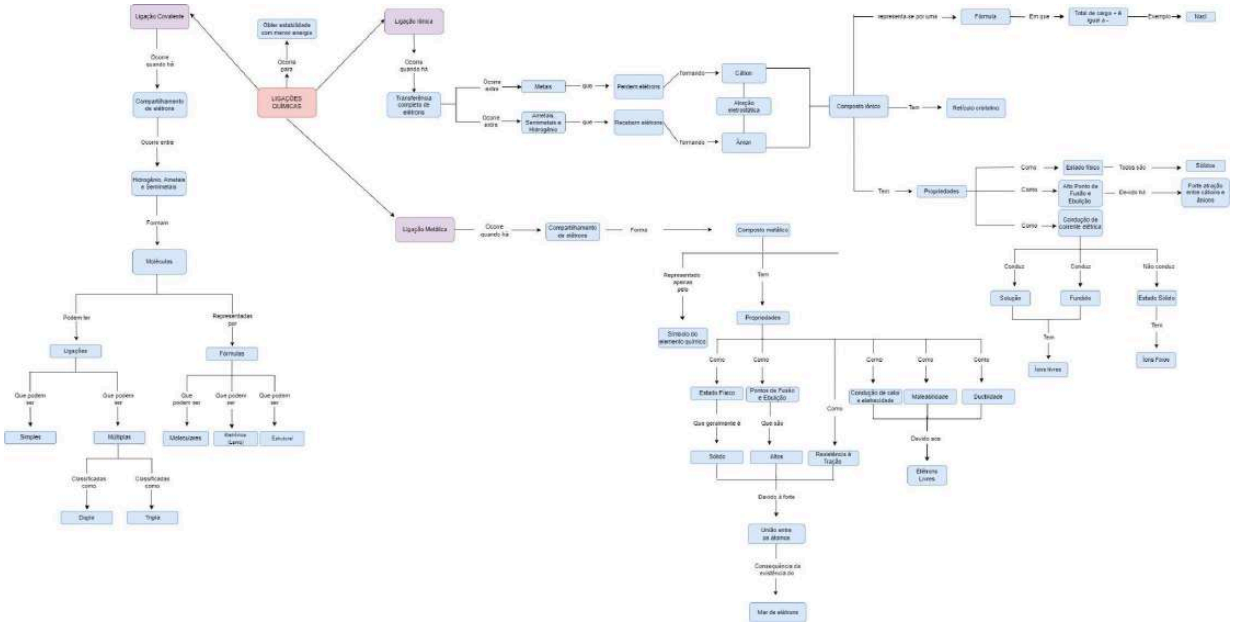


Figura 12. Mapa conceitual de ligações químicas.
Fonte: Elaboração própria.

No entanto, o conhecimento de ligações químicas está bastante envolvido com o dia a dia da sociedade e a seção 4.2.4 explica o que os compostos oriundos dessas ligações podem trazer para o ser humano e sua saúde.

4.2.4 O uso de produtos químicos em plantações de alimentos

A redução da produtividade em plantações agrícolas, causada por pragas, sempre foi uma preocupação para os produtores. Por isso, a Química passou a ser utilizada como ferramenta para amenizar esse problema. O ponto de partida se deu após a Primeira Guerra Mundial, em que passaram a utilizar produtos inorgânicos à base de cloro, mercúrio, flúor, entre outros, para combater os parasitas de plantas (Santos; Mól, 2013).

Já após a Segunda Guerra Mundial, algumas doenças fatais como malária e peste bubônica passaram a se proliferar em grande escala, mas os insetos transmissores dessas doenças passaram a ser combatidos por pesticidas organoclorados, denominado DDT ($C_{14}H_9Cl_5$). Devido ao grande sucesso no combate às pragas, as indústrias começaram a se dedicar a produção destes pesticidas, também chamados de agrotóxicos, destinados a combater a ação de seres vivos nocivos aos produtos agrícolas, como os alimentos. Esses agrotóxicos possuem

substâncias tóxicas em grande quantidade e agem nos seres vivos nocivos de modo a alterar seu ciclo bioquímico, causando a morte ou a diminuição da capacidade de se reproduzir. O uso desses produtos demonstrou-se bastante eficiente, uma vez que, além de evitar grandes perdas na produtividade, também contribuiu para o aumento da qualidade dos alimentos, como arroz, milho e soja. Por isso, essas substâncias passaram a se chamar defensivos agrícolas (Santos; Mól, 2013).

O DDT é um exemplo de defensivo agrícola, pois controlou a quantidade de pragas e doenças tropicais, combatendo seus transmissores. Porém, com o tempo, ambientalistas passaram a considerar o DDT como agrotóxico e, logo em seguida, observou-se que muitos insetos estavam resistentes às doses regulares de DDT e cientistas passaram a observar que o uso prolongado de agrotóxicos é prejudicial aos mamíferos. Foi descoberto que esse tipo de veneno é capaz de se acumular no tecido adiposo dos animais, podendo causar alterações no sistema nervoso (Santos; Mól, 2013).

Apesar da falta de estudos conclusivos sobre esse assunto, já foi detectado que alguns pacientes que sofrem de câncer possuem uma quantidade maior de DDT no organismo quando comparado com pessoas saudáveis, o que leva a uma suspeita mais grave de que o DDT seja uma substância carcinogênica. A contaminação por essa substância pode ser causada por ingestão, inalação ou contato com a pele, uma vez que, pode ser encontrado em frutas e verduras, no solo e até mesmo na água. Por ser um produto quimicamente estável, ele pode permanecer no ambiente por longos períodos de tempo sem ser alterado e, por isso, muitos países passaram a proibi-lo (Santos; Mól, 2013).

Contudo, os resultados econômicos têm sido consideravelmente bons, o que dificulta a batalha contra o uso desses produtos em plantações de alimentos, uma vez que, produtores alegam que nenhuma outra tecnologia menos agressiva seria capaz de combater as pragas e manter a grande produtividade de alimentos, mesmo que a diminuição do uso de agrotóxicos diminuiria os problemas ambientais e de saúde humana (Santos; Mól, 2013).

O conhecimento no assunto de ligações químicas está diretamente relacionado ao uso de agrotóxicos, uma vez que, permite entender o que faz com que esses produtos sejam estáveis e quais os componentes químicos presentes são os causadores dos malefícios à saúde humana. Assim, torna-se possível pensar em alternativas para esses componentes, visando um bom desempenho no controle de

pragas, mas que também não seja prejudicial tanto para os trabalhadores do ramo de plantações, como para os consumidores finais.

4.3 Tarefa 3 – Análise didático-pedagógica

A tarefa 3 da elaboração da UDM relaciona a análise didático-pedagógica com o conteúdo científico a ser trabalhado. Nessa etapa, o professor precisa reconhecer as concepções alternativas e os obstáculos epistemológicos que podem aparecer durante o processo de ensino e aprendizagem para que tenha a possibilidade de se preparar para enfrentá-los em sala de aula.

A dificuldade apresentada pelos alunos pode ser relacionada com a falta de articulação dos três níveis essenciais para o aprendizado científico, sendo eles: teórico, simbólico e representacional. Assim, sem essa articulação, os alunos não desenvolvem a habilidade de aprendizado de conceitos científicos não visíveis, como é o caso do conceito de ligações químicas (SILVA *et al.*, 2012). Segundo Fernandez e Marcondes (2006) as concepções alternativas são visões, que não estão alinhadas com o conhecimento científico vigente, que os alunos desenvolvem ao tentar articular o conhecimento adquirido em sua vida cotidiana com o conhecimento adquirido na escola.

Para Fernandez e Marcondes (2006) as principais concepções alternativas dos alunos em relação ao conteúdo de ligações químicas podem ser agrupadas da seguinte forma: *I*) confusão entre ligação iônica e covalente; *II*) antropomorfismos; *III*) regra do octeto; *IV*) geometria das moléculas e polaridade; *V*) energia nas ligações químicas e *VI*) representação das ligações. Segundo Barker e Millar (2000), os alunos justificam as ligações químicas por meio de antropomorfismos dizendo, por exemplo, que o carbono deseja realizar quatro ligações Também apresentam concepções alternativas em relação a regra do octeto quando dizem que os elétrons sofrem transferências, pois desejam obter uma camada completa (Taber, 1998).

Outro fator abordado por Ferreira (1998) é o tratamento desse conteúdo na forma de modelos tidos como uma verdade absoluta, aparentando ser um aspecto visível, levando a formação de obstáculos epistemológicos por parte dos alunos, em específico o animista. Segundo Bachelard, um obstáculo epistemológico surge como uma ruptura para a construção do conhecimento. Esses obstáculos são definidos em

cinco tipos: substancialista, verbal, realista, animista e de experiência primeira (Bachelard, 1967).

O tema de ligações químicas apresenta o obstáculo epistemológico realista, o qual consiste na falha em buscar uma definição para o conceito de ligação, tendo como exemplo a frase “a ligação covalente é formada por ametais”, isto é, o entendimento do conceito principal é dependente de um conceito secundário (Baltieri, 2020).

Mendonça e colaboradores (2006) destacam o obstáculo animista sobre o tema de ligações, o qual consiste em atribuir sentimentos aos conceitos. Nesse tópico, os alunos relacionaram a ligação iônica como sendo uma relação amorosa entre os átomos, na qual é necessário uma certa quantidade de pessoas para que esta relação seja estável, assim como os átomos necessitam de uma certa quantidade de elétrons em sua camada de valência para que se tornem estáveis.

Assim, é necessário evitar relacionar a estabilidade de compostos iônicos com a regra do octeto, mas sim salientar que é a energia de rede que proporciona a estabilidade do composto. Deve-se evitar também termos que remetem a sentimentos humanos quando se fala de átomos e salientar que não há relações sentimentais entre eles, utilizando termos científicos para as explicações.

4.4 Tarefa 4 – Abordagem metodológica

A abordagem metodológica escolhida foi a chamada três momentos pedagógicos, elaborada por Demétrio Delizoicov e José André Angotti (1994). Sendo destinada ao ensino de ciências, essa metodologia é dividida em três partes, a fim de orientar o processo de ensino e aprendizagem (Delizoicov; Angotti, 1994).

O primeiro momento é a problematização inicial, o qual é destinado para os alunos colocarem em pauta seus conhecimentos prévios sobre o assunto selecionado pelo professor. Importante que essa problemática seja oriunda da realidade objetiva dos alunos (Delizoicov; Angotti, 1994). Nesse contexto, o professor tem a tarefa de contextualizar e problematizar o conteúdo científico a ser estudado, sem muito fornecimento de informações, instigando os alunos com questionamentos, atuando apenas como mediador das discussões. Com isso, o docente pode também identificar possíveis concepções alternativas (Giacomini; Muenchen, 2015).

Portanto, o objetivo dessa etapa é fazer com que o aluno apresente seus conhecimentos e concepções, mas também sinta a necessidade de adquirir conhecimentos que ainda não detém. Isto é, enfrentar a situação que foi apresentada como um problema, buscando solucioná-lo. Pode-se dizer, portanto, que também é um momento motivacional do planejamento (Delizoicov; Angotti, 1994).

O segundo momento é a organização do conhecimento, no qual são desenvolvidos conceitos, relações e definições. É nesse momento em que o professor deve utilizar diversas ferramentas que possam despertar o interesse dos discentes para aprofundar o assunto (Delizoicov; Angotti, 1994). Como sugere a própria UDM, aqui o professor deve fazer um esforço de inter-relacionar os aspectos fenomenológico, teórico e representacional do conhecimento químico.

Nessa etapa o professor deve atuar como orientador, conduzindo os alunos a compreender o assunto e a problematização inicial, exigindo dos discentes a percepção de outras visões e explicações para a situação-problema (Giacomini; Muenchen, 2015).

O terceiro momento é a aplicação do conhecimento, no qual o professor irá auxiliar os alunos a aprender o conhecimento científico, a fim de se tornarem capazes de solucionar o problema inicial proposto aplicando este conhecimento. O objetivo desse momento é fazer com que os alunos sejam capazes de analisar e interpretar não só o problema proposto, mas também as situações rotineiras que podem surgir em suas realidades (Delizoicov; Angotti, 1994).

Um exemplo da utilização da abordagem dos três momentos pedagógicos no ensino de química foi a construção de uma sequência didática abordando o assunto de cinética química, na qual os autores utilizaram um texto para iniciar a problematização com os alunos, o qual se tratava da produção de iogurte. Ainda no primeiro momento, o texto foi discutido pelo professor juntamente com os alunos, os quais responderam um questionário no final da aula. Para o segundo momento, chamado de organização do conhecimento, o professor retomou juntamente com os alunos, os pontos mais importantes do primeiro momento, utilizando também alguns trechos das respostas dos alunos no questionário anterior e seguiram escrevendo na lousa os conceitos relacionados com o assunto da sequência didática proposta. Neste momento também foram realizados alguns experimentos, abordando conceitos do tema de cinética química, seguido de uma discussão e sistematização

dos conhecimentos por meio de atividades. Para o terceiro momento, chamado de aplicação do conhecimento, retomaram a problematização inicial e, utilizando a estratégia didática denominada *Team Based Learning (TBL)*, buscaram resolvê-la (Cavalcante; Assai; Delamuta, 2018).

Portanto, ao ter a abordagem metodológica definida, torna-se possível selecionar os demais elementos do planejamento, como os objetivos de aprendizagem que serão apresentados na seção 4.5.

4.5 Tarefa 5 – Seleção dos objetivos de aprendizagem

Ao selecionar os objetivos de aprendizagem, deve-se alinhar os objetivos específicos com o objetivo geral, isto é, ao atingir os objetivos específicos, deve-se alcançar o objetivo geral. Para isso, é necessário obedecer a hierarquia proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada, em relação às dimensões do conhecimento.

Para cada SD foram propostos os seguintes objetivos específicos: *I)* Entender a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos, explicando quais substâncias, potencialmente perigosas para a saúde humana, estão presentes nesses produtos; *II)* Entender os principais conceitos de Ligações Químicas, classificando as ligações presentes em alguns compostos como covalente, iônica ou metálica; *III)* Aplicar os conhecimentos de Ligações Químicas, executando corretamente o procedimento para teste de condutividade elétrica com diferentes compostos nos estados sólido e líquido; e *IV)* Analisar as substâncias potencialmente perigosas formadas, diferenciando os compostos segundo o tipo de ligação química. Seguindo tais objetivos, deve-se chegar no objetivo geral, o qual consiste em “Criar modelos de intervenção social para alertar sobre os perigos relacionados às substâncias químicas utilizadas em plantações de alimentos, produzindo materiais de divulgação científica que interrelacionem esses compostos com os conteúdos de ligações química”.

Os objetivos específicos 1 e 2 se encontram no nível conceitual da dimensão do conhecimento e no nível “Entender” do processo cognitivo. No nível conceitual, os alunos devem ser capazes de conectar os conhecimentos básicos previamente abordados em um contexto mais elaborado, apresentando também o conhecimento de modelos, teorias, generalizações e princípios. Já os objetivos específicos 3 e 4 se encontram no nível “Aplicar” do processo cognitivo e no nível procedural da

dimensão do conhecimento, o qual consiste no incentivo do conhecimento abstrato dentro de um único contexto. Essa dimensão foca em como e quando uma tarefa será realizada, por meio do conhecimento de técnicas específicas e métodos (Driscoll, 2000; Krathwohl, 2002; Ferraz; Belhot, 2010). O Quadro 9 apresenta os objetivos, tanto o geral quanto os específicos, em suas respectivas dimensões do conhecimento e do processo cognitivo.

Quadro 9. Objetivos propostos em suas respectivas dimensões do conhecimento e do processo cognitivo.

Dimensão: Conhecimento	Dimensão: Processo Cognitivo					
	LEMBRAR	ENTENDER	APLICAR	ANALISAR	AVALIAR	CRIAR
EFETIVO						
CONCEITUAL		Objetivos Específicos 1 e 2				
PROCEDURAL			Objetivo Específico 3			
METACOGNITIVO				Objetivo Específico 4		Objetivo Geral

Fonte: elaboração própria

Portanto, os objetivos estão obedecendo a hierarquia proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada, de modo que os objetivos específicos, ao serem alcançados, levam até o objetivo geral. Em relação ao quadro, também é importante observar que os objetivos se distribuem pelo quadro preenchendo-o, de forma homogênea, o que é uma característica desejável na taxonomia de Bloom revisada.

Assim, para alcançar esses objetivos e ter conhecimento que de fato foram atingidos, é preciso selecionar as estratégias didáticas, bem como as de avaliação que serão descritas na próxima seção.

4.6 Tarefas 6 e 7 – Seleção de estratégias didáticas e seleção de estratégias de avaliação

As estratégias didáticas foram pensadas para se adequar às especificidades de cada sala de aula, bem como a pluralidade de modos de aprender dos alunos dentro de uma sala de aula heterogênea. Foram considerados momentos para os

alunos com um perfil mais tímido e também momentos mais ativos, para aqueles com um perfil mais comunicativo. Já as estratégias de avaliações estão diretamente relacionadas com as estratégias didáticas, bem como com a metodologia escolhida, e consiste em mostrar ao professor se os objetivos propostos foram de fato alcançados.

Para a primeira aula da SD 1, sendo também o primeiro momento proposto pela metodologia dos 3MP, tem-se como objetivo que os alunos entendam a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos, explicando quais substâncias, potencialmente perigosas para a saúde humana, estão presentes nesses produtos e, para isso, foi pensada na estratégia didática denominada *Brainstorm* (tempestade cerebral, em uma tradução livre), após a proposta da problematização inicial feita pelo professor, a fim de estimular o pensamento de novas ideias de forma espontânea.

Para um primeiro contato dos alunos com o assunto de ligações químicas, essa estratégia permite ao professor ter ciência dos conhecimentos prévios e possíveis concepções alternativas dos discentes. Nessa estratégia didática é papel dos alunos propor palavras ou pequenas frases para apresentar ideias sobre o problema proposto. Os alunos também devem selecionar as ideias seguindo os seguintes critérios: *I*) podem ser colocadas em prática em pouco tempo; *II*) estão relacionadas com as outras ideias propostas; *III*) são eficazes não só a curto prazo, mas também a médio e longo prazo (Camargo, 2018, 2005). Outros critérios também podem ser combinados para a realização dessa seleção. Para a avaliação dessa estratégia didática, tem-se as discussões realizadas pelos alunos sobre as ideias sugeridas, tornando possível para o professor avaliar a criatividade, pertinência, aplicabilidade, concisão e logicidade (Anastasiou; Alves, 2005).

Para a segunda aula dessa SD, a estratégia didática da aula expositiva e dialogada foi escolhida, a fim de ser realizada uma revisão dos pré-requisitos que os discentes devem ter para adquirir o conhecimento de ligações químicas e também para que o professor contextualize o assunto novo, apresentando a problematização inicial e os objetivos de aprendizagem. Nesse momento, os alunos devem ter participação ativa por meio de diálogos e questionamentos, sendo o professor responsável por estabelecer relações da realidade dos alunos com o assunto a ser estudado. Já para a terceira aula dessa primeira SD, tem-se a estratégia didática denominada Grupo de verbalização e de observação (GV/GO), a qual consiste na

divisão da sala em dois grupos, sendo um para a verbalização da problematização e o outro para a observação, o qual contribuirá para a discussão ao longo da aplicação da estratégia. O GV/GO é bastante viável para o início de um assunto, pois conta com a leitura de textos e estudos preliminares do tema. Nesse caso, o texto a ser utilizado para a realização da estratégia é “Produção de Alimentos e Ambiente: Faces da Mesma Moeda” (Santos; Mól, 2013), o qual compõe o livro “Química Cidadã”. A avaliação é feita por meio da clareza e coerência, domínio da temática, participação do grupo observador e relação crítica da realidade apresentada pelos alunos (Vieri; Vieira, 2005).

A segunda SD consiste no segundo momento da metodologia dos 3MPs, intitulado como “Organização do conhecimento” e tem como objetivo que os alunos entendam os principais conceitos de Ligações Químicas, classificando as ligações presentes em alguns compostos como covalente, iônica ou metálica; Para as duas primeiras aulas dessa SD, tem-se aulas expositivas e dialogadas, nas quais o professor deve abordar conceitos e definições sobre as ligações químicas para que os alunos sejam capazes de organizar seus conhecimentos adquiridos. Para a terceira aula da SD 2, tem-se a estratégia denominada “Phillips 66”, a qual consiste em uma atividade em grupo para que os alunos possam discutir sobre a problemática que precisam solucionar. Diferentemente do momento em que foi aplicado o GV/GO, o Phillips 66 será utilizado como ferramenta de avaliação e, por isso, será aplicado em um momento em que os alunos já devem ter o conhecimento do assunto de ligações químicas, pois já foi discutido pelo professor os conceitos e definições do tema. Essa estratégia é indicada para turmas com grandes números de alunos, pois inicialmente é proposto grupos de 6 membros e cada grupo terá 6 minutos para a discussão do problema proposto entre os membros e depois mais 6 minutos para a explicação da síntese para os demais grupos (Anastasiou; Alves, 2005).

A terceira SD, ainda no momento da organização do conhecimento, tem como objetivo que os alunos consigam aplicar os conhecimentos de Ligações Químicas, executando corretamente o procedimento para teste de condutividade elétrica com diferentes compostos nos estados sólido e líquido. Para isso, a primeira aula será com a estratégia do mapa conceitual sobre o assunto, o qual consiste na construção de um diagrama em que os conteúdos são estruturados de modo a se

relacionarem entre si por meio de setas indicativas (Anastasiou; Alves, 2005, p. 83). Essa estratégia propõe ao estudante:

> 1. identificar os conceitos-chave do objeto ou texto estudado;
> 2. selecionar os conceitos por ordem de importância;
> 3. incluir conceitos e ideias mais específicas;
> 4. estabelecer relação entre os conceitos por meio de linhas e identificá-las com uma ou mais palavras que explicitem essa relação;
> 5. identificar conceitos e palavras que devem ter um significado ou expressam uma proposição;
> 6. buscar estabelecer relações horizontais e cruzadas, traçá-las;
> 7. perceber que há várias formas de traçar o mapa conceitual;
> 8. compartilhar os mapas coletivamente comparando-os e complementando-os;
> 9. justificar a localização de certos conceitos, verbalizando seu entendimento

Esse mapa conceitual será avaliado por meio da clareza dos conceitos, coerência nas relações, riqueza de ideias e criatividade. A segunda aula dessa SD terá utilizada uma experimentação, na qual os alunos devem verificar em nível fenomenológico os conceitos que foram estudados em aula. A experimentação deve ser realizada a partir de um aporte teórico que deve orientar a observação na realização da prática (Guimarães, 2009). A avaliação dessa estratégia será feita por meio de um relatório técnico-científico. Para a finalização dessa SD e do segundo momento da metodologia, tem-se uma aula expositiva e dialogada para que o professor possa fazer uma síntese do conteúdo estudado para que os alunos sejam capazes de apresentar o seminário proposto para a primeira aula da próxima SD.

A quarta SD e também o último momento da metodologia, denominado “Aplicação do conhecimento”, tem como objetivo que os alunos sejam capazes de analisar as substâncias potencialmente perigosas formadas, diferenciando os compostos segundo o tipo de ligação química. Para isso, a primeira aula terá como estratégia a apresentação de seminário, no qual os discentes deverão trazer a solução do problema proposto inicialmente. A estratégia de seminários tem por objetivo construir uma visão geral do conteúdo abordado (Anastasiou; Alves, 2005). Segundo Anastasiou e Alves (2005, pg. 90), o seminário exige três momentos:

> 1. Preparação - papel do professor é fundamental
> - apresentar o tema e/ou selecioná-lo conjuntamente com os estudantes, justificar sua importância, desafiar os estudantes, apresentar os caminhos para realizarem as pesquisas e suas diversas modalidades (bibliográfica, de campo ou de laboratório):
> - organizar o calendário para as apresentações dos trabalhos dos estudantes;
> - orientar os estudantes na pesquisa (apontar fontes de consulta bibliográfica e/ou pessoas/instituições) e na elaboração de seus registros para a apresentação ao grupo;

> ● organizar o espaço físico para favorecer o diálogo entre os participantes.
> 2. Desenvolvimento:
> ● Discussão do tema em que quem está secretariando anota os problemas formulados, as ideias-chave, as soluções e as conclusões encontradas. Cabe ao professor dirigir a sessão de crítica ao final de cada apresentação, fazendo comentários sobre cada trabalho e sua exposição, organizando uma síntese integradora do que foi apresentado.
> 3. Relatório: trabalho escrito em forma de resumo, pode ser produzido individualmente ou em grupo.

A avaliação dos grupos deve ser feita seguindo os seguintes critérios: clareza e coerência, domínio do conteúdo, participação do grupo e recursos visuais, sendo os grupos avaliados e também avaliadores do demais (Anastasiou; Alves, 2005). A segunda e terceira aula dessa SD serão utilizadas as Tecnologias Digitais da Comunicação e da Informação (TDIC) para a produção de um material de divulgação científica acerca da problemática do uso de produtos químicos nas plantações de alimentos, sendo consideradas TDICs quaisquer equipamentos que amplie a forma de comunicação dos usuários e que possuem acesso a internet (Valente, 2013).

Ao final das SDs propostas, é esperado que os alunos tenham alcançado o objetivo geral da UDM, por meio dos objetivos específicos propostos para cada SD. Portanto, a SD 1 tem como objetivo que os discentes sejam capazes de entender a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos, explicando quais substâncias, potencialmente perigosas para a saúde humana, estão presentes nesses produtos. Já para a SD 2, é esperado que os alunos consigam entender os principais conceitos de Ligações Químicas, classificando as ligações presentes em alguns compostos como covalente, iônica ou metálica. A SD 3 tem como objetivo que os discentes sejam capazes de aplicar os conhecimentos de ligações químicas, executando corretamente o procedimento para teste de condutividade elétrica com diferentes compostos nos estados sólido e líquido. Ao final da SD 4, os alunos deverão ser capazes de analisar as substâncias potencialmente perigosas formadas, diferenciando os compostos segundo o tipo de ligação química. Assim, tendo esses quatro objetivos alcançados, os alunos serão capazes de criar modelos de intervenção social para alertar sobre os perigos relacionados às substâncias químicas utilizadas em plantações de alimentos, produzindo materiais de divulgação científica que interrelacione esses compostos com os conteúdos de ligações química, o qual caracteriza o objetivo geral da UDM.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso apresentou um planejamento didático-pedagógico pautado no modelo da UDM, visando auxiliar professores de química no conteúdo de ligações químicas. O planejamento, no geral, permite que o professor esteja preparado para lidar com situações singulares que ocorrem em sala de aula, sabendo como lidar e resolver as complicações, além de permitir que o professor realize sempre uma reflexão crítica, a fim de evoluir a sua prática docente.

O conteúdo de ligações químicas, muitas vezes, fica bastante abstrato para os alunos, pois não é articulado de maneira correta e sim isolado do restante dos conceitos. Dessa maneira, a utilização do modelo da UDM, juntamente com a abordagem metodológica dos três momentos pedagógicos, permitiu um planejamento com diversas estratégias didáticas e de avaliação, permitindo alcançar diferentes formas de ensino e aprendizagem presentes em cada sala de aula, além de facilitar o alcance dos objetivos de aprendizagem propostos.

A construção do planejamento contribuiu consideravelmente para a minha formação, pois me permitiu entender a sua importância e a diferença que pode ser feita quando se tem um bom planejamento. Entender o funcionamento da construção de uma sequência de aulas que permite uma reflexão crítica e uma constante evolução a cada alteração feita no planejamento me permitiu perceber que os objetivos de aprendizagem podem ser alcançados de maneira eficaz.

Na literatura, ainda não se tem uma proposta de planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM para ligações químicas, por isso acredito que minha pesquisa se apresenta como um avanço, uma vez que, esse modelo de planejamento tem características diferentes de outras propostas de UD, como o fato de tratar a abordagem metodológica como eixo central e manter a autonomia do professor em sua escolha. Assim, a perspectiva é que essa minha pesquisa seja usada como um material educacional auxiliador para professores de Química que, ao ser aplicada por diferentes docentes, sofra melhorias e adaptações para diferentes tipos de realidade.

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Univille, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107).

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química:** questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Grupo A, 2018.

BACHELARD, G. **La Formation de l'esprit scientifique:** contribution à une psychanalyse de la connaissance. 5 ed. Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1967.

BALTIERI, R. S.; BEGO, A. M. **As concepções de ligação covalente e suas implicações na microgênese**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), XX, 2021, Recife. Anais... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

BALTIERI, R. S. **As naturezas da ligação covalente: uma proposta de perfil conceitual.** 123f. Orientador: Amadeu Moura Bego. Coorientador: Marco Aurélio Cebim. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2020.

BARKER, V. e MILLAR, R. **Students's reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding:** What changes occur during a context-based post-16 chemistry course? International Journal of Science Education v. 22, p. 1171 - 1200, 2000.

CAMARGO, F. **A sala de aula inovadora:** estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. Porto Alegre: Grupo A, 2013.

CHRISTOFF, P. **Química inorgânica:** tabelando com a química. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2021.

DELAMUTA, B. H.; CAVALCANTE, K. L.; DE SOUZA ASSAI, N. D. Uma proposta de sequência didática utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos para o ensino de cinética química. **Revista diálogo e interação**, v. 12, n. 1, p. 173 - 190, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 1 ed., São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologias do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FERRARINI, F. O. C. **Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional no processo de implementação de unidades didáticas multiestratégicas para o**

ensino de Química no contexto da formação inicial de professores. Orientador: Amadeu Moura Bego. 2020. 426f. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2020.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligações químicas. **Revista Química Nova na Escola**, n. 24, p. 20 - 22, 2006.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom:** revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, n. 2, p. 421 - 431, 2010.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 339 - 355, 2015.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198 - 202, 2009.

HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. **Química Inorgânica.** v. 1, 4 ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo, SP: Blucher, 1999.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R.; OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1 - 13, 2006.

LOPES, A.R. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. I. Obstáculos animistas e realistas. **Química Nova.** v. 15, n. 3, p. 254 - 261,1992.

MORALLES, V. A. **Vamos modelar, professor Hélio?**: Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional por meio da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica. Orientador: Amadeu Moura Bego. Tese (Doutorado - Curso de Química), Universidade Estadual Paulista - Instituto de Química Araraquara, Araraquara, 2021.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo:** Ciências da Natureza no Ensino Fundamental. São Paulo: Secretaria da Educação, 2019.

TABER, K.S. An alternative conceptual framework from chemistry education. **International Journal of Science Education**, v. 20, p. 597 - 608, 1998.

VALENTE, J. A. **Integração currículo e tecnologia digitais de informação e comunicação:** a passagem do currículo da era do lápis e papel para o currículo da era digital. As novas tecnologias e os desafios para uma educação humanizadora. Santa Maria: Biblos, p. 113-132, 2013.

VIERA, R. M.; VIERA, C. **Estratégias de ensino/aprendizagem**. Lisboa: Instituto Peaget, 2005.

WELLER, M.; OVERTON, T.; ROURKE, J.; Armstrong, F. **Química inorgânica**. Porto Alegre: Grupo A, 2017.

APÊNDICE A–

NOME DA INSTITUIÇÃO ESCOLAR

QUÍMICA

ROTEIRO EXPERIMENTAL - Conduz ou não conduz?

Introdução

Materiais condutores de eletricidade são aqueles com grande quantidade de elétrons livres, os quais permitem que as cargas presentes se movimentam, transportando corrente elétrica. Já os materiais isolantes são aqueles que não possuem elétrons livres e, por isso, não formam corrente elétrica.

Objetivos

Aplicar os conhecimentos de ligações químicas, executando corretamente o procedimento para teste de condutividade elétrica com diferentes compostos nos estados sólido e líquido.

Materiais

• 2 pilhas grandes;
• Suporte para pilhas;
• Fio de cobre;
• Lâmpada de lanterna;
• Soquete para a lâmpada;
• Fita isolante;
• Água;
• Sal de cozinha;
• Sal de cozinha em solução aquosa;
• Açúcar.
• Açúcar em solução aquosa;
• Álcool;
• Solução de soda cáustica (que deverá ser cuidadosamente manipulada pelo professor);
• Lâmina de ferro;

• Ácido acético.

Procedimento

1- Descasque as pontas de dois pedaços de fio elétrico;

2- Ligue um pedaço de fio na extremidade de uma pilha;

3- Ligue outro pedaço de fio à outra extremidade da pilha, passando por um dos pólos da lâmpada, que será a rosca, ou ligue no soquete;

4- Encoste a extremidade do fio que está livre no outro contato da lâmpada ou no soquete (ponto metálico na parte de baixo da lâmpada), para testá-la.

5- Agora, prossiga testando todos os materiais escolhidos e anotando sua condutibilidade ou neutralidade na tabela 4.

Tabela 4. Condutibilidade dos materiais.

Fórmula	Substância	Condutibilidade
H_2O	Água	
NaCl	Sal de cozinha	
$NaCl + H_2O$	Solução aquosa de sal de cozinha	
$C_6H_{12}O_6$	Açúcar	
$C_6H_{12}O_6 + H_2O$	Solução aquosa de açúcar	
C_2H_6O	Álcool	
NaOH em solução aquosa	Soda cáustica	
Fe	Ferro	
$C_2H_4O_2$	Ácido acético	

Fonte: Elaboração própria

Discussões

1- Quais materiais são condutores?

2- Quais soluções são condutoras?

3- Explique, por que algumas soluções são condutoras e outras não, indicando também qual o tipo de ligação presente nas soluções.

4- Qual a diferença de um tipo de ligação química para outra que permite que uma seja capaz de conduzir eletricidade e a outra não?

APÊNDICE B-

INSTRUMENTO PARA PLANEJAMENTO DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA (UDM)

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO	
Instituição	Escola Estadual de São Paulo
Curso	Licenciatura em Química
Disciplina	Química
Professor	Ana Clara Nunes de Almeida
Autores da UDM (ordem alfabética)	Ana Clara Nunes de Almeida
Data e versão da UDM	1º Versão

CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA	
Nome da unidade escolar	Escola Estadual de São Paulo
Endereço completo	XXXXXXX
Site e e-mail	XXXXXXX
Caracterização da unidade escolar	A UDM foi realizada de forma ampla, sem se direcionar a uma instituição de ensino específica. Porém, considera-se uma escola de ensino médio público no estado de São Paulo, a qual disponibiliza internet para alunos e professores, um laboratório de química e um

	amplo espaço para a realização de atividades que necessitam de espaçamento livre entre os participantes. O planejamento deve abarca a realidade social em que o aluno está inserido, como base para que as tomadas de decisões sejam adaptadas à realidade do discente. Foi considerada uma escola pública comum, que apresenta estudantes de baixa renda, salas de aula com grande número de alunos com cada um apresentando aspectos particulares. Foi proposta a utilizar uma variedade de estratégias didáticas, a fim de conseguir manter o interesse dos alunos no conteúdo ministrado. Também foi essencial para essa proposta uma variedade de atividades avaliativas, para que se possa alcançar as particularidades de entendimento dos estudantes.
Disciplina	Química
Ano/turma	Ensino Médio
Professor responsável	Ana Clara Nunes de Almeida
Número de estudantes	30 a 40 alunos
Caracterização dos estudantes	A série X apresenta alunos de faixa etária entre X e X anos. Comumente são alunos oriundos de família de baixa renda, na qual muitos, além da escola, já enfrentam outras responsabilidades, como trabalho remunerado. Normalmente são alunos que sempre estudaram em escolas públicas e apresentam grandes dificuldades no processo de ensino e aprendizagem.

ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA	
Conteúdo programático da UDM	Ligações Químicas: ● Ligação Iônica; ● Ligação Covalente; ● Ligação Metálica; ● Problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos.
Pré-requisitos para a UDM	● Modelos atômicos; ● Partículas fundamentais dos átomos; ● Configuração eletrônica; ● Eletronegatividade; ● Raio atômico, energia de ionização e afinidade eletrônica; ● Classificação dos átomos na tabela periódica; ● Forças de Coulomb; ● Formação de íons; ● Concepção de energia livre de Gibbs, entalpia e entropia.

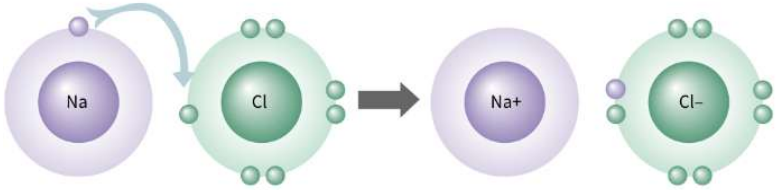
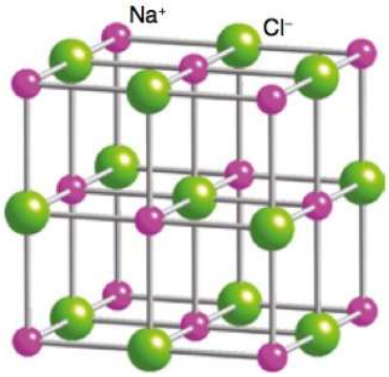
Orientações curriculares oficiais sobre o tema	O planejamento no modelo da UDM foi pensado para uma escola de Ensino Médio público no estado de São Paulo. Por isso, o Currículo Paulista foi analisado e, na área de Ciências da Natureza, ele apresenta a seguinte habilidade: ● EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). Essa habilidade está presente no Currículo Paulista dentro da Unidade Temática "Vida, Terra e Cosmos"e contempla o conteúdo de ligações químicas, bem como forças de interação interpartículas, rapidez das transformações químicas e equilíbrio químico, sendo esses os objetos de conhecimento da Química. O documento orienta que esses conteúdos sejam trabalhados tanto no 4º bimestre da 1º série quanto no 1º bimestre da 2º série (SÃO PAULO, 2020, p. 157).

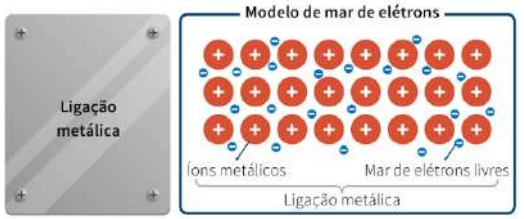
ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA	
Conteúdo programático da UDM	Definição de sais, nomenclatura de sais, classificação de sais, propriedades dos sais, formação de sais, definição de óxidos, nomenclatura dos óxidos, classificação dos óxidos, propriedades dos óxidos, formação dos óxidos
Pré-requisitos para a UDM	O aluno já deve ter compreendido os conceitos de estrutura dos átomos, ligações químicas, essencial para saber como os átomos ligam entre si e entender como sais e óxidos são formados, compreendido os conceitos de ácidos e bases, fundamentais para entender as reações que envolvem a formação de sais e propriedades dos óxidos ácidos e básicos, compreendido reações químicas para que conheça os tipos de reações e o balanceamento das equações.
Orientações curriculares oficiais sobre o tema	(EM13CNT307)Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano. (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

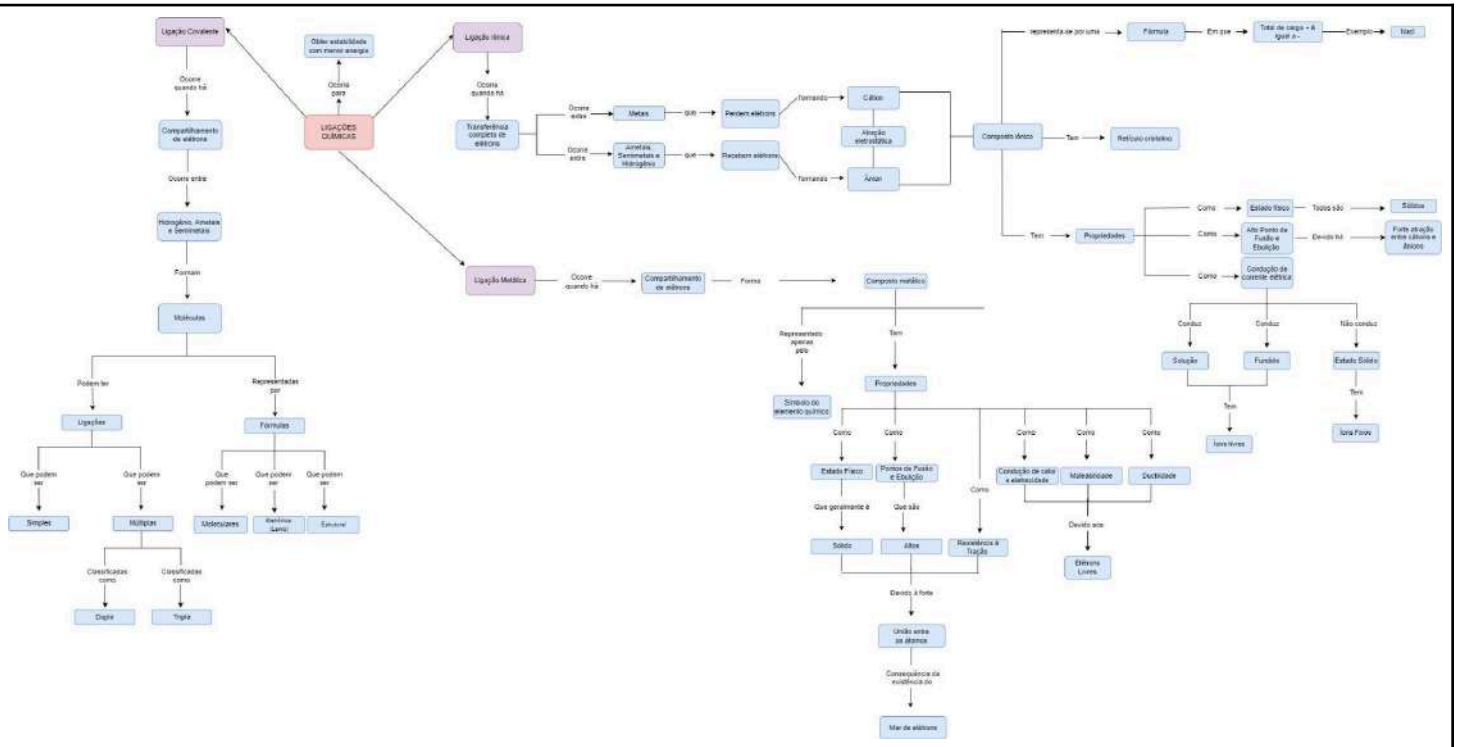
Conteúdos conceituais **- Identificação** dos fatos e/ou fenômenos de interesse (aspecto fenomenológico) **- Interpretação** dos fatos ou fenômenos de interesse (aspectos teórico e simbólico)	**<u>Aspecto Fenomenológico:</u>** Os compostos iônicos, normalmente sólidos, possuem características macroscópicas diferentes de substâncias covalentes. Sólidos iônicos costumam ser duros e frágeis, que clivam e apresentam pontos de fusão bastante elevados e quando não se decompõem, conduzem eletricidade ao serem aquecidos até atingir o estado liquefeito. Muitos também conduzem eletricidade ao se dissolverem em solventes, como a água, que possuem alta polaridade (Rayner-Canham; Overton, 2015). Em relação a dureza, deve-se observar as cargas iônicas e a distância interatômica. Por exemplo, os compostos que possuem estruturas semelhantes e cargas iônicas iguais, a distância interatômica irá definir a dureza, sendo elas inversamente proporcionais, isto é, quanto menor a distância dos átomos, maior será a dureza do composto (Christoff, 2021). Entretanto, compostos que possuem estruturas semelhantes e distância dos átomos iguais, possuem a carga iônica como fator de definição para a dureza. Nesse caso, a relação das propriedades é diretamente proporcional, ou seja, quanto maior for a carga iônica, maior será a dureza do composto (Christoff, 2021). Os metais possuem propriedades específicas, como: alta condutividade elétrica e térmica, maleabilidade, ductilidade e brilho característico. A condutividade elétrica e térmica se dá devido a circulação dos elétrons livres, de maneira que ao ser aplicado uma certa diferença de potencial na superfície de um metal, os elétrons livres irão todos se deslocar para um mesmo sentido, resultando na condução de eletricidade. Já a condutividade térmica consiste nos elétrons livres espalhando a energia, em forma de calor, ao passarem pelo ponto do metal que recebeu essa energia, fazendo com que todo o sólido tenha contato com esse calor aplicado. A maleabilidade e a ductilidade, consistem na capacidade que os metais possuem de mudarem de forma ao serem expostos a bastante pressão e de se transformarem em fios com facilidade, respectivamente. Isso ocorre, porque ao se aplicar uma força ao metal, os elétrons que estão livres podem se rearranjar diminuindo as forças de repulsão geradas na deformação. Também apresentam brilho característico e altos índices de reflexão (Christoff, 2021). **<u>Aspecto teórico:</u>** A ligação iônica ocorre entre íons e consiste em uma transferência completa de elétrons de um átomo para o outro, sendo um dos átomos eletropositivo e o outro eletronegativo (Lee,1999). Portanto, esse tipo de ligação ocorre quando os átomos envolvidos apresentam uma diferença de eletronegatividade acentuada, sendo os metais propensos a perder elétrons e os não metais, juntamente com o hidrogênio, a receber esses elétrons (Christoff, 2021). Considerando a reação de formação do fluoreto de lítio (LiF), tem-se a interação de lítio (Li) com flúor (F), os quais apresentam as configurações eletrônicas $1s^2\ 2s^1$ e $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, respectivamente. A interação desses átomos resultará na transferência do elétron da camada de valência do lítio ($2s^1$) para o átomo de flúor, que em uma rede de iônica possibilita o abaixamento da energia na ligação (Chang; Goldsby, 2013).

	A ligação iônica ocorre entre íons e consiste em uma transferência completa de elétrons de um átomo para o outro, sendo um dos átomos eletropositivo e o outro eletronegativo (Lee,1999). Portanto, esse tipo de ligação ocorre quando os átomos envolvidos apresentam uma diferença de eletronegatividade acentuada, sendo os metais propensos a perder elétrons e os não metais, juntamente com o hidrogênio, a receber esses elétrons (Christoff, 2021). Considerando a reação de formação do fluoreto de lítio (LiF), tem-se a interação de lítio (Li) com flúor (F), os quais apresentam as configurações eletrônicas $1s^2\ 2s^1$ e $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, respectivamente. A interação desses átomos resultará na transferência do elétron da camada de valência do lítio ($2s^1$) para o átomo de flúor, que em uma rede de iônica possibilita o abaixamento da energia na ligação (Chang; Goldsby, 2013). Para melhor exemplificar a ligação iônica, tem-se a ligação entre os átomos de sódio (Na) e cloro (Cl) que apresentam as seguintes configurações eletrônicas, respectivamente: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ e $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$. Pode-se observar que o átomo de sódio possui apenas um elétron na camada de valência, enquanto que o cloro possui sete elétrons em sua última camada. Sendo o cloro o mais eletronegativo e um ametal, o elétron da camada de valência do átomo de sódio será transferido para o átomo de cloro e ambos ficarão com oito elétrons na última camada, adquirindo estabilidade ao formar uma rede de interações (Christoff, 2021). Assim, ao perder elétron, o átomo de sódio se transforma em um cátion, denominado Na^+ e o átomo de cloro se transforma em um ânion, denominado Cl^-. São também chamados de íon positivo e íon negativo, respectivamente (Christoff, 2021). Para entender a estrutura do NaCl, é necessário entender o conceito de célula unitária. A célula unitária consiste na estrutura básica de um sólido cristalino, a qual é formada por todas as informações necessárias para descrever a estrutura completa de um cristal, sendo ela a menor unidade repetitiva, ou seja, a translação da mesma célula unitária resulta na estrutura completa de um sólido cristalino. São também divididas em dois agrupamentos: compacto cúbico e compacto hexagonal. (Housecroft; Sharpe, 2013). A estrutura cristalina do NaCl é considerada uma das principais, devido ao fato de ser adotada pela maioria dos haletos (alcalinos e de prata) e por muitos compostos localizados entre as famílias *II*A e *VI*A da tabela periódica (Barros, 1992). A estrutura cristalina do NaCl, apresenta um octaedro regular, constituído por um íon central e seus contra-íons nos vértices. Sendo caracterizada como uma célula unitária cúbica, também possui seus cátions e ânions em posições equivalentes e apresenta seu número de coordenação igual a 6, ou seja, é o número de átomos/íons ligados ao íon central. Para compostos iônicos é aplicado um ciclo termodinâmico para a determinação dos valores experimentais de entalpia de rede, a qual estabiliza a formação do composto, denominado Ciclo de Born-Haber (Barros, 1992).

	A ligação covalente, diferentemente da iônica, consiste no compartilhamento de um par de elétrons por dois átomos de ametais, sendo que cada átomo contribui com um elétron para ligação. Os pares de elétrons envolvidos no compartilhamento são apenas os da camada de valência, isto é, os mais distantes do núcleo. Considerando a molécula de flúor (F_2), tem-se a distribuição eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, apresentando sete elétrons em sua camada de valência (Chang; Goldsby, 2013). Entretanto, a molécula de F_2 apresenta apenas um elétron desemparelhado em sua camada de valência. Por isso, apenas ele participa da ligação, enquanto os outros três pares de elétrons são denominados pares isolados, ou seja, pares que não participam do compartilhamento. Portanto, apenas um elétron de cada átomo será compartilhado, embora cada átomo de flúor apresenta sete elétrons em sua camada mais externa. Esse fato ocorre, também, com a molécula de água (H_2O), na qual o oxigênio apresenta dois elétrons desemparelhados, apesar de possuir seis elétrons em sua camada de valência. Nesse caso, o oxigênio realiza duas ligações covalentes com os dois hidrogênios da molécula, os quais apresentam apenas um elétron cada um (Chang; Goldsby, 2013). A "regra do octeto" - que pode ser considerada mais uma exceção do que propriamente uma regra - é exemplificada pela formação dessas moléculas, a qual foi formulada por Lewis. Ele observou que os átomos adquirem estabilidade, diminuem a energia, ao alcançar oito elétrons na camada de valência e, na formação da ligação covalente, tendem a alcançar essa quantidade pelo compartilhamento de elétrons (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Portanto, a regra do octeto consiste na formação de ligações covalentes quando os átomos não possuem o octeto completo, ou seja, não possuem elétrons suficientes em sua camada mais externa para atingir a estabilidade. O átomo de hidrogênio é uma exceção a esta regra, pois ele possui apenas um elétron e, por isso, tende a alcançar a estabilidade completando apenas dois elétrons em sua camada de valência. A ligação covalente pode ser classificada como ligações simples e múltiplas. As ligações simples são aquelas em que apenas um par de elétrons é compartilhado entre os átomos (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Quando são dois pares de elétrons compartilhados, denomina-se ligação dupla. Já quando são três pares compartilhados, chama-se ligação tripla (Chang; Goldsby, 2013). Já a ligação múltipla, ocorre quando dois ou mais pares de elétrons são compartilhados, incluindo as ligações duplas e triplas. Assim, a ordem de ligação é caracterizada pela quantidade de ligações realizadas, ou seja, pela quantidade de pares de elétrons compartilhados (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Contudo, tem-se o conceito de ressonância, o qual consiste em duas estruturas de Lewis diferentes para descrever uma mesma molécula, pois apenas uma estrutura não é o suficiente. O símbolo ↔ aponta que as estruturas presentes uma de cada lado são estruturas de ressonância. A ligação metálica consiste no compartilhamento dos elétrons mais externos dos átomos metálicos com todos os átomos presentes a sua volta, isto é, os elétrons circulam de maneira livre por toda a estrutura cristalina, justificando as principais propriedades dos metais (Rayner-Canham; Overton, 2015). Considerando que os metais possuem baixa energia de ionização e eletronegatividade, os elétrons de valência não encontram condições para serem distribuídos estavelmente e, por isso, a ligação metálica apresenta o compartilhamento dos elétrons entre mais dois átomos ao mesmo tempo, constituindo as chamadas nuvens eletrônicas (Rozenberg, 2002). Um dos modelos para ligação metálica é chamado de mar de elétrons, devido a circulação dos elétrons livres.

	<u>Aspecto Simbólico:</u> Trata-se da representação do aspecto fenomenológico das ligações químicas. Ligação Iônica  Fonte: Christoff (2021, p. 137).  Fonte: Weller e colaboradores (2017, p. 82). Ligação Covalente  Fonte: Chang; Goldsby (2013, p. 380). Ligação Metálica

	 Fonte: Christoff (2021, p. 154).
Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM	Segundo Mortimer (1995) o perfil conceitual traz várias linhas de pensamentos, de acordo com diferentes correntes filosóficas e é baseado no perfil epistemológico de Bachelard (1978). O perfil conceitual é construído a partir de zonas conceituais, as quais consideram a realidade e as experiências do indivíduo, uma vez que um conceito científico pode ser entendido de diferentes maneiras (Mortimer, 1995). Assim, Baltieri (2020) propôs um perfil conceitual sobre ligação covalente, constituído por quatro zonas, as quais estão divididas em termos epistemológicos. Na primeira zona, tem-se o tema animista, no qual a ligação covalente é caracterizada por sentimentos humanos. Já no segundo tema, tem-se o realismo, o qual define-se a ligação covalente relacionando-a com conceitos como metais, ametais e íons. Ainda dentro desse tema, a ligação é tratada como inexistente ou apenas como um tipo de ligação química. Dentro do tema do empirismo, tem-se que a ligação covalente absorve ou libera energia e é uma propriedade definida empiricamente por valência, sendo representada numericamente. Já no tema do racionalismo clássico tem-se que a ligação covalente é a única ligação possível e que as ligações iônicas e metálicas possuem como uma de suas etapas a realização da ligação covalente (Baltieri, 2020). A segunda zona, tem-se novamente o tema do realismo, no qual a ligação covalente é tratada como indefinida e concreta, ou seja, é uma força que une átomos, substâncias, íons e pode sofre alterações como um objeto macroscópico. Dentro desse tema, tem-se também que esse tipo de ligação é formada entre átomos isolados, sem nenhuma influência externa. Já no tema essencialismo, a ligação covalente é definida como um par de elétrons. Novamente dentro do tema do racionalismo clássico, mas agora na segunda zona do perfil conceitual, tem-se que a ligação covalente é propriedade tanto dos elétrons quanto dos átomos, podendo os elétrons realizar conexões entre si e os átomos são os que se ligam e regulam as propriedades da ligação (Baltieri, 2020). A terceira zona apresenta os temas racionalismo moderno e contemporâneo. Dentro do racionalismo moderno, tem-se que a ligação covalente considera como resultado a atração de todos os elétrons por todos os núcleos atômicos envolvidos. Já no racionalismo contemporâneo, tem-se que a ligação covalente resulta de um sistema em que, numericamente, possui mais orbitais que estabilizam a molécula do que os que desestabilizam. A quarta e última zona tem como único tema o racionalismo contemporâneo, o qual trata a ligação covalente como sendo resultado da formação de orbitais deslocalizados na molécula, sendo ela uma forma igual à sua representação gráfica (Baltieri, 2020).

Esquema conceitual científico sobre o conteúdo conceitual da UDM (mapa conceitual)	
Referências (de acordo com ABNT NBR 6023)	ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Grupo A, 2018. BALTIERI, R. S. **As naturezas da ligação covalente: uma proposta de perfil conceitual.** 123f. Orientador: Amadeu Moura Bego. Coorientador: Marco Aurélio Cebim. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2020. CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. Porto Alegre: Grupo A, 2013. CHRISTOFF, P. **Química inorgânica:** tabelando com a química. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2021. HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. **Química Inorgânica.** v. 1, 4 ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013. LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Blucher, 1999. MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R.; DE OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1 - 13, 2006. WELLER, M.; OVERTON, T.; ROURKE, J.; Armstrong, F.. **Química inorgânica**. Porto Alegre: Grupo A, 2017.

ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA	
Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM	Segundo Fernandez e Marcondes (2006) as principais concepções alternativas dos alunos em relação ao conteúdo de ligações químicas podem ser agrupadas da seguinte forma: *I*) confusão entre ligação iônica e covalente; *II*) antropomorfismos; *III*) regra do octeto; *IV*) geometria das moléculas e polaridade; *V*) energia nas ligações químicas; *VI*) representação das ligações. Taber (1998) também exemplifica uma concepção alternativa dos alunos em relação a regra do octeto, apresentando a fala dos discentes, como: "os elétrons sofrem transferências, pois desejam obter uma camada completa.
Obstáculos epistemológicos particulares relacionados aos conteúdos da UDM Obstáculo da experiência primeira Obstáculo verbal Obstáculo substancialistas Obstáculo realista Obstáculo animista	Obstáculos epistemológicos surgem como uma ruptura para a construção do conhecimento. Esses obstáculos são definidos em cinco tipos: substancialista, verbal, realista, animista e de experiência primeira (BACHELARD, 1967). • **Obstáculo realista:** consiste na falha em buscar uma definição para o conceito, isto é, o entendimento do conceito principal é dependente de um conceito secundário (Baltieri, 2020). Segundo Bachelard (1967), por estar apoiado em um conceito mais simples, esse obstáculo passa a ser um dos mais difíceis de superar. Exemplo: Definir a ligação covalente apenas como "são formadas por ametais". • **Obstáculo animista:** ocorre ao atribuir características de seres vivos na explicação de um determinado fenômeno (LOPES, 1992; BACHELARD, 1967). Exemplo: Relacionar a ligação iônica como sendo uma relação amorosa entre os átomos, na qual é necessária uma certa quantidade de pessoas para que esta relação seja estável, assim como os átomos necessitam de uma certa quantidade de elétrons em sua camada de valência para que se tornem estáveis.

Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM Aspectos a evitar e a reforçar	**EVITAR** ● Trabalhar o conteúdo de forma isolada; ● Relacionar a estabilidade de compostos iônicos com a regra do octeto**;** ● Termos que remetem a sentimentos humanos quando se fala de átomos**;** ● Definir conceitos principais por meio de conceitos secundários; ● Trabalhar o conteúdo como verdade absoluta ou visível. **SALIENTAR** ● Articular o conteúdo com os três níveis essenciais para o aprendizado científico: teórico, simbólico representacional; ● Esclarecer que é a energia de rede que proporciona a estabilidade do composto; ● Utilizar termos científicos para as explicações dos conceitos; ● Enfatizar que átomos e ligações não são conceitos visíveis e palpáveis.
Referências (de acordo com ABNT NBR 6023)	BALTIERI, R. S.; BEGO, A. M. **As concepções de ligação covalente e suas implicações na microgênese**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), XX, 2021, Recife. Anais... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2019. FERNANDEZ, C.; MARCONDES M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligações químicas**. Revista Química Nova na Escola,** n. 24, p. 20 - 22, 2006. BARKER, V.; MILLAR, R. Students's reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course? **International Journal of Science Education**, v. 22, p. 1171 - 1200, 2000. BACHELARD, G. **La Formation de l'esprit scientifique:** contribution à une psychanalyse de la connaissance. 5 ed. Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1967. LOPES, A.R. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. I. Obstáculos animistas e realistas. **Química Nova.** v. 15, n. 3, p. 254 - 261, 1992.

ABORDAGEM METODOLÓGICA	
Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida (teoria psicológica, teoria pedagógica, visão de ciência,	A abordagem metodológica escolhida foi a chamada três momentos pedagógicos, elaborada por Demétrio Delizoicov e José André Angotti (1994). Sendo destinada ao ensino de ciências, essa metodologia é dividida em três partes, a fim de orientar o processo de ensino e aprendizagem (Delizoicov; Angotti, 1994). ● O primeiro momento é a problematização inicial, o qual é destinado para os alunos colocarem em pauta seus

função do sistema educacional e forma de condução do ensino - funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem)	conhecimentos prévios sobre o assunto selecionado pelo professor. Importante que essa problemática seja oriunda da realidade objetiva dos alunos (Delizoicov; Angotti, 1994). Nesse contexto, o professor tem a tarefa de contextualizar e problematizar o conteúdo científico a ser estudado, sem muito fornecimento de informações, instigando os alunos com questionamentos, atuando apenas como mediador das discussões. Com isso, o docente pode também identificar possíveis concepções alternativas (Giacomini; Muenchen, 2015). Portanto, o objetivo dessa etapa é fazer com que o aluno apresente seus conhecimentos e concepções, mas também sinta a necessidade de adquirir conhecimentos que ainda não detém, isto é, enfrentar a situação que foi apresentada como um problema, buscando solucioná-lo. Pode-se dizer, portanto, que também é um momento motivacional do planejamento (Delizoicov; Angotti, 1994). ● O segundo momento é a organização do conhecimento, no qual serão desenvolvidos conceitos, relações e definições. É nesse momento em que o professor deve utilizar diversas ferramentas que possam despertar o interesse dos discentes para aprofundar o assunto (Delizoicov; Angotti, 1994). Como sugere a própria UDM, aqui o professor deve fazer um esforço de inter-relacionar os aspectos fenomenológico, teórico e representacional do conhecimento químico. Nessa etapa o professor deve atuar como orientador, conduzindo os alunos a compreender o assunto e a problematização inicial, exigindo dos discentes a percepção de outras visões e explicações para a situação-problema (Giacomini; Muenchen, 2015). ● O terceiro momento é a aplicação do conhecimento, no qual o professor irá auxiliar os alunos a assimilar o conhecimento científico, a fim de se tornarem capazes de solucionar o problema inicial proposto aplicando este conhecimento. O objetivo desse momento é fazer com que os alunos sejam capazes de analisar e interpretar não só o problema proposto, mas também as situações rotineiras que podem surgir em suas realidades (Delizoicov; Angotti, 1994).
Referências (de acordo com ABNT NBR 6023)	DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologias do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994. GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 339 - 355, 2015.

<table>
<tr><th colspan="4">TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS</th></tr>
<tr><td>Título da UDM</td><td colspan="3">Afinal, qual a importância do conhecimento científico de ligações químicas?</td></tr>
<tr><td>Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais</td><td colspan="3">O planejamento no modelo da UDM foi pensado para uma escola de Ensino Médio público no estado de São Paulo. Por isso, o Currículo Paulista foi analisado e, na área de Ciências da Natureza, ele apresenta a seguinte habilidade:

● EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Essa habilidade está presente no Currículo Paulista dentro da Unidade Temática “Vida, Terra e Cosmos”e contempla o conteúdo de ligações químicas, bem como forças de interação interpartículas, rapidez das transformações químicas e equilíbrio químico, sendo esses os objetos de conhecimento da Química. O documento orienta que esses conteúdos sejam trabalhados tanto no 4º bimestre da 1º série quanto no 1º bimestre da 2º série (SÃO PAULO, 2023).</td></tr>
<tr><td>Objetivo de aprendizagem da UDM</td><td colspan="3">Criar modelos de intervenção social para alertar sobre os perigos relacionados às substâncias químicas utilizadas em plantações de alimentos, produzindo materiais de divulgação científica que interrelacione esses compostos com os conteúdos de ligações química.</td></tr>
<tr><td>Título das SD*</td><td>Objetivo de aprendizagem das SD</td><td>Conteúdo Programático das SD</td><td>Tempo Aproximado (em aulas)</td></tr>
<tr><td>1.</td><td>Entender a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos, explicando quais substâncias, potencialmente perigosas para a saúde humana, estão presentes nesses produtos.</td><td>● Apresentação da problemática sobre o uso de produtos químicos em plantações de alimentos;
● Apresentação da relevância do conhecimento de ligações químicas para o dia a dia;
● Coleta das principais concepções alternativas e obstáculos epistemológicos dos alunos sobre o assunto.</td><td>3 aula</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Entender os principais conceitos de Ligações Químicas, classificando as ligações presentes em alguns compostos como covalente, iônica ou metálica.</td><td>● Definição de ligações químicas;
● Ligação Iônica, covalente e metálica;
● Discussão sobre o assunto apresentado, a partir dos novos conhecimentos.</td><td>3 aulas</td></tr>
</table>

3.	Aplicar os conhecimentos de Ligações Químicas, executando corretamente o procedimento para teste de condutividade elétrica com diferentes compostos nos estados sólido e líquido.	● Experimento sobre condutividade elétrica; ● Sistematização dos conteúdos.	3 aulas
4.	Analisar as substâncias potencialmente perigosas formadas, diferenciando os compostos segundo o tipo de ligação química.	● Solução da problemática inicial	3 aulas

SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO					
Título da SD1	O que realmente estamos consumindo?				
Objetivo de aprendizagem da SD	Entender a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos, explicando quais substâncias, potencialmente perigosas para a saúde humana, estão presentes nesses produtos.				
Estratégia de Avaliação	Os alunos serão avaliados no decorrer das aulas, por meio de discussões, clareza e coerência, domínio da temática, participação e relação crítica da realidade.				
Dia/Aula*	**Estratégia Didática**	**Conteúdos programáticos de ensino**	**Gestão do tempo e do espaço (Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula)**	**Recursos Didáticos**	**Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação**
Aula 1	● *Brainstorm* (tempestade cerebral)	● Levantamento de ideias acerca dos conhecimentos prévios dos alunos.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 5 min para a explicação da estratégia; ● 30 min para a realização da estratégia; ● 5 min para a síntese das discussões.	● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Avaliação: discussão durante e depois da tempestade cerebral.

Aula 2	● Aula expositiva e dialogada	● Apresentação da problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos; ● Revisão dos pré-requisitos para o desenvolvimento do assunto de ligações químicas.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 30 min para apresentação da problemática e relevância do assunto para o cotidiano; ● 10 min para a síntese das discussões.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides com conteúdo planejado. ● Avaliação: será realizada na aula seguinte.
Aula 3	● Grupo de Verbalização e Observação (GV/GO)	.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos (em grupos) e realização da chamada; ● 5 min para a explicação da estratégia; ● 15 min para a leitura do texto; ● 20 min para a discussão dos grupos GV/GO.	● Textos impressos para leitura; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Avaliação: clareza e coerência, domínio da temática, participação do grupo observador e relação crítica da realidade.
Referências (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Unlville, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107).				

SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO					
Título da SD2	O que são ligações químicas?				
Objetivo de aprendizagem da SD	Entender os principais conceitos de Ligações Químicas, classificando as ligações presentes em alguns compostos como covalente, iônica ou metálica.				
Estratégia de Avaliação	Os alunos serão avaliados no decorrer das aulas, por meio de discussões, clareza e coerência, domínio da temática, participação e relação crítica da realidade.				
Dia/Aula*	**Estratégia Didática**	**Conteúdos de ensino**	**Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula**	**Recursos Didáticos**	**Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação**
Aula 4	● Aula expositiva e dialogada	● O que são ligações químicas e por que acontecem? ● Ligação Iônica.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 30 min para o desenvolvimento do conteúdo; ● 10 min para a realização de um exercício.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides com conteúdo planejado; ● Avaliação: os alunos não serão avaliados nessa aula.
Aula 5	● Aula expositiva e dialogada	● Ligação Covalente; ● Ligação Metálica.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 30 min para o desenvolvimento do conteúdo; ● 10 min para a realização de um exercício.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides com conteúdo planejado; ● Avaliação: os alunos não serão avaliados nessa aula.

Aula 6	● *Phillips* 66	● Causas e consequências do uso de produtos químicos em plantações de alimentos; ● Classificação dos compostos em iônicos, covalentes e metálicos.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos (em grupos) e realização da chamada; ● 5 min para a explicação da estratégia; ● 30 min para a discussão dos grupos; ● 5 min para síntese das discussões.	● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Avaliação: clareza e coerência, domínio da temática, participação dos grupos e relação crítica da realidade.
Referências (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Unlville, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107).				

SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO					
Título da SD3	Conduz ou não conduz?				
Objetivo de aprendizagem da SD	Aplicar os conhecimentos de Ligações Químicas, executando corretamente o procedimento para teste de condutividade elétrica com diferentes compostos nos estados sólido e líquido.				
Estratégia de Avaliação	Avaliação formativa: exercícios escritos, clareza e coerência, domínio da temática.				
Dia/Aula*	**Estratégia Didática**	**Conteúdos de ensino**	**Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula**	**Recursos Didáticos**	**Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação**

Aula 7	● Mapa Conceitual	● Sistematização	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 5 min para explicação da estratégia; ● 35 min para a realização do mapa conceitual.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides do conteúdo planejado; ● Avaliação: Mapa Conceitual entregue ao final da aula.
Aula 8	● Experimentação	● Condutividade elétrica em compostos sólidos e líquidos.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 40 min para a realização da estratégia juntamente com as discussões sobre o conteúdo.	● Vidrarias de	● Roteiro da prática; ● Avaliação: exercícios sobre o experimento entregues na próxima aula.
Aula 9	● Aula Expositiva e dialogada	● Síntese do conteúdo de ligações, envolvendo a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 30 min para a síntese de todo o conteúdo trabalhado ● 10 min para a explicação do seminário que será apresentado pelos grupos na aula seguinte.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides do conteúdo planejado; ● Avaliação: será realizada na aula seguinte.
Referências (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Unlville, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107). SILVA, J. A. C.; CATALANI, M. L.; VASCONCELLOS, L. A. M. Ciências. Objetivo, 2017.				

SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO					
Título da SD4	Então, como solucionar o problema nas plantações de alimentos?				
Objetivo de aprendizagem da SD	Analisar as substâncias potencialmente perigosas formadas, diferenciando os compostos segundo o tipo de ligação química.				
Estratégia de Avaliação	Os alunos serão avaliados no decorrer das aulas, por meio de discussões, clareza e coerência, domínio do conteúdo, participação, recursos visuais, criatividade e representatividade do conteúdo trabalhado.				
Dia/Aula*	**Estratégia Didática**	**Conteúdos de ensino**	**Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula**	**Recursos Didáticos**	**Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação**
Aula 10	● Seminário	● Apresentação de possíveis soluções para a problemática inicial do uso de produtos químicos em plantações de alimentos.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 40 min para a apresentação dos seminários.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides dos seminários; ● Avaliação: clareza e coerência, domínio do conteúdo, participação do grupo e recursos visuais.
Aula 11	● TDIC (Tecnologias digitais da informação e comunicação)	● Produção de um material de divulgação científica sobre o tema de ligações químicas, envolvendo a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos.	● 10 min para a chegada/organização dos alunos e realização da chamada; ● 15 min para explicação da estratégia; ● 25 min para início da produção do material de divulgação científica.	● Computador e projetor; ● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Slides do conteúdo planejado; ● Avaliação: será realizada na aula seguinte.

Aula 12	● TDIC (Tecnologias digitais da informação e comunicação)	● Produção de um material de divulgação científica sobre o tema de ligações químicas, envolvendo a problemática do uso de produtos químicos em plantações de alimentos.	● 10 min para chegada/organização dos alunos (em grupos) e realização da chamada; ● 30 min para a continuação da produção do material de divulgação científica; ● 10 min para a apresentação dos materiais.	● Lousa e canetão; ● Caderno e caneta para anotações.	● Avaliação: clareza dos conceitos, relação justificada, riqueza de ideias, criatividade na organização, representatividade do conteúdo trabalhado e participação.
Referências (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Unlville, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107). MORENO, E. L; HEIDELMANN, S. P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. Química Nova na Escola, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017				