



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

ANA PAULA MESQUITA DE ARAÚJO

A ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS PELOS
ESTUDANTES PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS

RECIFE

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

ANA PAULA MESQUITA DE ARAÚJO

Dissertação de mestrado apresentado à Coordenação do Programa de Mestrado em Ensino Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.

RECIFE - PE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A663a Araújo, Ana Paula Mesquita de
 A ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS PELOS ESTUDANTES PARA
 A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS / Ana Paula Mesquita de Araújo. - 2021.
 132 f.
- Orientador: Cristiano de Almeida Cardoso
 Marcelino Jr. Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
 de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2021.
1. Funções Orgânicas Oxigenadas. 2. Revisão do conteúdo. 3. Jogos didáticos. 4. Palavras
 cruzadas. I. Jr, Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino, orient. II. Título

CDD 540

ANA PAULA MESQUITA DE ARAÚJO

**A ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS PELOS
ESTUDANTES PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS**

A banca examinadora, em 31 de maio de 2021, aprovou a dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Química, na área de concentração de Ensino de Química.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.
Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Maria Ângela Vasconcelos de Almeida
Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. João Rufino Freitas Filho
Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ricardo Oliveira da Silva
Membro externo
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico a minha família; a meus pais: Carmita e Paulo, in memoriam; a meus irmãos: Paulo Filho, Saulo e Ana Carmela; a meus sobrinhos: Paulo de Tarso, Lucas, Paulo Roberto, Saulo Filho, Carmela Emanuela e Sylvio Filho.

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, pela vida e saúde, pela oportunidade concedida para realizar o curso de mestrado;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior por todo incentivo e orientações, e por acreditar, desde o início, no meu potencial para elaboração deste trabalho;

Aos professores e coordenadores do Programa de Mestrado – PROFQUI, pelas aulas ministradas durante o curso, contribuições e participação na construção de novos conhecimentos que foram agregados a minha formação profissional;

Ao Colégio Militar do Recife pela disponibilização dos dados do monitoramento utilizados na dissertação e disponibilizar a compensação dos horários para a realização das aulas, em especial a Aderivaldo por me incentivar na realização do mestrado e me apoiar nas aulas e a Maria de Jesus pelo incentivo;

Aos meus colegas do PROFQUI 2018.2 pela amizade criada, momentos de descontração, dos nossos cafés, em especial Artur Botelho, amigo de longas datas.

RESUMO

O presente trabalho trata de uma proposta de pesquisa sobre a construção e utilização de palavras cruzadas, como recurso didático, para revisão do conteúdo das funções orgânicas, mas especificamente, as funções oxigenadas, por estudantes do ensino médio. Esse é um conteúdo clássico do ensino de Química Orgânica, para o qual foram consideradas as funções álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. Trata-se de um componente curricular historicamente construído, incorporado ao ensino de Química, e fundamental para a formação cidadã de pessoas em processo de escolarização. O objetivo principal da pesquisa foi acompanhar a atividade de elaboração e de resolução de palavras cruzadas para a revisão do conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas, por estudantes do ensino médio, utilizando palavras cruzadas com diagrama livre e com diagrama fechado, a partir dessa proposição, elencamos como objetivo específico avaliar as principais características técnicas e pedagógicas utilizadas pelos estudantes nas atividades de elaboração das palavras cruzadas, valorizando as interações entre conceitos, propriedades e aplicações de pertencentes a essas categorias de compostos orgânicos oxigenados. Diferentes autores foram utilizados na construção de um referencial teórico para o desenvolvimento da pesquisa, no entanto, visando sempre a uma aproximação com as concepções de autores alinhados com o Enfoque Histórico-Cultural, com a expressão das concepções psicológicas e pedagógicas alinhadas com pensamento de Vygotsky, seus colaboradores e seguidores. O resultado da construção e aplicação do lúdico, por meio desse recurso clássico das palavras cruzadas no ensino de Química, no que tange ao componente curricular Funções Orgânicas Oxigenadas, mostrou-se muito exitoso para a aprendizagem, despertando o espírito de curiosidade, o cooperativismo e a descontração. Foi desenvolvido um produto didático com sugestões teórico-metodológicas para subsidiar o trabalho de professores interessados no ensino-aprendizagem das Funções Orgânicas Oxigenadas, as propostas apresentadas se direcionam à utilização de estratégias baseadas na construção de um jogo didático de palavras cruzadas temáticas.

Palavras-chave: Funções Orgânicas Oxigenadas. Jogos didáticos. Palavras cruzadas. Revisão do conteúdo.

ABSTRACT

The present work deals with a research proposal on the construction and use of crosswords, as a didactic resource, for reviewing the content of organic functions, but specifically, oxygenated functions, by high school students. This is a classic content of the teaching of Organic Chemistry, for which the functions alcohol, ether, aldehyde, ketone, carboxylic acid and ester were considered. It is a historically constructed curricular component, incorporated into the teaching of Chemistry, and fundamental for the citizenship education of people in the process of schooling. The main objective of the research was to follow the activity of elaborating and solving crosswords for the content review of Oxygenated Organic Functions, by high school students, using crosswords with free diagram and with closed diagram, from this proposition, we list as specific objective to evaluate the main technical and pedagogical characteristics used by students in the activities of elaboration of crosswords, valuing the interactions between concepts, properties and applications belonging to these categories of oxygenated organic compounds. Different authors were used in the construction of a theoretical framework for the development of the research, however, always aiming at an approximation with the conceptions of authors aligned with the Historical-Cultural Approach, with the expression of psychological and pedagogical conceptions aligned with Vygotsky's thought, its collaborators and followers. The result of the construction and application of play, through this classic crossword resource in the teaching of Chemistry, regarding the curricular component Oxygenated Organic Functions, proved to be very successful for learning, awakening the spirit of curiosity, cooperativism and the relaxation. A didactic product was developed with theoretical-methodological suggestions to support the work of teachers interested in teaching-learning of Oxygenated Organic Functions, the proposals presented are directed to the use of strategies based on the construction of a thematic crossword didactic game.

Keywords: Oxygenated Organic Functions. Didactic games. Crosswords. Content review.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Diagrama da palavra cruzada do grupo 11, um exemplo de formato de diagrama espalhado.	69
Figura 2 Diagrama da palavra cruzada do grupo 18, um exemplo de formato de diagramas concentrado.	70
Figura 3 Diagrama da palavra cruzada do grupo 16, um exemplo de formato de diagrama dividido.	70
Figura 4 Diagrama da palavra cruzada do grupo 13, um exemplo de distribuição de pistas em lista única.	71
Figura 5 Diagrama da palavra cruzada do grupo 22, um exemplo de distribuição de pistas em lista para horizontais e verticais.	71
Figura 6 Enigma 26 da cruzada do grupo 8, um exemplo de enigma com mais de uma resposta dentro da categoria elementos gráficos	72
Figura 7 Exemplos de ênfases monofuncional e multifuncional de enigmas.	73
Figura 8 Exemplos de enigmas que abordam as propriedades das substâncias orgânicas.	73
Figura 9 Exemplos de enigmas que contemplaram a categoria aplicação das substâncias orgânicas.	74
Figura 10 Diagrama da cruzada do grupo 35, um exemplo do tipo de diagramação mais contemplado nos trabalhos.	76
Figura 11 Diagrama de formato concentrado da cruzada do grupo 24, cuja aparência é mais próxima à das cruzadas comerciais.	77
Figura 12 Diagrama de formato espalhado da cruzada do grupo 23, um exemplo que ilustra os distanciamentos entre os pontos de interseção.	78
Figura 13 Diagrama do grupo 19, um exemplo de formato espalhado de cruzada.	79
Figura 14 Fragmento de apresentação da lista de enigmas da cruzada do grupo 19, que apresenta as respostas logo após cada enunciado.	80
Figura 15 Fragmento de apresentação da lista de enigmas da cruzada do grupo 12, que compartimentaliza os enunciados por função oxigenada.	80
Figura 16 Apresentação de imagens após a relação de enigmas, verificada na cruzada do grupo 14.	81

Figura 17 Cruzada do grupo 14, apresentação da relação de enigmas por compartimentalização baseada nas categorias relacionadas às dimensões do conhecimento químico.	81
Figura 18 Enigma com crítica dos estudantes à ênfase na nomenclatura dentro das abordagens realizadas pelos professores de química.	87
Figura 19 Exemplo da ênfase na relação nome-fórmula veiculada em algumas cruzadas.	88
Figura 20 Exemplos de enigmas que contemplaram as propriedades das substâncias orgânicas, numa perspectiva apenas científica.	89
Figura 21 Exemplo de enigmas que contemplaram as propriedades das substâncias orgânicas, numa perspectiva de aplicações a situação do cotidiano.	89
Figura 22 Fragmento da lista de enigmas da cruzada 21, um exemplo de cruzada com muitos enigmas que contemplaram as aplicações das substâncias orgânicas.	90
Figura 23 Enigmas contendo aplicações cotidianas de ácidos carboxílicos que geralmente não são exemplificadas nas abordagens escolares.	90
Figura 24 Enigmas contendo aplicações cotidianas de ácidos carboxílicos que geralmente não são exemplificadas nas abordagens escolares.	91
Figura 25 Exemplo de enigma onde a proposição criativa de enunciado se vincula a concepções químicas equivocadas sobre aspectos químico-conceituais e relacionados às propriedades químicas de compostos oxigenados.	91

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 Algumas das principais Funções Orgânicas Oxigenadas e seus respectivos grupos funcionais.	28
Quadro 2 Funções Orgânicas Oxigenadas que passaram a ser menos abordadas no ensino da Química escolar.	29
Quadro 3 Critérios utilizados para a análise das cruzadas.	68
Quadro 4 Critérios utilizados para a análise dos enigmas das cruzadas.	72
Quadro 5 Exemplos de dois tipos de ênfases nas abordagens dos enigmas: restritiva ou relacional.	74
Quadro 6 Exemplos relações estabelecidas a partir dos enigmas das cruzadas por interações imagem-texto e imagem-imagem, diferentes das representações químicas.	83
Quadro 7 Diferentes possibilidades veiculadas em enigmas das cruzadas no tratamento dado a uma mesma substância: o exemplo do etanol.	85
Quadro 8 Exemplos de equívocos na diferença de categorização entre grupo funcional e função orgânica cometidos em alguns enigmas.	92

LISTA DE GRÁFICOS

Página

Gráfico 1 Distribuição do quantitativo de estilos e de tipos de imagens utilizados nos enigmas das cruzadas.	82
Gráfico 2 Distribuição do quantitativo de funções orgânicas oxigenadas abordadas nos enigmas.	84
Gráfico 3 Frequência percentual da ocorrência das categorias relacionadas às dimensões do conhecimento químico no conjunto de enigmas.	86
Gráfico 4 Quantitativo de enigmas envolvendo as dimensões do conhecimento químico consideradas nas análises das cruzadas.	87

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 Objetivo geral	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 O CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO	19
2.2 ATIVIDADE DE REVISÃO DO CONTEÚDO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA	30
2.3 O POTENCIAL DAS PALAVRAS CRUZADAS COMO UM JOGO DIDÁTICO PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS	32
2.4 A IMPORTÂNCIA DA ORIENTAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM: CONTRIBUIÇÕES DO ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL PARA A ATIVIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE PALAVRAS CRUZADAS SOBRE O CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS	40
3 METODOLOGIA	64
3.1 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA	64
3.2 O PERCURSSO FORMATIVO	65
3.2.1 A elaboração de cruzadas em diagrama livre (Etapa 1)	66
3.2.2 A elaboração de cruzadas em diagrama fechado (Etapa 2)	67
3.3 COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	67
3.3.1 Análise dos dados quanto aos aspectos da apresentação dos enigmas	69
3.3.2 Análise dos dados quanto ao tratamento do conhecimento químico	73
3.4 CONFECÇÃO DE UM PRODUTO DIDÁTICO	75
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	93
REFERÊNCIAS	95
Apêndices	

1. ATIVIDADE DE ELABORAÇÃO DE CRUZADAS EM FORMATO PARCIALMENTE ESPONTÂNEO	107
2. PRODUTO EDUCACIONAL	109

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Química escolar no ensino médio desempenha um importante papel no desenvolvimento e na formação do sujeito-cidadão. No centro desse contexto, encontra-se o processo de ensino-aprendizagem e sua interdependência para a formação de conceitos e o desenvolvimento de procedimentos, atitudes e valores. No conjunto de estratégias pedagógico-didáticas para se atingir tal perspectiva, recomenda-se que haja a ênfase na contextualização social, histórica, ambiental e cultural, dentro de um cenário de aprendizagem atrativo, que desperte e mantenha o interesse e a motivação dos estudantes (BRASIL, 2006).

O cenário acima exposto destaca o desafio da necessidade formativa promulgada nos documentos oficiais da educação brasileira e almejada pelos estudantes, ao mesmo tempo em que aponta a contradição entre o pretendido e a realidade escolar. Isso impõe um grande desafio ao processo de ensino-aprendizagem da Química escolar, no qual se inclui a prática docente. Ao mesmo tempo, tal contradição reforça a importância de pesquisas educacionais que contribuam para melhor compreensão desse cenário e abalizem a implantação de ações para a sua melhoria.

1.2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA

Várias estratégias e instrumentos didáticos baseados na ludicidade têm sido empregados na busca por tornar o processo de ensino-aprendizagem em Química eficaz e mais interessante. Especialmente nas duas últimas décadas, cresceu o interesse quanto ao uso de jogos didáticos nessa direção (SOARES, 2017; MESSEDER NETO e MORADILLO, 2016). A atratividade por essa temática direcionou o nosso interesse quanto ao uso de um tipo particular de jogo no ensino-aprendizagem da Química escolar: as palavras cruzadas.

Difundidos massivamente a partir da década de 1920 (SKOTKO et al., 2004), esses jogos se constituem em um dos passatempos de grande sucesso comercial e continuam sendo utilizados diariamente por milhões de pessoas. As palavras

cruzadas são consideradas jogos psíquicos, ainda mais especificamente, classificados com um tipo de jogo intelectual e utilizam-se do cognitivismo, incentivando a descoberta, a busca e o raciocínio (BENEDETTI FILHO *et al.*, 2009). Além de passatempo, as cruzadinhas também têm sido de grande valia para outros propósitos, por apresentarem uma estreita ligação funcional entre a motivação e o aspecto operacional da atividade. Elas têm sido utilizadas, por exemplo, no auxílio a pessoas com problemas de leitura (FRANKLIN, PEAT e LEWIS, 2003; MANZAR e AL-KHUSAIBY, 2004) e decorrentes do mal de Alzheimer (SKOTKO *et al.*, 2004) e na aprendizagem de uma nova língua (MARTINEZ e MARTINEZ, 2001). Também, desde as primeiras décadas do século XX, há relatos sobre a utilização vantajosa da resolução de palavras cruzadas no processo de aprendizagem escolar (BENEDETTI FILHO *et al.*, 2009). No ensino de Química, essa utilização também tem sido constatada.

Os estudos difundidos na literatura sobre a utilização desses jogos no processo de ensino-aprendizagem são dedicados principalmente à análise de aspectos centrados na atividade da resolução de palavras cruzadas pelos estudantes. Nesses estudos, em geral, os diagramas são produzidos pelos professores, manualmente ou com o auxílio de programas computacionais. Buscando avaliar a contribuição de outras possibilidades, o interesse da pesquisa aqui proposta recai sobre a elaboração e a resolução dessas palavras cruzadas pelos próprios estudantes, dentro de atividades voltadas à revisão do conteúdo “Funções Orgânicas Oxigenadas”.

A revisão dos conteúdos se insere no conjunto de possíveis estratégias da organização do ensino. É um momento para retomada de aspectos estudados, de modo a contribuir para que os estudantes reforcem e continuem desenvolvendo as suas capacidades cognitivas, por meio da assimilação de conhecimentos e pelo desenvolvimento de habilidades e de atitudes.

Alguns estudos apontam que as palavras cruzadas podem atuar como um método satisfatório para revisão de conteúdos (WISE, 2001). Em certos casos, essa atividade auxiliou os estudantes a revisarem determinados conteúdos que haviam sido ensinados via outros métodos (CHILDERS, 1996), como também já foi verificado em experiências didáticas no ensino de Química (LACERDA *et al.*, 2012). É dentro dessa perspectiva que pretendemos direcionar a nossa pesquisa, particularmente junto ao conteúdo, Funções Orgânicas Oxigenadas, dos quais selecionamos as seguintes classes: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster.

As substâncias oxigenadas apresentam grande diversidade estrutural, tal característica lhes confere uma ampla faixa de propriedades, responsáveis por largo espectro de aplicações. Alguns arranjos atômicos presentes nas estruturas químicas resultam em grupos funcionais e respondem por muitas de suas propriedades físicas e químicas, bem como permitem a compartimentalização de determinados compostos oxigenados em certas classes quimiotaxonômicas, denominadas de Funções Orgânicas. Esse procedimento classificatório tem sido adotado historicamente pela comunidade química e incorporou-se aos currículos dos diversos níveis de ensino, conforme acontece na Química escolar (MARCELINO-JR, 2017).

Apesar das diferentes características e propriedades exibidas pelos compostos oxigenados, verifica-se no cotidiano escolar que, geralmente, muitos estudantes apresentam dificuldades em relacionar as substâncias pertencentes a essas funções orgânicas aos diferentes contextos nas quais elas se inserem, tanto em termos químico-representacionais quanto em relação às suas propriedades e aplicações. Considerando os princípios e regras do jogo de palavras cruzadas e de seu processo de elaboração, a atividade de criação desses diagramas pode ser relevante para a revisão desse conteúdo químico.

Uma das razões envolvendo a utilização de jogos e outras estratégias pautadas na ludicidade tem a ver com o caráter ativo que o estudante assume dentro do processo de ensino-aprendizagem. Ao mesmo tempo, determinadas estratégias, especialmente as centradas no desenvolvimento de produtos didáticos, como os jogos, pelos próprios estudantes, trazem a possibilidade de carregarem em si uma alta dose de espontaneidade que acabe por interferir na qualidade e no sucesso da atividade realizada.

Do contexto acima descrito, emerge o seguinte problema norteador da pesquisa: como desenvolver a revisão do conteúdo, Funções Orgânicas Oxigenadas por meio de uma atividade não convencional de modo que os estudantes atribuam mais significados aos representantes dessas classes de compostos orgânicos e que dediquem mais tempo ao estudo da Química.

Propõe-se que a pesquisa seja realizada em uma das unidades do Sistema Colégio Militar do Brasil, localizada no Recife, na qual a pesquisadora atua como professora de Química, há mais de 20 (vinte) anos, o Colégio Militar de Recife (CMR).

Assim como verificado em propostas desenvolvidas em diferentes escolas de ensino médio, no Sistema Colégio Militar do Brasil, também se busca a efetivação de

metodologias inovadoras para o ensino-aprendizagem que reflitam e/ou questionem a concepção tradicional de escola. Com base nessas possibilidades e nas minhas inquietações profissionais, pretendo lançar o olhar para o contexto e o cotidiano deste ambiente escolar, para auxiliar na compreensão e na instrumentalização de estratégias didáticas no sentido almejado, com a utilização de um tipo de jogo didático.

Há diferentes tipos de compreensão sobre jogos e sobre o seu papel no processo de ensino-aprendizagem. Optou-se por aquelas que o consideram uma forma de trabalho didático, uma atividade pedagógico-didática, que deve ser bem planejada e executada por meio da orientação docente. Considerando a abrangência e a riqueza da temática, diferentes autores foram utilizados na construção de um referencial teórico proposto para o desenvolvimento da pesquisa, no entanto, visando sempre a uma aproximação com as concepções de autores alinhados com o Enfoque Histórico-Cultural, uma expressão que congrega concepções psicológicas e pedagógicas de Vygotsky, seus colaboradores e seguidores, dos quais destacamos Leontiev, Davidov, Galperin e Talízina.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Acompanhar a atividade de elaboração e de resolução de palavras cruzadas para a revisão do conteúdo, Funções Orgânicas Oxigenadas por estudantes do ensino médio utilizando dois processos de orientação didática distinta. A partir dessa proposição, derivam-se alguns objetivos específicos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Avaliar as principais características técnicas e pedagógicas utilizadas pelos estudantes nas atividades de elaboração de palavras cruzadas temáticas envolvendo as funções oxigenadas: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster.

- Desenvolver uma atividade orientada para a elaboração das palavras cruzadas temáticas, valorizando as interações entre três dimensões do conhecimento

químico - conceitos, propriedades e aplicações – relacionadas a esses compostos orgânicos oxigenados.

- Verificar os tipos de relações entre o conteúdo químico, das funções orgânicas e as abordagens contidas nos enigmas das palavras cruzadas elaboradas, em relação a aspectos conceituais, propriedades e aplicações;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está dividida em quatro subtópicos: i) o conteúdo, Funções Orgânicas Oxigenadas no contexto do ensino médio, ii) a revisão do conteúdo no ensino-aprendizagem de Química, iii) o potencial das palavras cruzadas como um jogo didático para a revisão do conteúdo Funções Orgânicas e iv) a importância da orientação no ensino-aprendizagem: contribuições do Enfoque Histórico-Cultural na atividade de desenvolvimento de palavras cruzadas sobre o conteúdo Funções Orgânicas. A tessitura desses aspectos busca efetivar uma abordagem que permita evidenciar a importância histórico-cultural do objeto de estudo, as Funções Orgânicas Oxigenadas, para a Química e para o ensino de Química escolar, e o papel de jogos didáticos em estratégias para o seu ensino-aprendizagem. Ela também procura apresentar as bases para o desenvolvimento de uma atividade pedagógico-didática orientada à revisão desse conteúdo químico por meio do desenvolvimento de palavras cruzadas.

2.1 O CONTEÚDO DAS FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO

Os conhecimentos químicos vêm sendo produzidos e acumulados pelo homem ao longo da sua existência, mesmo que no início da jornada esse processo não tenha sido consciente e atendessem por outros nomes. Em que pese todo o desenvolvimento gerado anteriormente, historiadores da ciência destacam que somente por volta dos séculos XVI e XVII a Química conseguiu atingir um maior avanço (BERNAL, 1976). Impulsionados pela convergência entre os aspectos práticos das artes práticas, da filosofia natural e da alquimia, muitos cientistas passaram a desenvolver experiências científicas com métodos mais elaborados, visando entender aspectos relacionados aos fenômenos e funcionamento da natureza, e a uma série de processos decorrentes das atividades humanas (ARAUJO NETO, 2007; BALABAN e KLEIN, 2006). A formulação de conhecimentos químicos foi potencializada, em especial, a partir de melhor compreensão sobre o comportamento e propriedades dos gases e pelo estabelecimento de técnicas de medição, a partir do século XVIII (CHALMERS, 1995; NUNES DOS SANTOS, 1994).

Tentando explicar as propriedades dos gases, John Dalton propôs que estes

deveriam ser formados por átomos, uma ideia já esboçada por Leucipo e Demócrito muitos anos antes (OKI, 2007). Dalton ganhou adeptos e ocorreram avanços significativos com os trabalhos de Thompson, Jöns Berzelius e Amedeo Avogadro, período no qual Lavoisier propôs uma nomenclatura universal para os compostos químicos, que foi aceito internacionalmente (MAAR, 1994). Os pilares da Química Moderna estavam assentados na segunda metade do século XVIII, e o papel da Química de ciência independente era demonstrado socialmente de modo mais forte (ARAÚJO NETO, 2007; BERNAL, 2008).

No século XIX, a Química se impôs como ciência utilitária e de inovação teórico-experimental (COOKE, 2004; NUNES DOS SANTOS, 1994). Ela adquiriu um *status* que possibilitou se desassociar do caráter de ciência auxiliar ou dependente de outras Áreas de Conhecimento, especialmente da Medicina, da Farmácia e da Metalurgia (CAMEL, KOEHLER e FILGUEIRAS, 2009). A partir desse momento, passou a ser adotada uma incorporação mais forte e mais sistemática da Química à pesquisa. No que se refere ao ensino e aos processos industriais, isso ocorreu somente a partir da segunda metade do século XIX (ROCK, 1981; RAMBERG, 2003). Essa época também é marcada por uma profissionalização da Química, enquanto o trabalho de produção do conhecimento dos químicos recebeu o reconhecimento social desejado desde os séculos anteriores (VAN BRAKEL, 2000), a Química Orgânica, por sua vez, tornou-se o principal ramo da Química (RIDDELL; ROBINSON, 1974; BROOKS, 1998).

O químico sueco Torben Olof Bergmann (1735 - 1784) classificou a Química em duas categorias: Química Orgânica, a dos compostos obtidos a partir de animais e vegetais; e Química Inorgânica, a dos compostos provenientes do reino mineral (SOLOMONS e FRYHLE, 2005). A Orgânica estava inicialmente vinculada à tradição da história natural e se direcionava às investigações sobre os constituintes e produtos derivados de organismos vivos (BENFEY, 1982).

Os trabalhos do químico francês Antoine Laurent de Lavoisier (1743 - 1794) deram grande contribuição à área da química orgânica (CAMEL, KOEHLER e FILGUEIRAS, 2009). Ele verificou que a combustão dos compostos orgânicos na presença de oxigênio do ar produzia, pelo menos, gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), conseqüentemente, os compostos orgânicos deveriam ser constituídos de, pelo menos, carbono e hidrogênio. Lavoisier também propôs que outros compostos, nos quais a soma das porcentagens de carbono e hidrogênio não alcançava 100%, mas

que produziam igualmente H_2O e CO_2 na combustão, deveriam ter moléculas constituídas de oxigênio. Adicionalmente, ele verificou que alguns compostos (como a ureia) continham também nitrogênio (N).

Apesar dos grandes avanços ocorridos, “[...] até o início do século XIX, o estudo do que hoje chamamos Química Orgânica não repousava sobre bases científicas”. Muitos dos conceitos químicos propostos eram vagos e/ou equivocados (NUNES DOS SANTOS, 1994). Por algum tempo, ela era sustentada pela teoria da força vital, proposta pelo químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) (COOKE, 2004). Defendia-se a ideia de que os compostos orgânicos precisavam de uma força maior, apenas presente nos organismos vivos, para serem sintetizados. No entanto, a partir da década de 1820, mudanças ocorreram (CAMEL, KOEHLER e FILGUEIRAS, 2009).

Tendo por base as reações de substituição como alvos dos estudos químicos, cientistas franceses e alemães desenvolveram procedimentos para a preparação de substâncias sem análogos naturais (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). Mesmo que esses compostos, naquele momento, não fossem atrativos ao modelo de comércio vigente, eles acabaram por estimular um crescimento do interesse pela área e houve um expansivo as quantidades de substâncias sintetizadas (BERNAL, 2008). Mas, em 1828, a síntese de uma substância de grande interesse comercial foi um marco na Química, pois resultou em uma crise que abalou a sustentação da teoria da força vital: a síntese da ureia (RAMBERG, 2003).

Friedrich Wöhler (1800-1882), químico alemão e discípulo de Berzelius, obteve um composto orgânico, a ureia, a partir da isomerização de um composto inorgânico, o cianato de amônio (RAMBERG, 2003; COOKE, 2004). Apesar de não ter posto fim a essa teoria, essa síntese contribuiu para a ruptura da influência do vitalismo sobre o pensamento da época, que sofreu um impacto ainda maior em 1845, com a síntese do ácido acético por Adolph Wilhelm Hermann Kolbe (1818-84), que sintetizou uma substância orgânica utilizando um método de “síntese total”, a partir dos seus elementos constituintes (carbono, hidrogênio e oxigênio) (BENFEY, 1992; VAN BRAKEL, 2000; ROCKE, 1993).

A identificação da presença de átomos de carbono nas constituições das substâncias denominadas de orgânicas direcionou Kekulé a propor um novo paradigma, por volta da metade do século XIX: a Química Orgânica é o ramo da Química que estuda os compostos do carbono (SOLOMONS e FRYHLE, 2005; RIDDELL e ROBINSON, 1974). Os avanços nos estabelecimentos de métodos

sintéticos contribuíram para que, rapidamente, a quantidade de substâncias orgânicas produzidas passasse a ser muito grande (MAAR, 1994). Porém as teorias existentes não explicavam coerentemente os resultados obtidos, tanto nas sínteses quanto nos isolamentos a partir de fontes naturais (RAMBERG, 2003) e, até esse momento do desenvolvimento da Química, também não havia padronização nos nomes atribuídos às substâncias (COOKE, 2004).

A identificação se baseava no uso de uma fórmula mínima centesimal, e os critérios utilizados na nomenclatura eram diversificados (SOLOMONS e FRYHLE, 2005; BERNAL, 2008). Esse procedimento incluía: i) formas de homenagens a pessoas (por exemplo, o ácido barbitúrico, derivado do nome Bárbara, uma amiga do cientista que o isolou; ii) entidades (por exemplo, a morfina, cujo nome provém de Morfeu, o deus grego dos sonhos ou lugares); iii) associações a fontes de ocorrência (por exemplo, ácido fórmico, presente nas formigas); e iv) vínculos com propriedades exibidas (por exemplo, ácido acético, de sabor azedo). Essa falta de padronização causava uma confusão, pois contribuía para que substâncias diferentes atendessem pelo mesmo nome e que uma mesma substância tivesse nomes diferentes (NUNES DOS SANTOS, 1994). Necessitava-se de uma teoria estrutural eficaz que proporcionasse uma base sólida para orientar a questão teórico-experimental (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017).

A adoção de uma sistematização mais eficaz na Química, incluindo-se o estabelecimento da categorização em Funções Orgânicas, teve como passo significativo o primeiro congresso mundial de Química, o Congresso de Karlsruhe realizado, realizado em 1860 (OKI, 2007). O evento foi decisivo para a consolidação da Química como ciência (NUNES DOS SANTOS, 1994), as decisões consensuais advindas desse primeiro congresso contribuíram para que pudesse ser estabelecida uma teoria unificadora para a representação estrutural de compostos orgânicos: a Teoria Estrutural da Química Orgânica (CAMEL, KOEHLER e FILGUEIRAS, 2009; OKI, 2007; COOKE, 2004).

A emergência do conceito de estrutura química e dos conceitos a ela associados (atomicidade, massa atômica, afinidade química, constituição etc.) possibilitou que fosse instrumentalizada uma concepção teórica adequada para explicar tanto a arquitetura molecular quanto para a manipulação das moléculas (ARAÚJO NETO, 2007; RAMBERG, 2003; LARDER, 1971; BROOKS, 1998). Esse domínio permitiu grande avanço nas pesquisas e a criação de uma importante

indústria de “química fina” (BERNAL, 2008; ROCKE, 2003).

O reconhecimento da participação científica no desenvolvimento da Teoria Estrutural para a compreensão das constituições e estruturas dos compostos orgânicos geralmente é personificado na figura de poucos cientistas (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). Em que pese o fato da grandeza dos esforços e das ideias de Butlerov, Couper e Kekulé nessa direção (BYKOV, 1962; LARDER, 1971; BROOKS, 1998), outros cinetistas como Berzelius, Van’t Hoff, Le Bel, Liebig, Dumas, Gerhardt, Laurent, Frankland, Loschmid, Kolbe, Williamson, Odling, Wurtz e Crum Brown, e também muitos outros dos seus colaboradores, menos (re)conhecidos, também participaram desse esforço de concepção teórico-experimental (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). Essa compreensão reforça o quanto a Química é uma criação humana coletiva.

O conhecimento em torno da Química Orgânica é extremamente amplo e associado aos aspectos em torno das diversidades quantitativas e qualitativas das substâncias orgânicas (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). As características das moléculas resultam de diferentes níveis de variedade e de complexidade estrutural, os quais incidem nas suas propriedades (SOLOMONS e FRYHLE, 2005). Ao mesmo tempo, essas características dificultam a sistematização da enorme quantidade de substâncias orgânicas existentes (MARCELINO-JR, 2014).

Entre os séculos XVIII e XIX, a herança taxonômica da História Natural exerceu forte influência sobre os primeiros químicos, especialmente sobre Lavoisier, na tentativa de catalogação e de sistematização do conjunto de substâncias identificadas, ou supostamente identificadas até então (MAAR, 1994). Com a teoria dos “tipos químicos”, houve um esforço adicional para classificar as substâncias existentes, porém com muitas inadequações (CAMEL, KOEHLER e FILGUEIRAS, 2009; NUNES DOS SANTOS, 1994).

A Teoria Estrutural possibilitou a operacionalização de um modelo de estrutura química, tomando-se por base dois conceitos principais: constituição, o encadeamento de átomos; e estereoquímica, o arranjo espacial desses átomos (LARDER, 1971; BROOKS, 1998). A partir de então, verificou-se que muitos compostos químicos apresentavam combinações (arranjos) atômicas, que eram comuns entre si. Esses grupos recebem a designação de grupos funcionais e passaram a servir como critério para agrupar os compostos em classes comuns, denominadas funções químicas, entre as quais estão as funções orgânicas

(SOLOMONS e FRYHLE, 2005; RAMBERG, 2003; RIDDELL e ROBINSON, 1974).

A Química Orgânica foi se desenvolvendo ao longo do tempo e impulsionando junto consigo o da Química Inorgânica. O conhecimento químico foi se especializando, resultando na formalização de novas subáreas. Mas essas especialidades químicas mudaram de forma substancial, especialmente nas quatro últimas décadas (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). A clássica divisão em Química Analítica, Química Inorgânica, Físico-Química e Química Orgânica cada vez mais perde de vistas os seus limites e produzem novas interações, tanto entre si quanto com outras Áreas do Conhecimento. Com isso, elas avançaram para domínios mais específicos como, por exemplo: Nanotecnologia, Ciência dos Materiais e Química Medicinal. Após lutar para ser reconhecida como uma ciência independente e disciplinar, a Química tem cada vez mais se firmado como uma ciência interdisciplinar.

A relação entre a Química e a Tecnologia Química também se torna cada vez mais aprofundada. Uma das causas dessa confluência está na busca por dar novas soluções a antigos problemas e/ou pela necessidade de atender a novas demandas da sociedade, inclusive resultantes das ações negativas da própria Química, com fortes implicações na pesquisa, no ensino e na divulgação científica (MALDANER, 1999).

Uma das características do desenvolvimento da Química a partir da metade do século XIX era a forte associação entre a pesquisa e o ensino (BALABAN e KLEIN, 2006). Os resultados dos avanços da Química, como as peculiaridades da Química Orgânica, passaram a ser mais publicados em livros e em revistas científicas específicas (COOKE, 2004). Se, na segunda metade do século XIX, os primeiros livros de Química Orgânica ainda eram poucos, com edições limitadas e davam conta de todo o conhecimento produzido, na primeira metade do século XX tal situação mudou totalmente (CAMEL, KOEHLER e FILGUEIRAS, 2009; NUNES DOS SANTOS, 1994). Seguindo a tendência da comunidade química, passou-se a editar mais e mais revistas científicas especializadas e a se publicarem livros destinados a diferentes níveis de formação: escolar, universitária e avançada, ao nível de pós-graduação voltada à pesquisa (BERNAL, 2008; MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017).

A inclusão da Química como disciplina escolar por muito tempo refletiu o modelo científico-escolar vigente, associado à formação propedêutica e como se estivesse orientada à formação de futuros cientistas (LOPES, 1997). Esse tipo de posicionamento contribuiu para que a construção de currículos que guardavam

identidades com as organizações didáticas dos livros-textos utilizados nas universidades, característica muito observada até recentemente em muitos livros de Química Orgânica, utilizados no ensino médio do nosso País (MARCELINO-JR, 2014; MARCELINO-JR e CAMPOS, 2009).

A abordagem escolar geralmente considera que a Química Orgânica é uma "Química diferente", à parte dos demais conteúdos que envolvem o ensino-aprendizagem da ciência Química e sua disposição no currículo do ensino médio tem algumas especificidades (MARCELINO-JR, 2014). Em muitas escolas do ensino médio, o ensino da Química Orgânica ocorre no terceiro ano. A fragmentação dos conteúdos apresentados nos livros didáticos tradicionais também coloca a Química Orgânica no final da sua sequência ou, quando a coleção possui diferentes volumes, a Química Orgânica é apresentada no último volume. Essas opções acabam por direcionar o planejamento da abordagem desse conteúdo para o final dessa etapa de escolarização. Porém, como nem sempre há tempo didático para que ele seja contemplado, muitos estudantes findam por ter uma aprendizagem deficitária ou sem aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica, pois sequer chegam aulas nesse assunto.

Ausência da abordagem e/ou de uma abordagem limitada pode desencadear alguns problemas formativos. Esses fatores podem agravar ainda mais a problemática em torno do ensino-aprendizagem de conceitos tradicionalmente trabalhados nos conteúdos de Química Orgânica.

Muitos estudantes exibem dificuldades em Química Orgânica, em aspectos variados, tais como: nas representações simbólicas, na estereoquímica e quanto às concepções alternativas frente a diferentes conceitos, como o de isômeros (MARCELINO-JR, 2014). Alguns atribuem parte dessas dificuldades à ênfase memorística efetivada pelos manuais didáticos (livros e apostilas) e por muitos professores do ensino médio e dos seus professores-formadores nos cursos de licenciatura à nomenclatura dos compostos orgânicos e classificações das funções orgânicas (TEIXEIRA e HOLMAN, 2008). Por outro lado, dificuldades também podem ser geradas quando requeridos conhecimentos sobre alguns dos aspectos que são cada vez menos enfatizados no ensino médio, como tem acontecido com fatores reacionais (MARQUES, EICHLER e DEL PINO, 2006) e propriedades das substâncias orgânicas (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). Dentro desse contexto, encontra-se o ensino-aprendizagem em torno do conteúdo Funções Orgânicas. Tal conteúdo faz

parte do conjunto dos conteúdos químicos relevantes, básicos e clássicos incorporados ao currículo químico escolar. Segundo alerta Saviani (2008), nesse sentido, o clássico não deve ser confundido com tradicional. Assim como acontece em outras áreas do conhecimento, os conteúdos químicos clássicos resistiram ao tempo e permaneceram como contribuição fundamental para o desenvolvimento cultural da humanidade. Além disso, por serem historicamente produzidos, não se bastam em si mesmos, pois estão vinculados à prática social (MALDANER, 1999).

Originalmente baseados na reprodução do conhecimento científico-acadêmico para o ambiente escolar, os conceitos em Química Orgânica foram sofrendo adaptações para que se tornassem ensináveis, processo que exemplifica a necessidade da mediação didática do saber disciplinar para o saber escolar, como tem sido relatado na disciplina de Química (LOPES, 2005). No entanto, em muitos casos, o didatismo utilizado em livros e nas aulas acaba por resultar em simplificações conceituais e em abordagens limitadas a aspectos simbólicos e memorísticos, privilegiando a dimensão quimiotaxonômica (MARCELINO-JR, 2014). Isso acontece frequentemente nas abordagens sobre as Funções Orgânicas, em que se verifica ênfase em nomenclaturas e representações de moléculas e de seus grupos funcionais.

As concepções atuais consideram que um grupo funcional se refere a átomos específicos de uma molécula, ligados em certos arranjos que proporcionam determinadas propriedades físicas e químicas ao composto, incluindo a reatividade (MC NAUGHT e WILKINSON, 1997). Os grupos funcionais têm sido utilizados como critério para sistematização de classes de compostos, especialmente na Química Orgânica. Com isso, podem ser usados para distinguir e agrupar os compostos que sejam estruturalmente semelhantes. Os grupos funcionais também desempenham um papel importante na nomenclatura dos compostos orgânicos, pois a combinação entre os mesmos com os nomes dos alcanos parentais fornece uma maneira de distingui-los.

Os átomos de um grupo funcional estão ligados entre si e aos demais átomos do composto por ligações covalentes. A localização do grupo funcional em uma molécula também incide em outras proposições terminológicas, como as relacionadas à classificação de átomos de carbono. Neste caso, o primeiro átomo de carbono que se liga ao grupo funcional é conhecido como carbono alfa; o segundo, o carbono beta; o terceiro, o carbono gama etc. (SOLOMONS e FRYHLE, 2005). Da mesma forma,

um grupo funcional pode ser referido como primário, secundário ou terciário, dependendo de estar ligado a um, dois ou três átomos de carbono (SOLOMONS e FRYHLE, 2005). Por isso, representantes das funções orgânicas recebem designações como álcool primário (por exemplo, o etanol), amina terciária (por exemplo, a trimetilamina, substância cujo odor muitas vezes é associado a peixe em decomposição, algumas infecções e mau hálito) e ácidos graxos da família ômega-3 (por exemplo, o ácido alfa-linolênico, o ácido (Z,Z,Z)-9,12,15-octadecatrienóico, que é associado a um risco menor de enfermidade cardiovascular).

Os grupos funcionais desempenham um papel significativo no direcionamento e controle das reações orgânicas (MORRISON e BOYD, 2009). Eles sofrem os mesmos tipos de reações, por isso um mesmo grupo funcional se comportará de maneira semelhante, passando por reações semelhantes, independentemente do composto em que esteja presente, embora a influência eletrônica e/ou espacial de outros grupos funcionais nas suas proximidades possam limitar a reatividade (MC NAUGHT e WILKINSON, 1997).

Os arranjos ordenados também são frequentemente usados para “funcionalizar” um composto, proporcionando-lhe propriedades físicas e químicas diferentes das que teria em sua forma original (BRUICE, 2006). As cadeias de alquílicas saturadas geralmente não são reativas, mas cadeias alquil insaturadas e com a presença de outros grupos funcionais (oxigenados, nitrogenados, sulfurados etc.) permitem maior reatividade e especificidade (SOLOMONS e FRYHLE, 2005). Assim, quando não estão disponibilizados na natureza de forma abundante, pouco custosa e de fácil acesso, frequentemente, os compostos são sintetizados por meio de reações químicas específicas que produzem grupos funcionalizados (MC

MURRY, 2011). Exemplos da funcionalização podem ser vistos: na produção de fármacos, onde os intermediários sintéticos provêm a formação de grupos funcionais para a obtenção da molécula alvo; e na Ciência dos Materiais, quando a funcionalização é empregada para atingir as propriedades de superfície desejadas e os grupos funcionais também podem ser usados para ligar covalentemente moléculas funcionais às superfícies de dispositivos químicos de suporte.

A ocorrência de grupos funcionais oxigenados nas moléculas permite os seus agrupamentos em diferentes funções orgânicas. Essas moléculas podem conter um ou mais de um tipo de grupo funcional. Além disso, eles podem ser decorrentes de arranjos simples ou de combinações mais complexas. Tais características incidem na

possibilidade de um vasto leque de funções orgânicas e, conseqüentemente, de diferentes conteúdos a serem contemplados no currículo químico.

No ensino médio, historicamente, tem ocorrido uma tradicional seleção que, em consequência de opções curriculares e didático-pedagógicas, privilegia a abordagem de algumas funções orgânicas oxigenadas, considerando as suas importâncias para a Química e as suas relevâncias formativas para os estudantes (MARCELINO-JR, 2014). Entre elas, estão as funções escolhidas para a realização desta pesquisa: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. O quadro 1 apresenta a relação entre essas funções orgânicas e os seus respectivos grupos funcionais.

Quadro 1 – Algumas das principais Funções Orgânicas Oxigenadas e seus respectivos grupos funcionais

Função orgânica	Grupo Funcional	
	Arranjo	Nome
Álcool	—OH	Hidroxila
Éter	R—O—R'	Alcóxi
Aldeído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—H} \end{array}$	Carbonila
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$	Carbonila
Ácido Carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—OH} \end{array}$	Carboxila
Éster	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—O—R} \end{array}$	Aciloxi

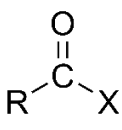
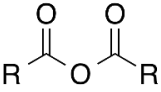
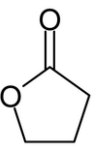
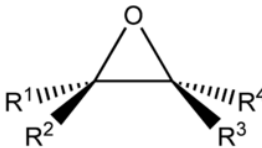
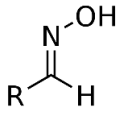
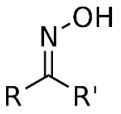
Trazendo a esse contexto químico, mais uma vez, a concepção de Saviani (2003) sobre conteúdos disciplinares básicos, conforme destacado anteriormente, as funções orgânicas apresentadas no quadro 1 têm se firmado historicamente como um conteúdo clássico nos diferentes níveis de ensino de Química. Particularmente na educação escolar, esse conteúdo exerce uma importante contribuição para instrumentalidade da formação-cidadã.

Compostos vinculados a essas funções oxigenadas integram grande parte da

diversidade de substâncias orgânicas produzidas pelos seres vivos. Eles envolvem as substâncias do metabolismo primário (carboidratos, proteínas e muitos lipídios, como os ácidos graxos e os triglicerídeos), os hormônios, as moléculas que carregam informação genética (ácido desoxirribonucleico, DNA) e uma enorme quantidade de metabólitos secundários de humanos, animais, plantas, insetos e microrganismos. Em relação a este último grupo, tem-se, por exemplo: o aldeído cinâmico, presente em várias espécies de árvores do gênero *Cinnamomum* e responsável pelo odor de canela; o rincoforol, um feromônio de agregação do *Rhynchophorus palmarum*, um besouro que pode trazer malefícios às plantações de coco; e a penicilina, substância secretada pelo fungo *Penicillium notatum*. Uma grande quantidade de produtos comerciais também é constituída por substâncias orgânicas oxigenadas desses tipos de funções orgânicas, tais como: combustíveis, tintas, fármacos, perfumes, cosméticos, alimentos, plásticos e produtos de higiene e de limpeza.

No ensino médio, tais funções orgânicas oxigenadas têm subsistido às supressões curriculares, principalmente as efetivadas nas três últimas décadas, as quais acabaram por contribuir para que outras funções orgânicas oxigenadas passassem a ser menos abordadas, senão excluídas da Química escolar, conforme as funções apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 – Funções Orgânicas Oxigenadas que passaram a ser menos abordadas no ensino da Química escolar

Haletos de ácidos	Anidridos	Lactonas	Epóxidos	Aldoximas	Cetoximas
					

Uma das grandes preocupações do ensino de Ciências nos últimos anos, e do ensino de Química em particular, é dar significado à aprendizagem dos conteúdos sem perder de vista o domínio e a aplicação do conhecimento científico clássico (MALDANER, 1999; BRASIL, 2006). Por isso, é importante a adoção de estratégias didáticas que favoreçam a compreensão da complexidade conceitual associada a aspectos tecnológicos, ambientais e éticos relacionados aos usos de substâncias químicas, que são decorrentes das propriedades por elas exibidas. Ao discutir sobre

essa questão sobre o desenvolvimento de estratégias didáticas, de uma forma geral, Saviani recomenda a adoção de métodos de ensino eficazes que considerem:

[...] os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o seu desenvolvimento psicológico, mas sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão/assimilação dos conteúdos cognitivos. (SAVIANI, 2003).

Um ensino-aprendizagem pautado em conteúdos clássicos deve permitir que os estudantes possam lhes atribuir novas significações. Diferentes estratégias podem ser desenvolvidas nessa direção e uma oportunidade para efetivá-las está nos momentos didáticos destinados à revisão dos conteúdos.

2.2 A ATIVIDADE DE REVISÃO DO CONTEÚDO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

A apropriação dos conteúdos é algo que utiliza e produz formas de memória (LURIA, 1991). Esse processo é individual e mediado por diferentes tipos de interações sociais (VIGOTSKI, 2001). Portanto, há relações entre conteúdo, memorização e aprendizagem.

A memória é trabalhada ao longo do processo educativo e contribui para que os estudantes obtenham um melhor aprendizado escolar (GUARESI, 2014). No entanto, uma aprendizagem mais aprofundada e mais significativa supera a mera memorização do conteúdo e se efetiva quando a sua ênfase está na compreensão e apropriação conceitual para a aplicação de conhecimentos na resolução e posicionamentos críticos frente aos problemas com os quais o sujeito se depara (GALPERIN, 2006).

A memória voluntária é uma das funções psicológicas superiores (VYGOTSKI e LURIA, 1996). Ela integra o grupo dos processos cognoscitivos que relacionam “[...] todos os que se transformam, reduzem, elaboram, estocam, evocam e usam informações sensoriais” (PENNA, 2001, p.105). Basicamente, a memória corresponde ao armazenamento de informações. Ela pode se revelar com abrangência temporal distinta, de curto-prazo a algo mais duradouro, a depender dos locais onde os registros podem permanecer presentes (LURIA, 1991). Adicionalmente, determinados registros permanecem na memória pelo tempo em que se utiliza de uma dada informação (MIRON e OLIVEIRA, 2017).

Dois fatores principais incidem na capacidade de armazenamento de informações ao longo do processo de aprendizagem: i) a capacidade de organizar informações complexas, que é uma característica diretamente relacionada à inteligência; e ii) a capacidade física do cérebro de absorver e reter informações (GUARESI, 2014). No entanto, diferentes fatores podem dificultar a aprendizagem de determinados conteúdos, assim como causar problemas em manter-se a informação aprendida por mais tempo ou evocá-la com mais facilidade (GALVAO, CÂMARA e JORDÃO, 2012).

A atividade de estudo é importante para a criação e manutenção da memória (VIGOTSKI, 2001; LURIA, 1991). Ela contribui para a produção de mais conexões pelos neurônios e estimula o hipocampo, a estrutura responsável pela memória (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Porém, quando se estuda, muitas informações também não são registradas por essa área, pois ficam armazenadas na memória de curto prazo e, conseqüentemente, não permanecem muito tempo em nosso cérebro (GUARESI, 2014). Quanto à formação de memória em relação a um conteúdo estudado, é importante que haja retorno às informações em momentos posteriores, pois o esquecimento pode ser proporcional ao tempo que se passa sem revisá-lo (SOISTAK e PINHEIRO, 2009).

Uma das formas mais comuns de se estimular a memorização de um conteúdo no hipocampo é pela repetição (GUARESI, 2014). Soistak e Pinheiro (2009) destacam que, por isso, considerando a curva de esquecimento, a revisão dos conteúdos é importante para a consolidação das memórias. Esse favorecimento pode ser efetivado com a utilização de diferentes métodos de revisão.

A revisão de determinado conteúdo por repetidas vezes e/ou por formas distintas tem importância para a aprendizagem (RATTI, 2018). Uma das técnicas usadas nessa direção é a da repetição imediata e contínua (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Alguns defendem a ideia de que quanto mais se revisar determinado assunto e entrar em contato com ele, mais fixação e maior duração terá na memória (GUARESI, 2014). Outra técnica utilizada para a revisão é a repetição espaçada (GALVAO, CÂMARA e JORDÃO, 2012). Nesse caso, efetua-se o ato de repetir um conteúdo estudado em períodos diferentes, ou seja, na aprendizagem de uma nova informação, deve-se estudá-la no mesmo dia, depois, estudar novamente passados alguns dias, e estudar mais uma vez após semanas (SOISTAK e PINHEIRO, 2009). Nesse caso, atribui-se como fator positivo a ideia de que o estímulo sobre o

hipocampo ao se recuperar uma informação em tempos espaçados contribui para que ela esteja mais registrada na memória e seja menos esquecida (GUARESI, 2014).

A revisão do conteúdo também é concebida um momento de se proporcionar novas oportunidades de aprendizagem (RATTI, 2018). A atividade de revisar possibilita a redescoberta de um conteúdo em tempos e contextos diferentes.

Ainda que não venha se constituindo como uma prática constante na educação escolar e quando desenvolvida geralmente ocorra de maneira segmentada (GALVAO, CÂMARA e JORDÃO, 2012), a revisão dos conteúdos pode se constituir como importante uma etapa do planejamento didático do ensino médio. Para tanto, devem ser consideradas as particularidades da turma, da disciplina e da escola (RATTI, 2018).

É importante que a revisão dos conteúdos se distancie de estratégias que busquem limitá-la a um ato mecânico e repetitivo (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Ela também não deve ser realizada como uma atividade unilateral, no sentido de se configurar em um momento de fala/exposição do professor e de escuta passiva do estudante (SOISTAK e PINHEIRO, 2009). Pelo contrário, o estudante deve se efetivar como sujeito ativo do processo de revisão, dentro de um contexto que estimule o diálogo, a pesquisa e a troca de experiências e de conhecimentos (RATTI, 2018). Considerando as características desejáveis a esse tipo de processo, a ludicidade pode desempenhar um significativo papel.

A incorporação do lúdico na revisão de conteúdos disciplinares pode contribuir para a aprendizagem e para incentivar a atenção e envolvimento dos estudantes (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Nesse sentido, um método de ensino diferente do que habitualmente é utilizado na revisão de conteúdo, como a aplicação de um jogo, pode proporcionar essas e outras vantagens ao processo educativo (AFONSO *et al.*, 2018).

2.3 O POTENCIAL DAS PALAVRAS CRUZADAS COMO UM JOGO DIDÁTICO PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS

Na disciplina de Química no ensino médio, ao longo de muito tempo, destinava-se grande ênfase à transmissão de conceitos abstratos e na memorização de nomenclaturas e fórmulas (SILVA *et al.* 2017). Muitas estratégias nessa direção contribuíram para tornar o processo de ensino pouco eficaz, desmotivador e a aprendizagem menos atrativa, implicando em baixos rendimentos nos resultados

alcançados. Entre os estudantes, continuamente, renovam-se os questionamentos sobre a necessidade do estudo da Química (SILVA *et al.*, 2017).

Para reverter tal situação e evidenciar o quanto a Química é importante e intrínseca ao dia a dia das pessoas, incluindo os próprios estudantes, é necessária a efetivação de medidas articuladas, capazes de proporcionar mudança de paradigmas, incluindo as metodologias para a abordagem dos conteúdos na escola (BRASIL, 2006). Ao mesmo tempo, precisa-se da utilização de diferentes ferramentas no processo ensino-aprendizagem, que sejam capazes de atrair mais interesse, motivação e participação dos estudantes (BRASIL, 2006). Nessa direção, atividades pautadas no lúdico têm sido consideradas possibilidades promissoras.

O interesse quanto ao papel e à importância do elemento lúdico no ensino, e em particular no ensino de Química, tem crescido e incentivado o desenvolvimento de pesquisas nesse campo (SOARES, 2017). Uma das razões para tal conduta tem sido associada às relações entre a ludicidade e o desenvolvimento humano, e à possibilidade de o lúdico atuar como agente facilitador de aprendizagens, desde a tenra infância, como o evidenciou Vygotsky (2000).

O Enfoque Histórico-Cultural destaca que ludicidade é importante para o desenvolvimento humano, por meio da participação nas relações sociais (LEONTIEV, 1978; GALPERIN, 1979). A brincadeira é uma atividade de suma importância para a criação e desenvolvimento da imaginação e atua como um meio de a criança acessar o mundo adulto, como uma atividade imaginária que lhe permite a realização de desejos irrealizáveis (VIGOTSKI, 2007). Porém, por causa da sua origem social, ele não é particular dessa faixa etária, mas está presente em qualquer fase do desenvolvimento humano (VIGOTSKY, 2001).

O jogo protagonizado que se desenvolve no ser humano inicialmente quando criança independe do processo educativo (DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994). No entanto, como destaca Messeder Neto e Moradillo (2016), isso não significa que o jogo deva ser utilizado na escola de modo espontâneo, pelo contrário. Baseando-se no Enfoque Histórico-Cultural, esse autor destaca que:

Os jogos protagonizados e com regras explícitas são fundamentais para o desenvolvimento dos processos funcionais, tais como atenção voluntária, memória, pensamento, imaginação. Esses jogos serão imprescindíveis para que surja primeiro como linha acessória, e, depois, como principal, a atividade-guia de estudo. São as conquistas do psiquismo dessa fase que vão gestar a atividade principal que será central quando a criança entrar no ensino fundamental. Mais uma vez, isso não ocorrerá espontaneamente, não é qualquer jogo que promoverá adequado desenvolvimento. É preciso que na

escola a professora apresente jogos que desafiem a criança, que a convidem a prestar atenção ao conteúdo escolar. A brincadeira só será promotora de desenvolvimento se exigir mais da criança, se mobilizar seus processos funcionais. (MESSEDER NETO e MORADILLO, 2016, p.118)

Esse posicionamento corrobora com a concepção vigotskiana de que o jogo cria na criança uma zona de desenvolvimento iminente (proximal, imediata) (VIGOTSKI, 2007).

Assim como concebem das demais atividades, para o Enfoque Histórico-Cultural, o jogo é uma atividade na qual o processo é mais importante que o produto (MESSEDER NETO e MORADILLO, 2016). Conforme destaca Leontiev:

O brinquedo é caracterizado pelo fato de seu alvo residir no próprio processo e não no resultado da ação. Para uma criança que está brincando com cubos de madeira, por exemplo, o alvo da brincadeira não consiste em construir uma estrutura, mas em fazer, isto é, no conteúdo da própria ação. Isto é verdadeiro não apenas no caso das brincadeiras do período pré-escolar, mas também no de qualquer jogo em geral. A fórmula geral da motivação dos jogos é “competir, não vencer” (LEONTIEV, 2012, p. 123).

O jogo no ensino médio não possui o mesmo papel exercido na educação infantil. Adolescentes e jovens dispõem de outras características e estruturas, suas funções psicológicas superiores apresentam outros graus de desenvolvimento, enquanto suas necessidades e suas motivações são diferentes (MARCELINO-JR, 2014). Ao discutir sobre esse aspecto Messeder Neto e Moradillo (2016) destaca que, no ensino médio, o jogo deve se constituir

[...] como uma forma de auxiliar no desenvolvimento das funções psíquicas que ainda não foram amplamente desenvolvidas pelos estudantes e de encaminhá-los para atividades de estudo. Ou seja, o jogo precisa ajudar o aluno na apropriação do conhecimento científico, pois só assim ele estará contribuindo para o desenvolvimento psíquico e exigindo do aluno mais do que ele pode no momento, avançando sempre para a atividade de estudo. Apontamos que é na função do resgate dos processos psíquicos que o jogo precisa ser pensado

No ambiente escolar, as atividades lúdicas podem ter várias aplicações e se manifestarem de diferentes formas, tais como: brincadeiras, experimentos e jogos. Assim como Soares (2008) destaca positivamente para o ensino de Química, as atividades lúdicas apresentam um caráter motivador que estimula a participação mais efetiva dos estudantes. Especificamente no caso do ensino de Química, entre outras características favoráveis, acredita-se que elas contribuam para: i) aumentar a quantidade/qualidade do diálogo professor/estudante e estudante/estudante; ii) permitir uma aprendizagem mais significativa, não restrita à memorização taxonômica

e de fórmulas; e iii) facilitar a identificação, pelo professor, das dificuldades dos estudantes (CUNHA, 2012).

As atividades lúdicas no ambiente escolar devem ser educativas e também podem ter caráter didático. Elas são consideradas educativas quando desenvolvem habilidades como concentração, organização e cooperação; já o caráter didático está relacionado à aprendizagem, envolvendo a questão conceitual, e tem a participação do professor como mediador (CUNHA, 2012).

Diversão e ser utilidade são características intrínsecas ao jogo didático. No entanto, a função educativa e a função lúdica do jogo devem estar equilibradas no desenvolvimento de atividades com base nesse tipo de estratégia (CUNHA, 2012). Além do mais, não é suficiente apenas que o jogo tenha ou se pautar apenas informações científicas para que ele seja didático, pois é preciso haver a mediação (MESSEDER NETO, 2016). A falta de mediação ou uma mediação ineficaz pode contribuir para que, mesmo veiculando conceitos científicos na sua composição, não ocorra a apropriação consciente do conteúdo por parte dos estudantes. Ao mesmo tempo, é necessário que tanto estudantes quanto professores compreendam a diversão não como um fim, mas como um caminho para o desenvolvimento da atividade de aprendizagem de conhecimentos químicos.

Jogos têm sido bastante utilizados recentemente no ensino de Química. Um panorama sobre o significativo interesse por esse campo nos últimos anos é apresentado por Garcez (2014), que desenvolveu um estado da arte dessa temática em publicações nos congressos e periódicos brasileiros. No entanto, na busca por tornar o processo de ensino-aprendizagem em Química eficaz e mais interessante, outras técnicas e instrumentos considerados “não-convencionais”, baseados na ludicidade, também têm sido empregados para fins didáticos. São exemplos nessa direção: i) a elaboração/resolução de jogos e enigmas, centrados em conceitos químicos (RUSSEL, 1999); a discussão sobre acontecimentos químicos curiosos e engraçados, a partir de relatos de diferentes mídias (MYERS, 1991); a exploração da Química envolvida em situações divertidas veiculadas em livros populares (SOUTHWARD *et al.*, 1992); a exibição e discussão de filmes e shows de televisão (LAST, 1992; GOLL e WOORDS 1999; HOLLIS *et al.*, 1996; HUDSON, ECKERD COLL e PETERSBURG, 1987); a elaboração de redações e ensaios de fantasia pelos estudantes (VANORDEN, 1990); a criação de ensaios envolvendo mistérios

relacionados à Química (DE LORENZO, 1999); e a criação de pequenos textos humorísticos (WILLIAMS, 1995).

Algumas das estratégias utilizando aspectos lúdicos têm sido utilizadas visando gerar uma oportunidade para introduzir, reforçar ou clarificar alguns conceitos, inclusive dentro de momentos de revisão do conteúdo químico, conforme pode ser verificado em trabalhos que fizeram o uso de analogias, anedotas, estórias, caça-palavras e jogos, incluindo as palavras cruzadas (CRUTE, 2000; IBANEZ, 2002; MC KENNY, 1970, MC TIFFIN, 1996; SUBRAMANIAM, 1999; RUSSEL, 1999; REUSS e GARDULSKI, 2001). Tais recursos “não convencionais” podem ser criados ou adaptados para fins didáticos, como é o caso diferentes tipos de jogos, como as palavras cruzadas.

Atribui-se o surgimento das palavras cruzadas ao jornalista e editor Arthur Wynne, no final de 1913, quando lançou como novidade um diagrama denominado "crosswords", na seção de passatempos da edição dominical do jornal norte-americano "The New York World" (ANON, 1998). O diagrama diferia das cruzadas modernas, pois tinha o formato de diamante e continha quadrados não-modulados (HART e DAVIS, 1992).

As palavras cruzadas se tornaram um fenômeno popular nos Estados Unidos, na década de 1920, período que assumiram o formato hoje familiar (ANON, 1998). Smith e Steen, (1979) reportaram que na década de 1980 as cruzadas apareciam em 90% dos jornais do planeta e têm sido procuradas diariamente por milhões de pessoas (SKOTKO et al., 2004).

No Brasil, em 1925, o jornal "A Noite" introduziu esse passatempo atribuindo-lhe o nome de palavras cruzadas (XIMENES, 2009 apud FILHO et al.). Rapidamente, elas se disseminaram e ganharam a simpatia da população. Uma fala de Manuel Bandeira exemplifica essa afinidade:

Quando eu tinha dez anos via n'O País, que era o jornal que se comprava em casa, uma seção charadística por D. Ravib, onde havia sempre um enigma pitoresco com figuras de animais.

O zé-povinho tomava-as como palpite para o jogo do bicho. Comecei a me interessar pela decifração daqueles enigmas e foi assim que me iniciei no passatempo das charadas, passatempo dos mais úteis, pois ensina muita coisa à gente. Por minha parte confesso que aprendi muito, e continuo a apreender agora que sou um aficionado das palavras cruzadas.

Naqueles dias não existiam ainda livros como o excelente Vocabulário do Charadista, de Sylvio Alves, e eu, por causa das charadas d'O País, li o dicionário de Moraes de cabo a rabo, organizando para meu uso próprio uma espécie de calepino charadístico....Hoje, sou aficionado dos problemas de palavras cruzadas: todos os Domingos procuro decifrar o problema para

veteranos ou intermediários Não me interessam pelos problemas para novatos. Gosto de quebrar a cabeça nas dificuldades, mas só nas dificuldades que podem ensinar alguma coisa útil. Detesto problemas que só se resolvem com o auxílio de vocabulários especializados, problemas com "a décima letra do alfabeto árabe", ou "sexto mês dos hebreus", ou um sub-sub - afluente de um riozinho do Camarão... Coisas assim. Acho que os bons cruzadistas devam prestar a atenção nos distrair-nos com dificuldades que valham à pena. Por exemplo, ensinando que o "rodízio em que se reúnem as varetas do guarda-chuva" se chama "noete", que o passarinho que foi tirado do ninho se chama "ninhego" etc.

A esse aspecto as palavras cruzadas serão utilíssimas aos brasileiros, que costumam ignorar os nomes das coisas (os portugueses sabem!). Brasileiro não sabe os nomes das plantas nem das flores, e qualquer objeto chama "coisa", "troço", "negócio".

Em resumo leitores, gosto de decifrar palavras cruzadas para descansar o espírito e aprender o nome das coisas. (BANDEIRA, 1966, p.663).

A disseminação da popularidade das cruzadas nos jornais levou, posteriormente, ao seu aparecimento na Internet. Atualmente, existem muitos *sites* que permitem a resolução de palavras cruzadas *on line*, além de programas comerciais que produzem *applets* de palavras cruzadas, que aparecem nas páginas da Web de alguns dos principais jornais (WISE, 2001). Some-se a isso o fato de haver também aplicativos que permitem que o usuário crie sua própria palavra-cruzada e também há palavras-cruzadas digitais, provando a grande utilidade de tal jogo de natureza intelectual.

Os Estados Unidos é o país que mais produz e consome palavras cruzadas, priorizando o estilo original, no qual as chaves ou definições aparecem fora do diagrama (SKOTKO et al., 2004). Já as palavras cruzadas do tipo "diretas", com chaves ou definições dentro dos diagramas, uma "novidade" criada e desenvolvida pelos alemães, tornaram-se mais populares no Brasil (LITTMAN, KEIM e SHAZEER, 2002).

Ao proceder em uma analogia com a vida, (MORIN, 2000) acaba por atribuir importantes características às palavras cruzadas:

Nas palavras cruzadas, atinge-se a precisão para cada palavra na adequação ao mesmo tempo de sua definição e sua congruência com as outras palavras que contêm letras comuns; em seguida, a concordância geral que se estabelece entre todas as palavras constitui a verificação de conjunto que confirma a legitimidade das diferentes palavras inscritas. Mas a vida, diferentemente das palavras cruzadas, compreende espaços sem definição, espaços com falsas definições e, sobretudo, a ausência de um quadro geral fechado. (MORIN, 2000, p. 86).

As cruzadas contam com uma estrutura própria por consistir de um sistema de regras que impõem uma determinada ordem. Por isso, a estrutura genérica da palavra cruzada é praticamente universal e usualmente consiste de um grid, tipicamente

retangular, conhecido como diagrama, que é composto por quadrados vazios e preenchidos (LITTMAN, KEIM e SHAZEER, 2002).

As palavras cruzadas do tipo diretas são compostas por uma grade retangular de quadrados brancos e pretos. As definições ou enigmas são colocados dentro dos seus respectivos quadrados de pistas ou em duas listas de definições, referentes às suas numerações, uma para horizontais e outra para verticais, cujos números correspondem aos números idênticos do diagrama. As respostas podem ser preenchidas com um ou por uma sequência de dois ou mais caracteres do alfabeto. Assim, para resolver um jogo de palavras cruzadas, as palavras correspondentes às definições devem ser escritas nos quadrados brancos da grade.

A resolução de uma palavra cruzada requer um bom conhecimento de linguagem e de conhecimentos gerais, além de uma razoável habilidade para executar uma busca sobre as possíveis respostas para encontrar um conjunto que seja adequado ao diagrama (LITTMAN, KEIM e SHAZEER, 2002). Além disso, são passatempos de grande sucesso comercial, “um divertido passatempo”, também de ganharem mais espaços em outras áreas.

As palavras cruzadas são consideradas jogos psíquicos, classificados como intelectuais, pois, utilizam-se do cognitivismo, incentivando a descoberta, a busca e o raciocínio (UNDERWOOD, DEIHIM e BATT, 1994; CROSSMAN e CROSSMAN, 1983). Elas apresentam a estreita ligação funcional entre a motivação e o aspecto técnico-operativo da atividade como traço fundamental (FRANKLIN, PEAT e LEWIS 2003; FLOWERDAY e SCHAW, 2003). Intrinsecamente, ela encadeia vários propósitos na promoção de inferências de conhecimentos e no incentivo à dedução de palavras que se cruzem em sentido vertical e horizontal, baseando-se em pistas e dicas escritas e por associação com letras de palavras já preenchidas (BENEDETTI FILHO *et al.*, 2013).

A resolução de cruzadas vem sendo um dos mecanismos usados por neuropsiquiatras e terapeutas no tratamento do mal de Alzheimer e em outros casos em que há perda de memória (BAILEY, 1999). A “ginástica cerebral” envolvida na resolução de cruzadas vale também para pessoas sãs, pois a prática de atividades mentais fora da rotina contribui para manutenção de uma mente saudável ao formar novas sinapses (SKOTKO *et al.*, 2004). Resolver cruzadas também tem gerado resultados satisfatórios em pessoas com problemas de leitura (MANZAR e AL-

KHUSAIBY, 2004) e no auxílio ao aprendizado de uma nova língua (MARTINEZ e MARTINEZ, 2001).

A utilização de palavras cruzadas no processo de ensino-aprendizagem tem sido relatada desde a década de 1920 (SHAFER e BEHYMER, 1992). Segundo Benedetti Filho *et al.* (2013): “Por ser um jogo que estimula a curiosidade, a criatividade, o raciocínio e por possibilitar exercitar e ampliar o vocabulário de forma desafiadora, as palavras cruzadas estão cada vez mais sendo utilizadas como ferramentas didáticas”.

Há relatos sobre seus aspectos positivos na educação infantil, em relação ao reforço do vocabulário e da ortografia (CACHA, 1980). Resoluções de palavras cruzadas também têm sido utilizadas como técnica de ensino em disciplinas de diferentes Áreas, por exemplo: na Comunicação (HAUN, 1985), na Saúde (ALPÍZAR, ÁVILA, RODRÍGUEZ, 2000; DAMROSCH, 1994), na Psicologia (CROSSMAN e CROSSMAN, 1983) e em Linguagens (HYDE, 1983). Em tais situações, verifica-se que elas têm se mostrado bastante úteis no reforço de definições, na grafia de termos e como estratégia colaborativa para a retenção de fatos e associação de conceitos (CHILDERS, 1996).

Alguns estudos também apontam que as palavras cruzadas podem atuar como um método satisfatório para revisão ou sistematização de conteúdos (WISE, 2001). Em relação a este aspecto, a atividade de resolução de palavras cruzadas auxiliou os estudantes a revisarem o material ensinado via outros métodos (CROSSMAN e CROSSMAN, 1983; CHILDERS, 1996).

Há diferentes experiências encontradas na literatura sobre o uso de atividades lúdicas no ensino de Química. Em relação ao uso de palavras cruzadas, verifica-se que sua utilização na abordagem de conteúdos químicos escolares ainda não tem acompanhado o crescente interesse quanto a outros tipos de jogos.

As cruzadas aparecem como suplementos em alguns periódicos da Área (como o *Journal of Chemical Education*) para serem resolvidos como uma forma de passatempo, conforme também tem sido verificado em outras propostas, por exemplo em Cordeiro Azevedo *et al.* (2018). Os resultados de algumas experiências didáticas permitem verificar a sua potencialidade no ensino de Química, seja como atividade principal, como na resolução de diagramas sobre nomes de reações e equipamentos (LEE; TSE, 1994) e no ensino de conceitos em Teoria Atômica (BENEDETTI FILHO *et al.*, 2013), seja como uma das estratégias dentro de propostas didáticas, conforme

as baseadas nas resoluções de situações-problema desenvolvidas para a abordagem do conteúdo polaridade (SILVA *et al.* 2019) e de misturas e substâncias (LACERDA *et al.*, 2012).

Os trabalhos disponibilizados na literatura exibem uma preferência à análise de aspectos da resolução de palavras cruzadas pelos estudantes. Nesses estudos, os diagramas são produzidos pelos professores, manualmente ou com o auxílio de *softwares* específicos. Propostas nesse sentido podem ser verificadas nos trabalhos envolvendo o conteúdo Funções Orgânicas, como em Cordeiro Azevedo *et al.* (2018) e em Miranda (2015), que incluiu as seguintes Funções Orgânicas Oxigenadas: álcool, aldeído, cetonas, ácidos carboxílicos, éter e éster. Em tais propostas, há privilégio por aspectos do simbolismo químico-representacional. Adicionalmente, em geral, elas não exibem o formato das cruzadas do tipo “Diretas” e acabam por se constituírem em diagramas com baixos percentuais de interceptação.

A elaboração de palavras cruzadas é uma atividade que necessita de princípios norteadores. Quando se pretende que ela seja desenvolvida pelos próprios estudantes, a orientação precisa ser planejada e se pautar em bases sólidas. Por isso, é importante incorporar fundamentos teórico-metodológicos para auxiliar professores e estudantes também no desenvolvimento desse tipo de atividade.

2.4 A IMPORTÂNCIA DA ORIENTAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM: CONTRIBUIÇÕES DO ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL PARA A ATIVIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE PALAVRAS CRUZADAS SOBRE O CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS

O Enfoque Histórico-Cultural atribui um importante papel principal à educação escolar sobre o desenvolvimento e a formação da personalidade humano (TALIZINA, 2001). Vygotsky não operacionalizou uma teoria para a aprendizagem, mas estabeleceu de modo criativo uma série de conceitos para o seu favorecimento, como consequências de suas pesquisas sobre a compreensão da origem e do funcionamento das funções psicológicas superiores (NÚÑEZ, 2009; TALIZINA, 2001). Tal expressão se refere ao conjunto das funções psicológicas exclusivamente humanas, como: a consciência, o pensamento abstrato, o raciocínio, a atenção voluntária e a memória lógica (voluntária) (VIGOTSKI, 1989). Esse autor as distingue das funções psicológicas elementares, instintivas, de origem biológica, presentes nos

animais e também nas crianças, que se caracterizam pelas ações involuntárias (ou reflexas), pelas reações imediatas (ou automáticas) e sofrem controle do ambiente externo, tais como: a atenção e a memória involuntárias (VIGOTSKI, 1993).

As pesquisas lideradas por Vygotsky mostraram que as funções psíquicas superiores não se apresentam prontas ao nascer, pois estão associadas ao processo de humanização. De acordo com Leontiev:

[...] no decurso da vida por um processo de apropriação da cultura criada pelas gerações precedentes [...] Podemos dizer que cada indivíduo *aprende* a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana. (LEONTIEV, 1993, p. 267 [grifo do autor]).

Portanto, para autores do Enfoque Histórico-Cultural, o desenvolvimento sociocultural do indivíduo é o desenvolvimento situado na história social humana.

Desde o início da sua história, os humanos agem sobre a natureza, e ao mesmo tempo, são influenciados e transformados por ela e pelo contato com outros humanos (VIGOTSKI, 1997). Em algum momento do processo de transformação objetivo/subjetiva, os humanos passaram a viver dentro de atividades produtivas cooperativas. As funções superiores se formam durante a vida, como decorrência da apreensão, da apropriação, da experiência social acumulada pelas gerações precedentes (VIGOTSKI, 1998). Para Vygotsky (2000), a psiquê humana e as formas de refletir o mundo estão emaranhadas com as relações das pessoas com o meio. Nessa direção, o desenvolvimento das funções psicológicas superiores sofre forte influência das ferramentas culturais, especialmente da linguagem oral, a fala (VIGOTSKI, 2007).

Vygotsky (1997) associa os aspectos filogenéticos (ao longo da história da espécie) e ontogenéticos (do desenvolvimento individual) do desenvolvimento psíquico ao tempo, como um fator da constituição do psiquismo humano. Mas, o tempo humano é histórico, seja do ponto de vista individual ou social (VIGOTSKI, 2002). De acordo com Vygotsky (2001, p. 39), o processo de desenvolvimento cultural e o desenvolvimento biológico se fundem no sistema de atividades instrumentais “[...] formando o entrelaçamento de dois processos genéticos, porém essencialmente diferentes”. Conforme destacam Bernardes e Asbahr (2007), tal aspecto incide em uma diferenciação entre a relação filogênese-ontogênese no desenvolvimento orgânico do indivíduo humano, assim como no desenvolvimento cultural, social desse indivíduo. Na filogênese, o desenvolvimento do sistema de atividade orgânica e do

sistema de atividade instrumental acontece independentemente um do outro; na ontogênese, há um sistema de atividade simultâneo, fundido pela inserção da cultura no desenvolvimento do gênero humano (VIGOTSKI, 1998). Tais concepções levaram e continuam exercendo fortes influências sobre o papel da educação escolar no desenvolvimento humano.

A vida escolar é um tempo-espço de utilização e de desenvolvimento da linguagem. O enfoque dado pela teoria vigotskiana à linguagem destaca-a principalmente como o elemento mais significativo no desenvolvimento cognitivo (VIGOTSKI, 2002). Ao ser utilizada pelos indivíduos como de instrumento psicológico para a regulação do comportamento, a linguagem começa a representar um salto qualitativo nas funções superiores, possibilitando uma transformação radical na percepção, na criação de novos processos de pensamento e na formação de novas formas de memórias (VIGOTSKI, 1997).

Para Vygotsky (1998), além de as funções psicológicas superiores terem gênese fundamentalmente cultural, ou seja, sua origem na vida social, elas não seriam universais nem se manteriam inalteradas, como até então se supunha. Por causa do uso de ferramentas culturais, o desenvolvimento cultural humano se sobrepõe aos processos de crescimento e de maturação orgânica. Vygotsky (2001, p. 34) afirma que “[...] a cultura origina formas especiais de conduta, modifica a atividade das funções psíquicas, edifica novos níveis no sistema do comportamento humano em desenvolvimento”. Nesse processo, o homem elabora e cria novas formas de comportamento especificamente culturais.

O desenvolvimento cultural no gênero humano também é constitutivo do desenvolvimento biológico do ser, a partir da atividade produtiva, que se faz presente na evolução ontogenética (LEONTIEV, 1978). Ao explicar as funções psicológicas superiores para além dos limites do organismo, Vygotsky rompeu com o princípio inatista presente na psicologia da época, que creditava essa origem como meramente biológica. Porém, com isso, ele não estabelece uma dicotomia entre ambas. Utilizando-se da categoria “superação”, Vygotsky (1995) afirma que as formas inferiores não se aniquilam, mas continuam existindo como instância subordinada às funções superiores.

Para que o desenvolvimento humano ocorra é necessário que o indivíduo domine os recursos elaborados e cultivados pela sociedade, por isso, ele precisa se apropriar dos produtos culturais para se desenvolver (TALIZINA, 2009). Essa

apropriação envolve tanto dos produtos da cultura material quanto os da cultura intelectual - da comunicação e da produção intelectual - como é o caso de conceitos químicos, nos quais se encontram os conceitos associados aos do conteúdo Funções Oxigenadas.

Vygotsky (1982) propôs que as funções psicológicas superiores aparecem inicialmente como forma coletiva do comportamento da criança, por meio de uma ação externa coletiva. Isso ocorre em colaboração com outras pessoas, especialmente com os adultos e essa interação adulto-criança é a principal força impulsionadora de todo o desenvolvimento. Segundo destaca Duarte (2014, p.45), “[...] a transmissão pelo adulto à criança, da cultura construída na história social humana, não é concebida na psicologia vigotskiana apenas como um dos fatores do desenvolvimento, ela é considerada o fator determinante, o principal”. Sendo assim, o desenvolvimento humano é um processo mediatizado que se relaciona com a apropriação da cultura, exigindo a interação com pessoas mais experientes que já se apropriaram da mesma cultura (LEONTIEV, 1978, 1981).

O processo de desenvolvimento de funções psicológicas superiores necessita do domínio da linguagem, para que depois possa ser interiorizado, ou seja, se tornar um processo psíquico individual, efetivo da ação psíquica interna do indivíduo (VIGOTSKI, 1997). Os autores do Enfoque Histórico-Cultural atribuem grande importância à aprendizagem como uma forma de atividade humana mediada e de relevante caráter social. Na concepção vigotskiana, a aprendizagem precede o desenvolvimento psíquico e não ocorre fora do âmbito da mediação, pois os humanos se desenvolvem porque aprendem (VIGOTSKI, 2001, 2000). A aprendizagem é considerada um processo de apropriação e reelaboração de conhecimentos, habilidades e hábitos elaborados pelas gerações antecedentes, e a sua base estrutural “[...] é a atividade mediadora, a utilização de signos externos como meio para o desenvolvimento posterior da conduta” (VIGOTSKI, 2001b, p. 153).

O processo de aprendizagem passa necessariamente pela mediação tanto entre pessoas quanto entre pessoas e objetos (materiais e culturais) e ocorre por meio da linguagem, especialmente da fala. A interação com pessoas mais experientes possibilita que o indivíduo se aproprie e transfira formas sociais de pensamento e formas de colaboração coletiva para o plano intrapessoal, onde se constituem suas funções psicológicas. Esse é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social

(VIGOTSKI, 1998). Conforme acontece com as demais funções psicológicas superiores, a linguagem também se estabelece primeiro no social, entre as pessoas, para então ser internalizada pelo indivíduo. De acordo com Luria e Yudovich (1985, p.11), “[...] a palavra passa a ser assim um fator excepcional que dá forma à atividade mental, aperfeiçoando o reflexo da realidade e criando novas formas de atenção, de memória, de imaginação, de pensamento e de ação”. Além disso, referindo-se à importância da linguagem na constituição do pensamento, Vygotsky (1998) destaca que quanto mais complexa for a ação maior importância terá a fala em sua execução.

A linguagem tem o poder de direcionar e modificar a atenção e a percepção do homem, pois “[...] ultrapassar os limites da experiência sensível e penetrar mais profundamente na essência das coisas. O homem pode abstrair características isoladas das coisas, captar os profundos enlaces e relações em que se encontram” (LURIA, 1986, p. 11). A mediação exercida por influência da linguagem permite que a experiência do homem não se restrinja à percepção visual imediata dos objetos e do mundo que o circula, ou seja, da aquisição de um conhecimento somente por via sensorial. Ela potencializa esse processo permitindo-lhe passar a dispor de um conhecimento racional mediatizado da experiência social acumulada pela espécie no decorrer de sua história, como destaca Luria (1991, p. 82), isso torna a percepção “[...] mais profunda, seletiva, generalizada e permanente”.

O papel mediador gerado pela comunicação da experiência social pode proporcionar o pensamento abstrato, no entanto, este inexistente se a linguagem não estiver interiorizada. De acordo com a concepção vigotskiana, o desenvolvimento mental é marcado pela interiorização das funções psicológicas (VIGOTSKI, 2007, 1998).

Vygotsky (1998) usa o termo interiorização para designar a transformação de um processo interpessoal para um processo interno, intrapessoal. A interiorização das funções psicológicas superiores na teoria vigotskiana é concebida como o resultado de vários eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento da criança, mas, que ao longo desse processo ocorre duas vezes: primeiro no nível social, entre pessoas (inter-psicológica); depois, no nível individual, no seu interior (intra-psicológica) (VIGOTSKI, 1998). Para ele, o processo de interiorização das funções psicológicas superiores é histórico e as estruturas de percepção, atenção voluntária, emoções, linguagem, pensamento, memória, formação de conceitos e comportamento

assumem diferentes formas, que estão relacionadas com o contexto histórico-cultural (VIGOTSKI, 2001).

O pensamento é tomado como a fala interior e sua base é formada pela reconstituição interna da fala egocêntrica (consigo) advinda da fala externa (entre pessoas) (VIGOTSKI, 2007). Tal processo também ocorre para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos (VIGOTSKI, 2001). Assim, para Vygotsky (1998), no processo de interiorização, a transformação dos conteúdos externos em conteúdos da consciência humana se inicia nos processos sociais pela apropriação das formas culturais pelo indivíduo, para que haja o desenvolvimento do pensamento por meio da fala e a sua consequente transformação em processos internos, interiores do sujeito. No entanto, essa interiorização não é o resultado de uma transferência ou cópia dos conteúdos da realidade objetiva para o interior, ele é criador da consciência (NÚÑEZ, 2009).

A importância do conceito de “interiorização” e sua relação com os processos de desenvolvimento de funções psicológicas superiores interessa particularmente ao contexto escolar, uma vez que a educação escolar se direciona à interiorização de objetos e fenômenos culturais que precisam ser apropriados (GALPERIN, 1986, 1979; TALÍZINA, 1988). Na teia de relações formativas da ação mediadora para o processo de interiorização, há o destaque dado por Vygotsky ao valor da aprendizagem.

Conforme já destacado, na teoria vigotskiana, a aprendizagem não é decorrente de uma realização individual, como era entendido até a sua época, mas de uma atividade na qual o homem se apropria da experiência sociocultural como um ser ativo. Na aprendizagem ocorre uma articulação de processos externos e internos, visando à interiorização de signos culturais pelo indivíduo, o que gera uma qualidade autorreguladora às ações e ao comportamento (NÚÑEZ, 2009).

Um aspecto de fundamental importância para o Enfoque Histórico-Cultural se refere à centralidade atribuída por esse referencial à transmissão da experiência histórico-social dos conhecimentos produzidos historicamente e já existentes objetivamente no mundo no qual o indivíduo vive (LIBÂNEO, 2004; DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994). Nesse conjunto de conhecimentos, encontram-se os conhecimentos químicos, como os relacionados ao conteúdo Funções Orgânicas. De acordo com Luria (1979), a capacidade do ser humano em acumular e transmitir experiência é uma das características que o distingue dos demais seres vivos, e para

tal ele precisa se apropriar dos produtos culturais humanos, do conhecimento historicamente produzido e socialmente existente. Porém, como destaca Leontiev:

Devemos sublinhar que esse processo é sempre ativo do ponto de vista do homem. Para se apropriar dos objetos ou dos fenômenos que são o produto do desenvolvimento histórico, é necessário desenvolver em relação a eles uma atividade que reproduza, pela sua forma, os traços essenciais da atividade acumulada no objeto. (LEONTIEV, 1978, p.268).

Assim, o processo de aprendizagem está relacionado à apropriação e envolve a transmissão de conhecimentos. Mas não se trata de um processo mecânico, os autores do Enfoque Histórico-Cultural de distanciam dessa vertente. Pelo contrário, consideram que esse processo é consciente e como afirma Duarte (1996, p.36): “[...] isso não significa que todas as vezes que falarmos em transmissão de conhecimentos estaremos assumindo o modelo pedagógico tradicional [...]”. Esse autor também alerta para o fato que:

Se assim fosse, Vygotsky deveria ser chamado de tradicionalista, pois, afinal, defendeu que o único bom ensino é aquele que transmite ao aluno aquilo que o aluno não pode descobrir por si só e, dentro desse contexto, defendeu o caráter essencialmente humanizador da imitação [...]” (*Ibidem*). Assim, o significado dessa transmissão não se limita a uma mera reprodução memorística. Ela se associa a um meio para o desenvolvimento produtivo de uma ferramenta cognitiva para lidar com a diversidade de fenômenos e situações que ocorrem na vida prática. (DUARTE, 1996, p.36).

A transmissão de conhecimentos junto com a questão da imitação para a aprendizagem e sua relação com o desenvolvimento humano recebe um tratamento criativo na perspectiva vigotskiana, conforme pode ser visto na seguinte colocação:

Na velha psicologia e na consciência cotidiana arraigou-se a ideia de que a imitação constitui uma atividade puramente mecânica. Desse ponto de vista, uma solução que a criança não consegue de modo independente somente pode ser considerada como não demonstrativa, não sintomática do desenvolvimento do intelecto da criança. Considera-se que se pode imitar tudo o que se queira. O que hoje sou capaz de realizar imitando não diz nada em favor de minha inteligência e, por conseguinte, não pode caracterizar em absoluto o desenvolvimento da mesma. Porém esse ponto de vista é errôneo. Na psicologia atual, pode considerar-se estabelecido que a criança somente pode imitar o que se encontra na zona de suas possibilidades intelectuais próprias. [...] Para imitar é preciso ter alguma possibilidade de passar do que sei ao que não sei. (...) A imitação, se a interpretamos no sentido amplo, é a forma principal na qual se leva a cabo a influência da instrução sobre o desenvolvimento. (VIGOTSKI, 1993, p.239-41).

Tanto a questão da imitação quanto a transmissão do conhecimento socialmente existente se relacionam de modo direto a um conceito central vigotskiano: a zona de desenvolvimento proximal, também denominada zona de desenvolvimento imediato. Dentro desse entendimento, a utilização de palavras cruzadas pode desempenhar um importante papel na revisão de conteúdos químicos.

Vygotsky destaca o papel que o conteúdo da aprendizagem tem ao exigir do sujeito a utilização de capacidades ainda não desenvolvidas, mas na probabilidade da sua iminente formação. Nessa direção, para explicar a influência da aprendizagem sobre o processo de desenvolvimento mental, Vygotsky formulou um conceito, anteriormente traduzido do russo como de zona de desenvolvimento próximo (ZDP) e hoje compreendido como zona de desenvolvimento iminente (ZDI), que é considerada como

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VIGOTSKI, 1984, p. 97).

O nível de desenvolvimento pode se caracterizar pelo que o indivíduo consegue fazer de forma independente (o nível de desenvolvimento atual) e o que consegue fazer com a ajuda ou imitando outras pessoas, a ZDP (ZDI). Portanto, existem limites até para a imitação. Além disso, o fato de se imitar algo não garante a aprendizagem. Essa constatação é importante e reforça os cuidados necessários ao se utilizar estratégias pedagógico-didáticas na abordagem de conteúdos, incluindo as que se baseiam em instrumento e ou recursos amplamente difundidos no cotidiano, como é o caso das palavras cruzadas.

Pautando-se no desenvolvimento infantil, Vygotsky expõe que “A investigação revela que *a zona de desenvolvimento próximo tem um valor mais direto para a dinâmica da evolução intelectual e para o êxito da instrução do que o nível atual de seu desenvolvimento*” (VIGOTSKI, 1993, p.239 [grifos do autor]). Ele também alerta para o fato que as relações entre desenvolvimento e aprendizagem são muito complexas e dinâmicas, de modo que esses processos não se realizam de igual medida e biunivocamente, como se fosse “[...] uma sombra segue o objeto que a projeta” (VIGOTSKI, 1981, p.125).

Vygotsky (1999) defende que não se deve esperar que as capacidades necessárias a um determinado conteúdo amadureçam para depois lhe ensinar esse conteúdo, se assim o fosse, o ensino iria atrás do desenvolvimento. Deve-se ensinar aquilo que o sujeito é capaz de aprender e o que é incapaz de fazer por si mesmo com base na zona de desenvolvimento próximo. Adicionalmente, o domínio inicial das ações de aprendizagem proporciona a base para o desenvolvimento de processos internos mais complexos (NÚÑEZ, 2009). Esse posicionamento pode ser direcionado

ao ensino de conteúdos clássicos da Química, como aqueles relacionados às Funções Orgânicas Oxigenadas.

Apesar da valorosa contribuição de Vygotsky para a educação tanto em sua época quanto até os nossos dias, ele não desenvolveu sistematicamente uma teoria sobre o ensino (GALPERIN, 2001; TALÍZINA, 1987). Essa tarefa foi realizada por alguns dos seus colaboradores e seguidores voltados mais especificamente para a educação escolar, como Elkonin, Davidov, Galperin e Talízina. Aplicando os conceitos vigotskianos, esses e outros colaboradores das questões do ensino-aprendizagem ganharam uma nova dimensão, com base no estudo da atividade objetiva, considerando a unidade entre a atividade prática (externa) e a atividade psíquica, mental (interna) (NÚÑEZ, 2009; TALÍZINA, 2009; GALPERIN, 2001).

A atividade humana é uma categoria central e um conceito-chave da Escola de Vygotsky. De acordo com Davydov (1988, p. 27),

[...] a categoria filosófica de atividade é a abstração teórica de toda a prática humana universal, que tem um caráter histórico-social. A forma inicial da atividade das pessoas é a prática histórico-social do gênero humano, ou seja, a atividade laboral coletiva, adequada, sensório-objetiva, transformadora, das pessoas. Na atividade se revela a universalidade do sujeito.

Davydov destaca que as características peculiares extrínsecas e intrínsecas dos objetos se revelam tanto nas imagens sensoriais quanto conceituais e isso não ocorre por meio de uma mera contemplação, mas pelas diferentes formas de atividade. Tal posicionamento auxilia no reforço quanto às críticas sobre modelo de transmissão-recepção utilizados em determinadas atividades de ensino-aprendizagem nas tradicionais abordagens sobre Funções Orgânicas com ênfases estritamente memorísticas na dimensão simbólica do conhecimento químico.

Apesar de ter sido trabalhado principalmente por Leontiev, a ideia da “[...] análise da atividade como método na psicologia científica do homem foi formulada nos primeiros trabalhos de L. S. Vygotsky” (LEONTIEV, 1983, p. 82). No entanto, em Vygotsky, a atividade material está predominantemente ligada à interação semiótica, à comunicação. Integrando novos elementos à ênfase vigotskiana, Leontiev e outros colaboradores passaram a considerar a atividade como o processo no qual o homem atua no mundo, reproduzindo a cultura e ao mesmo tempo recriando-a e também a si mesmo pela transformação do meio social e natural da sua psiquê e da sua

personalidade, como uma transformação de uma atividade externa para uma atividade interna (TALÍZINA, 1987).

O processo de apropriação da cultura ocorre por meio da participação do indivíduo nas várias formas de atividade produzidas pelo homem. Segundo afirma Leontiev (1993, p.266) “Cada geração começa, portanto, a sua vida, num mundo de objetos e de fenômenos criado pelas gerações precedentes [...] O mesmo se passa com o desenvolvimento do pensamento ou da aquisição do saber”. Esse autor também reforça a importância da atividade no processo de apropriação, uma vez que ele

[...] é sempre ativo do ponto de vista do homem. Para se apropriar dos objetos ou dos fenômenos que são o produto do desenvolvimento histórico, é necessário desenvolver em relação a eles uma atividade que reproduza, pela sua forma, os traços essenciais da atividade encarnada, acumulada no objeto. (LEONTIEV, 1993. p.268).

Segundo Leontiev, de alguma forma, esse desenvolvimento sempre envolverá o coletivo e sua ocorrência pelo indivíduo isoladamente é impraticável.

Adaptando-se esse raciocínio de Leontiev à apropriação do conhecimento das Ciências Naturais, por mais rica que seja a experiência individual, ela não é suficiente para produzir a formação de um pensamento lógico ou científico abstrato, com sistemas conceituais correspondentes (MARCELINO-JR, 2014). Sozinho não se consegue, pois é necessário apropriá-los dentro de atividades voltadas a essa finalidade (NÚÑEZ, 2009). Essas atividades podem contribuir para que o desenvolvimento cognitivo se expresse em avanços qualitativos que vão acontecendo dentro da atividade reprodutiva e na composição das capacidades assimiladas. Esse sentido pode ser percebido em algumas orientações para o ensino de Química no nosso País (BRASIL, 2009), quando se recomenda o uso de diferentes estratégias nas abordagens de conteúdos químicos.

Leontiev dedicou grande atenção à categoria atividade e sistematizou-a conceitualmente na “teoria psicológica geral da atividade”, que se volta ao

[...] estudo das formas da consciência social está a análise da vida cotidiana da sociedade, das formas de produção próprias desta e do sistema de relações sociais; no estudo da psique individual está a análise da atividade dos indivíduos nas condições sociais dadas e nas circunstâncias concretas que ocorreram sobre cada um deles. (LEONTIEV, 1983, p. 17).

A atividade humana é assumida então como o modo do ser humano se relacionar com o mundo, assumindo-se como a unidade central da vida do sujeito

concreto e, conseqüentemente, sendo responsável pelo desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.

A atividade é mediada pelo reflexo psíquico para dar um sentido de orientação ao sujeito no mundo dos objetos. Assim, a formação da psiquê humana se relaciona com a estrutura objetiva da atividade humana e a estrutura subjetiva da consciência, “[...] a principal característica constitutiva da atividade é o seu caráter objetual” (LEONTIEV, 1983, p. 75).

Tanto os processos de comunicação quanto as funções psíquicas superiores a eles relacionadas se efetivam primeiramente na atividade externa (interpessoal) que, em seguida, é internalizada pela atividade individual, regulada pela consciência (GALPERIN, 1978). Portanto, a consciência se reduz a um mundo interno e/ou seja biologicamente desencadeado, ela é uma expressão das relações do indivíduo com os outros homens e com o mundo.

De acordo com Leontiev, a atividade não é uma reação tomada por um indivíduo, “[...] tampouco um conjunto de reações, mas é um sistema que possui uma estrutura, passos internos e conversões, desenvolvimento” (LEONTIEV, 1983, p.66). A atividade é considerada como uma unidade, não aditiva, da vida do sujeito corporal e material, cujo sistema constitutivo é composto por unidades básicas, que somente para efeito de análise são identificadas e separadas em: necessidade, motivo, objeto, objetivo, ações e operações (LEONTIEV, 1978). Os constituintes dessa estrutura geral da atividade se inter-relacionam como um sistema em num movimento contínuo, não linear e interdependente que direciona as ações humanas diante das suas necessidades.

É importante destacar também que de acordo com o Enfoque Histórico-Cultural, a natureza da atividade não se restringe aos processos cognoscitivos, estende-se também às emoções (TALÍZINA, 1987). É justamente essa esfera que dirige e regula a atividade concreta em um meio objetual por meio das necessidades. Conforme Leontiev destaca:

A primeira condição de toda a atividade é uma necessidade. Todavia, em si, a necessidade não pode determinar a orientação concreta de uma atividade, pois é apenas no objeto da atividade que ela encontra sua determinação: deve, por assim dizer, encontrar-se nele. Uma vez que a necessidade encontra a sua determinação no objeto (se “objetiva” nele), o dito objeto torna-se motivo da atividade, aquilo que o estimula. (LEONTIEV, 1978, p. 107-108).

Na mente humana, há uma relação indireta, mediatizada, entre o conteúdo da ação e o seu motivo. Assim, nem todo processo é uma atividade, mas somente aquele

que é movido por uma necessidade. Tal aspecto é muito importante quando se remete ao processo de ensino-aprendizagem, em particular sobre as Funções Orgânicas, pois, ao desempenhar uma atividade, o estudante deve ter uma necessidade de aprender conceitos associados a determinado conteúdo. Essa necessidade interna também é favorecida quando o estudante percebe o significado desses conteúdos para a sua vida e para a vida da coletividade, e passa a dar-lhe um sentido diferente, um sentido formativo e utilitário relacionado às propriedades e aplicações dos diversos tipos de compostos orgânicos oxigenados.

A existência de uma relação intrínseca entre a atividade e o motivo é primordial para que o sujeito execute ações conscientes, que correspondam aos objetivos da atividade (LEONTIEV, 1978). Para tanto, é preciso que ela envolva um conjunto de ações, os constituintes fundamentais da atividade, que a efetivem como um “[...] processo que se subordina à representação daquele resultado que haverá de ser alcançado, quer dizer, o processo subordinado a um objetivo consciente” (LEONTIEV, 1983, p. 83).

Na teoria da atividade, a ação passa a ser um objeto especial de apropriação e passa ao nível consciente quando é aprendida, podendo ser atualizada voluntariamente e objetivada para ser transmitida a outros (NUÑEZ, 2009). Assim como o motivo se relaciona ao conceito de atividade, as ações se relacionam ao conceito de objetivo. Conforme reforçam Bernardes e Moura (2009, p.468), “[...] as ações não são executadas isoladamente, não se estabelecem separadas umas das outras, mas se vinculam umas às outras, como grupos de ações que visam ao cumprimento de um objetivo, meta a ser concretizada na atividade”. Isso pode ser verificado no procedimento de identificação, que envolve um conjunto de ações a serem realizadas.

O objetivo é mantido diante de determinada atividade, porém as condições de execução das ações podem variar. Nesse caso, ocorre uma variação nos aspectos operacionais das ações na atividade. Para Leontiev (1983, p. 88):

[...] as ações e operações têm diferentes origens, diferentes dinâmicas e diferentes funções a realizar. A gênese da ação está nas relações de intercâmbio de atividades; toda operação é resultado de uma transformação da ação, originada como resultado de sua inserção dentro de outra ação e a incipiente ‘tecnificação’ da mesma, que se produz.

À medida que o sujeito passa a dominar as ações convertendo-as em funções cognoscitivas, elas se transformam em operações. Essa situação é verificada, por exemplo, no caso de identificação de compostos e de grupos funcionais

representantes das funções orgânicas oxigenadas, como os das funções selecionadas para a pesquisa aqui proposta.

Com base em Leontiev (1978), em termos gerais, a teoria da atividade pode ser sintetizada da seguinte forma: a atividade é dirigida por um motivo que a impulsiona; as ações são processos subordinados e orientados a objetivos conscientes, por meio das operações; as operações representam o modo de execução de uma ação e são reguladas por condições para a obtenção do objetivo concretamente dado.

Atividade e consciência são dois elementos fundamentais ao Enfoque Histórico-Cultural e compreendidos como unidade dialética (LEONTIEV, 1978; TALÍZINA, 1987, NÚÑEZ, 2009). O comportamento consciente do homem está relacionado à sua própria atividade. Essa característica destaca para um alerta no desenvolvimento de estratégias didáticas no ensino de Química, como as com ênfase na ludicidade. Assim como nas demais estratégias, os estudantes devem realizar atividades de forma consciente, de modo a evitar que as tarefas executadas se distanciem de meros ativismos e se consolidem como momentos funcionais de desenvolvimento. Com isso, a dimensão lúdica-motivacional não deve ser o objetivo principal desse tipo de atividade.

A atividade de ensino-aprendizagem é situada na realidade objetiva (LEONTIEV, 1983, 1978). Ao longo da história, como resultados da atividade humana, a produção de instrumentos (materiais e cognitivos, como a linguagem) e o desenvolvimento de relações sociais foram surgindo na atividade coletiva e adquirindo uma existência objetiva (VIGOTSKI, 2001). Esse processo é denominado “objetivação” no qual a atividade física ou mental dos seres humanos transfere-se para os produtos dessa atividade (LEONTIEV, 1978). Portanto, como afirma Duarte (2004, p.50).

[...] o processo de produção e reprodução da cultura humana (cultura material e não-material), produção e reprodução da vida em sociedade. O processo de objetivação da cultura humana não existe sem o seu oposto e ao mesmo tempo complemento, que é o processo de apropriação dessa cultura pelos indivíduos.

Essa apropriação teria diferentes características, entre elas: existência de um processo sempre ativo no qual o indivíduo precisa realizar uma atividade que “[...] reproduza os traços essenciais da atividade acumulada no objeto” (LEONTIEV, 1978, p. 268); reprodução no indivíduo das “[...] aptidões e funções humanas historicamente

formadas” (LEONTIEV, 1978, p. 169); e transmissão de experiência social, mediatizada pelas relações entre os seres humanos. O desenvolvimento da Química exemplifica essa questão, que pode ser particularizada à Química escolar.

O processo de objetivação do gênero humano é cumulativo (LEONTIEV, 1983). Portanto, no significado de um objeto ou fenômeno cultural está acumulada a experiência histórica de gerações (DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994). Isso acontece com os conceitos científicos, como os conceitos associados às Funções Orgânicas. As atividades em torno da utilização do conhecimento associado ao conteúdo Funções Orgânicas, incluindo as atividades de ensino e de aprendizagem, incorporam essas características e ratificam o quanto a atividade química é uma construção histórico-social coletiva e o quanto o objeto conhecimento químico é útil, complexo e sujeito a modificações.

O sentido da atividade de um indivíduo é o que conecta sua ação com o motivo dessa ação e é dado pelo conjunto da atividade social pelas relações sociais existentes entre ele e o restante do grupo (LEONTIEV, 1978). Voltando o olhar para as abordagens em torno desse conteúdo químico curricular, torna-se muito importante a consideração sobre o sentido e o significado das Funções Orgânicas Oxigenadas para os estudantes.

Segundo Leontiev (1983), a consciência humana trabalha com as relações entre o significado e o sentido da ação, o qual é dado por aquilo que conecta na consciência do sujeito o objeto de sua ação (seu conteúdo) ao motivo dessa ação. Já o significado da ação é o que sujeito faz, é a resposta à pergunta: O que o indivíduo está fazendo? Ou, por exemplo, em um sentido mais específico do ambiente escolar: por que se está estudando Química Orgânica? Por que estudar Funções Orgânicas Oxigenadas? Ou, quais as aplicações dos compostos orgânicos oxigenados?

A ruptura da correspondência entre significado social e o sentido pessoal nas atividades humanas pode resultar no desenvolvimento de uma atividade alienada (LEONTIEV, 1978). DUARTE (2004) alerta para o fato de que esse processo de alienação cria obstáculos, os quais têm impossibilitado muitas pessoas de se apropriarem das riquezas materiais e não materiais disponibilizadas socialmente, riquezas que deveriam se constituir em patrimônio de todos os seres humanos. Isso inclui a apropriação de conceitos químicos. Essa atitude alienada perante o conhecimento químico e o ensino-aprendizagem de Química pode ocorrer por causa de diversos fatores, como a supressão de conteúdos curriculares ao longo da etapa

de escolarização e a adoção de estratégias didáticas inadequadas, tanto de um modo mais amplo quanto na abordagem da Química Orgânica escolar.

De acordo com Leontiev (1993), o sentido pessoal é produzido pelas condições objetivas do viver e se altera de acordo com as necessidades humanas nos diferentes momentos da vida. Por isso, as atividades humanas podem ser distintas e variar de acordo com diferentes fatores: a forma, os métodos de realização, a intensidade emocional e requisitos de tempo e de espaço. Tais considerações reforçam a importância de os estudantes vivenciarem diferentes tipos de experiências formativas na Química escolar de modo a satisfazerem as suas necessidades e darem mais sentido ao estudo dessa disciplina, à apropriação de conceitos, à formação de habilidades e ao desenvolvimento de bons valores, com o auxílio da mobilização de conhecimentos químicos.

Determinadas atividades são mais relevantes para o desenvolvimento do indivíduo do que outras e são entendidas como atividades principais ou dominantes. (LEONTIEV, 2001). Uma atividade principal ou dominante é composta por outras ações que a estruturam e a modelam, e a sua diferenciação procede a partir do conteúdo da própria atividade (TALÍZINA, 1987). Por exemplo, na idade infantil, atividade dominante é a brincadeira, depois passa a ser a aprendizagem escolar e, na idade adulta é o trabalho, isso não quer dizer que a brincadeira deixe de acompanhar o indivíduo em seu processo de formação intelectual, nem no seu contexto laboral.”

Segundo Leontiev (1983), a formação do ser humano ocorre por meio do desenvolvimento de atividades. Elas viabilizam a relação entre objetivação e apropriação, que sempre se efetiva no interior de relações concretas com outros indivíduos, mediadores com o mundo humano (LEONTIEV, 1978). Segundo o Enfoque Histórico-Cultural, a educação e o ensino são umas das principais formas de atividade humana objetivada. Elas são consideradas formas universais e necessárias do desenvolvimento mental do ser humano e associadas a fatores socioculturais e às condições internas dos indivíduos (VIGOTSKI, 2007; GALPERIN, 2001; LEONTIEV, 1983).

A formação humana sempre é um processo educativo e pode ser direta ou indireta, intencional ou não-intencional (TALÍZINA, 1987; DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994). A educação recebe influências de agentes socializadores, como instituições e pessoas, incluindo a comunidade e a família (LIBÂNEO, 2004). De forma direta ou não, a educação se relaciona a questões econômicas e exerce influências sobre as

diferentes esferas da vida social. Uma importante instituição educativa é a escola, uma instituição que concentra as influências educativas da sociedade (GALPERIN, 2001; VIGOTSKI, 2007).

Vygotsky mostrou em seus estudos a relevância da escolarização para o desenvolvimento das capacidades de pensamento, a partir da assimilação da produção cultural da humanidade por meio do ensino formal (DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994; VIGOTSKI, 1998). Nas sociedades escolarizadas, a escola exerce papel especial na inserção do homem na coletividade, como cidadão e é considerada a maior responsável pela construção de bases para o seu desenvolvimento psíquico (GALPERIN, 2001; DUARTE, 2001). Por isso, na perspectiva vigotskiana, a aprendizagem está diretamente ligada ao ensino, que tem a função de educar, e a aprendizagem escolar deve ser sempre um processo ativo onde o ser humano deve ser compreendido tanto como objeto quanto como sujeito do seu desenvolvimento (VIGOTSKI, 2007).

A educação escolar é um processo educativo direto e intencional, por meio do qual o indivíduo é levado a se apropriar das formas mais desenvolvidas do saber objetivo produzido historicamente pelo gênero humano (SAVIANI, 2003; DUARTE, 2001, 2014). A questão central da aprendizagem escolar é o desenvolvimento mental dos estudantes por meio do ensino e da educação, que ocorre com a cooperação entre adultos e crianças na atividade de ensino. Zilberstein (2006) define o processo de ensino-aprendizagem desenvolvidor como

[...] a via mediatizadora essencial para a apropriação de conhecimentos, habilidades, normas de relação emocional, de comportamento e valores legados pela humanidade, que se expressam no conteúdo do ensino, em vínculo estreito com as demais atividades docentes e extra-docentes.. (ZILBERSTEIN, 2006, p.36).

Na educação formal, o processo de apropriação de conceitos, habilidades, hábitos e atitudes se baseia na atividade didática e pedagógica, dentro de um processo sistematizado.

Ensinar e aprender são, por suas essências, fenômenos contrários, pois a essência de um opõe-se à do outro; no ensino há um processo de exteriorização, enquanto a aprendizagem é um processo de interiorização (DUARTE, 2001). No entanto, para o Enfoque Histórico-Cultural, o ensino e a aprendizagem efetivam uma relação dialética, na qual os dois processos são articulados entre si, formando uma unidade, onde ensino contribui para a apropriação da cultura e a aprendizagem para

desenvolvimento do pensamento (DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994; GALPERIN, 2001). Nesse sentido, o processo de ensino-aprendizagem não é uma justaposição ou uma soma da ação de ensinar e da ação de aprender por parte de professores e estudantes, respectivamente, pelo contrário, ele é um processo qualitativamente unitário e integral, que conserva as particularidades de cada um deles (NÚÑEZ, 2009).

De acordo com Leontiev (LEONTIEV, 1978, p. 198),

A aprendizagem escolar se caracteriza justamente porque por sua própria essência exige inevitavelmente da criança que está aprendendo a capacidade de atuar internamente, teoricamente, nas condições da atividade de aprendizagem, que por seu tipo geral é cognitiva.

Já o ensino é visto como uma forma social de organização capaz de levar o indivíduo à apropriação do conhecimento historicamente acumulado para o seu desenvolvimento psíquico pelo desenvolvimento do pensamento teórico.

Assim como a memória, o pensamento teórico é uma função psíquica superior (VOIGOTSKI, 2001), ele representa uma característica universal do ser humano, em um contexto sócio-histórico mediado pela cultura (DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994). Portanto, deve ser desenvolvido nas atividades humanas nas quais os sujeitos se envolvem e, por isso, considera-se que a escola seja o contexto apropriado para a sua promoção. Libâneo (2008, p. 177) atenta ao fato que

Na tradição da teoria histórico-cultural, a aprendizagem escolar está centrada no conhecimento, no domínio dos saberes e instrumentos culturais disponíveis na sociedade e no desenvolvimento de competências cognitivas, da capacidade de pensar e de aprender. Em contraste, todas as concepções de escola que desfocam esta centralidade, podem estar incorrendo em risco de promover a exclusão social.

Essa colocação de Libâneo reforça o objetivo principal da educação escolar, que está associado ao domínio do conhecimento teórico, ou seja, ao domínio de símbolos e instrumentos culturais disponíveis na sociedade e obtidos pela aprendizagem de conhecimentos das diversas áreas do saber, como é o caso de conceitos associados ao conteúdo Funções Orgânicas.

O desenvolvimento do pensamento teórico ocorre com o domínio dos procedimentos lógicos do pensamento, tais como: definições, classificações, descrições, justificações e explicações (TALÍZINA, 1987). Por causa do seu caráter generalizador, ele permite a sua aplicação de conceitos em vários âmbitos da aprendizagem (GALPERIN, 2001). De acordo com Davydov (1982, p. 49):

O pensamento teórico tem seus tipos específicos de generalização e abstração, seus procedimentos de formação dos conceitos e operações com eles. Justamente, a formação de tais conceitos abre aos escolares o caminho para dominar os fundamentos da cultura teórica atual.

Considerando as funções orgânicas oxigenadas, cada uma dessas classes exibe a generalização de um conjunto de substâncias, de acordo com características específicas contidas em suas respectivas estruturas químicas, direcionadas pela presença de determinado grupo funcional.

A formação do pensamento teórico, como é o pensamento químico, envolve o movimento de ascensão do abstrato para o concreto, remetendo-se à lógica dialética pela efetivação de um processo em que se visa revelar a essência dos objetos de conhecimento (GALPERIN, 1979; DAVYDOV, 1987). Para essa formação, devem ser utilizados métodos e estratégias cognitivas considerando as particularidades de cada ciência e colocando o estudante em situações que lhes permitam analisar e resolver problemas teóricos e situações concretas da vida prática (DAVYDOV, 1987). Desse modo, segundo o Enfoque Histórico-Cultural, o desenvolvimento do pensamento teórico não se vincula a se pensar apenas abstratamente com um conjunto de proposições fixas, pautando-se apenas na memorização de nomes e definições. Esse tipo de concepção busca favorecer e exercer uma instrumentalidade para que seja desenvolvido uma generalização capaz de caracterizar o conteúdo/conceito e de relacioná-lo a uma diversidade de problemas específicos (DAVYDOV, 1983).

Para Vygotsky (2001), um fator determinante na evolução do pensamento verbal é a formação de conceitos. Esse autor os considera como instrumentos culturais orientadores das ações dos sujeitos em suas interlocuções com o mundo (VIGOTSKI, 2007). A palavra se constitui no signo para o processo de formação conceitual; inicialmente ela tem o papel de meio e, posteriormente, torna-se o símbolo do conceito (VIGOTSKI, 1989). Por exemplo, o termo “grupo funcional” exprime um conceito químico e, caso seja apropriada teoricamente, transforma-se de um verbete, um meio linguístico, a um símbolo químico-conceitual.

Os conceitos são formados por duas vias, qualitativamente distintas e equivalentes do ponto de vista funcional: a via espontânea, desencadeada na vida cotidiana; e a via do contexto escolar (VIGOTSKI, 1993, 2001). Enquanto os conceitos espontâneos são formados no cotidiano, os conceitos científicos se formam na escola (VIGOTSKI, 2001).

A formação do conceito científico na concepção vigotskiana é uma função psicológica superior que tem origem nos processos de ensino, por meio das suas atividades intencionais e estruturadas, com a mediação dos professores (VIGOTSKI, 2001). O processo de formação de conceitos envolve a participação de todas as

funções mentais (atenção, vontade, emoção, consciência etc.), na forma de um sistema no qual cada função psíquica exerce um determinado papel (VIGOTSKI, 1989). Para esse autor, a formação de um “[...] o conceito não é simplesmente um conjunto de conexões associativas que se assimila com a ajuda da memória, não é um hábito mental automático, mas um autêntico e completo ato do pensamento” (VIGOTSKI, 1993, p. 184, grifo do autor). Conforme pode ser observado, O Enfoque Histórico-Cultural destaca que a apropriação conceitual não é um processo passivo ou uma simples formação por associação.

O conceito científico é compreendido na perspectiva histórico-cultural como categoria simbólica que reflete o conjunto de propriedades necessárias e suficientes e que permite generalizar-se uma classe de objetos (NUÑEZ, 2009). Isso pode ser exemplificado com a categorização de uma diversidade de substâncias em conjuntos de Funções Orgânicas Oxigenadas. Adicionalmente, as características necessárias e suficientes de um conceito genérico podem fazer parte de um conceito menos genérico (específico), por estarem nele generalizadas. No caso das funções orgânicas, esse aspecto é importante para se distinguir os grupamentos funcionais tanto entre si quanto para diferenciá-los de determinadas funções orgânicas. Por exemplo, a presença de um arranjo $C=O$ é necessária para que a molécula de uma substância seja classificada cetona, aldeído, ácido carboxílico ou éster, mas não é suficiente. Ou também, a presença de uma hidroxila em uma dada molécula, apesar de necessária, não é critério suficiente para que ela seja classificada como um álcool.

Para Vygotsky (2007), apesar de a formação de conceitos no ser humano ter o seu início na infância, as funções intelectuais que formam a base psicológica e possibilitam a plena formação conceitual têm o seu amadurecimento somente na fase da adolescência. No entanto, para Vygotsky (2001), as forças que engendram estes processos e acionam os mecanismos de amadurecimento encontram-se fora do sujeito. As determinantes sociais criam problemas, exigências, objetivos e motivações que impulsionam o desenvolvimento intelectual do adolescente, no que se refere ao conteúdo e pensamento, tendo-se em vista a sua projeção na vida social, cultural e profissional do mundo adulto (DAVYDOV e ZINCHENKO, 1994; LEONTIEV, 1978; GALPERIN, 1978). Tal aspecto é importante para os critérios de seleção do currículo químico escolar e destacar a importância que determinadas abordagens, como as das Funções Orgânicas, ocorram no ensino médio, etapa escolar onde os estudantes têm mais maturidade.

Outra questão a ser pontuada é que a apropriação de conhecimentos não é um processo que ocorre à margem das de aspectos afetivos do estudante (GALPERIN, 2001). Como um ser social, o estudante possui sentimentos, vontades, necessidades e interesses, que condicionam e dão sentido à sua própria atividade de aprendizagem (TALÍZINA, 1987). Como pode ser verificado no cotidiano da Química escolar, tais aspectos interferem na sua participação, na atenção, na concentração e na motivação ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

Talízina (2009) considera que na educação escolar o principal objetivo dos sujeitos é a busca pela assimilação da experiência social, da obtenção de conhecimentos. Por isso, é importante considerar que a aprendizagem depende diretamente dos motivos que formam os sentidos nos escolares. Ainda de acordo com Talízina:

A atividade do sujeito sempre corresponde a alguma necessidade e se dirige ao objeto que pode satisfazer essa necessidade. O objeto impulsiona e dirige a atividade do sujeito. Por isso que a aprendizagem constitui uma atividade somente quando satisfaz à necessidade cognoscitiva. Neste caso, os conhecimentos, para o domínio dos quais se dirige a aprendizagem, participam como *motivo*, onde a necessidade cognoscitiva do aluno encontrou a sua realidade objetiva e, simultaneamente, participam como o objetivo da educação escolar. Se o aluno não tem necessidade cognoscitiva, então ele não vai estudar ou vai estudar para satisfazer outra necessidade. Neste último caso, a aprendizagem não será uma atividade, porque a aquisição dos conhecimentos, como tal, não conduz à satisfação da necessidade do sujeito, mas que apenas lhe serve como um objetivo intermediário. A aprendizagem se converte na *ação* que se inclui em outra atividade; os conhecimentos, como objetivo da ação, não cumprem com a função do motivo, devido a que o que impulsiona o processo de aprendizagem não são estes conhecimentos, mas aquilo pelo que o aluno estuda e o conduz à satisfação da necessidade que se encontra detrás deste. (TALÍZINA, 2009, p.60).

Enquanto há alguns motivos que impulsionam a atividade de aprendizagem e lhe dão um sentido pessoal, outros servem de impulsos complementares. Segundo o Enfoque Histórico-Cultural, os melhores motivos são os cognoscitivos, que servem de motivação interna, ou seja, a obtenção de conhecimentos é objetivo da atividade do estudante e não apenas um meio para se obter alguns outros objetivos.

É possível se verificar que em determinadas atividades escolares em Química muitos estudantes exibem ou são levados a exibirem motivos externos, ou seja, não relacionados com a assimilação de conhecimentos, como motivos principais. Seja em uma aula tradicional, em uma experimentação em laboratório, numa visita técnica ou na utilização de um jogo didático, por exemplo, esses motivos externos se relacionam à satisfação de outras necessidades que não são cognitivas. Neste caso, o motivo

não corresponde ao objetivo, e aprendizagem escolar pode estar direcionada para que o estudante realize outros objetivos. Adicionalmente, a motivação cognitiva deve se distanciar do puro envaidecimento e se associar à motivação social, voltada a motivos sociais amplos, ao coletivo (TALÍZINA, 1987; ZILBERSTEIN, 1998).

Segundo destacado anteriormente, para o Enfoque Histórico-Cultural, o professor é o mediador entre o conhecimento e o estudante. Ele tem uma formação profissional para efetivar a mediação entre os produtos culturais humanos e seres humanos em desenvolvimento (DUARTE, 2003; LIBÂNEO, 2008; DAVYDOV, 1999). Por isso, os autores desse referencial enfatizam o caráter mediador do trabalho do professor no processo de apropriação dos produtos culturais e consideram que os processos de aprendizagem conscientemente dirigidos pelo professor são qualitativamente superiores aos processos espontâneos, conforme destacado por Vygotsky (1988) e por Leontiev (1978).

A especificidade da escola é a transmissão, de forma sistematizada e organizada, do saber historicamente elaborado, sistematizado, clássico, que permita o entendimento da realidade social e a promoção do desenvolvimento individual (SAVIANI, 2000). A atividade do professor é um conjunto de ações intencionais, conscientes, dirigidas a essa finalidade (BASSO, 1998). A significação social da atividade pedagógica do professor está em proporcionar condições para que os estudantes aprendam, ou melhor, engajem-se em atividades de aprendizagem (LIBÂNEO, 2004). Para tanto, o professor é responsável por organizar situações propiciadoras da aprendizagem, levando em conta os conteúdos a serem transmitidos e a melhor maneira de fazê-lo.

Vygotsky (2001) ressalta a importância da orientação do ensino para a apropriação dos conceitos científicos com base na compreensão de que esse tipo de conceito não é assimilado em sua forma acabada. De acordo com Davydov (1988), as características peculiares extrínsecas e intrínsecas dos objetos se revelam tanto nas imagens sensoriais quanto conceituais e isso não ocorre por meio de uma mera contemplação, mas pelas diferentes formas de atividade. Tal posicionamento auxilia no reforço quanto às críticas sobre modelo de transmissão-recepção utilizados em determinadas atividades de ensino-aprendizagem nas tradicionais abordagens sobre Funções Orgânicas Oxigenadas. Nesse sentido, torna-se importante o uso estratégias mentais planejadas e desenvolvidas intencionalmente com base em aspectos teórico-metodológicos visando a intervenção sistematizada para a apropriação do conceito

científico. Portanto, como a aprendizagem é um tipo de processo cognoscitivo que se desenvolve em condições específicas, no processo de ensino devem ser geradas as condições favoráveis para a assimilação.

Galperin se apropriou de ideias de Vygotsky e de Leontiev, mas tomou posse e foi além (MARCELINO-JR, 2014). Ele concordou sobre a importância da atividade para o processo de ensino-aprendizagem, mas não qualquer atividade e sim a “atividade orientada” (GALPERIN, 2001; TALÍZINA, 2000).

Vigotsky (2007) considerava que o processo psicológico de mediação da criança ocorre no transcorrer de sua comunicação direta, na interação, com os adultos. Estes lhes ensinam os sinais e os conceitos. Para Leontiev (1983), a mediação acontece no curso da atividade da criança, organizada pelos adultos, dentro do processo em que a criança adquire novos métodos de lidar com signos e com as noções sociais e as científicas. Porém, apesar de concordar com Leontiev, na visão de Galperin (2001) esse conceito de atividade era amplo demais para resolver algumas questões teóricas e práticas.

Galperin elaborou a Teoria de Formação Planificada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, voltada a instrumentalizar o processo de formação das ações mentais e dos conceitos científicos, que levam à formação do pensamento teórico (TALÍZINA, 1987; NÚÑEZ, 2009). A sua teoria esclarece a gênese e as interfuncionalidades das ações internas, psíquicas, com as ações externas, materiais, como um processo dinâmico e complexo, no qual a atividade orientadora ocupa um papel central (MARCELINO-JR, 2014). Galperin (1978) destaca que o surgimento e a formação das ações internas (mentais), a partir da ação externa (material), parte do plano da experiência social e vai até o plano da experiência individual, resultando na formação do pensamento e das ações. Na teoria galperiana, as ações mentais, ações objetivas por sua natureza, inicialmente se realizam por meio da atividade orientada com apoio de objetos externos ou com as suas representações materiais e, passando por outros momentos funcionais, denominados de etapas, posteriormente, são realizadas no plano mental, interpsicológico, até se tornarem propriedades da psique (MARCELINO-JR, 2014).

Essa proposta resulta de reflexões e das críticas de Galperin aos modelos de ensino até então adotados pela escola: modelo de ensino tradicional e modelo de ensino aberto, um modelo de ensino por investigação (GALPERIN, 1989; REZENDE e VALDÉS, 2006). Em relação a este último, a ênfase do professor estava em desafiar

o estudante a pesquisar e explicar determinados conceitos e/ou consequências de suas aplicabilidades. Galperin (1976) criticava principalmente o fato de que havia uma dissociação demasiada entre a teoria e a prática na aprendizagem de determinados conceitos teóricos, com certa apologia ao fazer prático. No ensino de Química, podemos verificar esse procedimento em diferentes tipos situação que acabam por levar à ênfase na espontaneidade sobre o papel ativo do estudante, por exemplo, na execução de uma atividade experimental em laboratório ou no desenvolvimento de um jogo didático.

As críticas de Galperin (1976, 2001) em relação ao modelo tradicional educação escolar foram mais amplas. Ele criticou as estratégias pautadas em atividades nas quais o sujeito não exerce papel ativo sobre a sua aprendizagem e sobre as quais a formação do conceito ocorre a partir da generalização gradual, progressiva, do conteúdo do conceito, acompanhada pela liberação do conjunto de representações cotidianas, também realizada de forma gradual e baseadas em particularidades, sem a visão de um todo. Trazendo a discussão acima ao plano da abordagem sobre Funções Orgânicas Oxigenadas, por exemplo, usualmente se estudam as funções orgânicas individualmente, sem apresentar a sua diversidade. Outro aspecto é a tentativa de desmembrar grupamentos funcionais, como acontece com a carboxila, quando equivocadamente tentam considerá-la um somatório de uma carbonila e de uma hidroxila. Determinadas estratégias também acabam por tentar separar conceitos, propriedades e aplicações, apresentando-os em momentos didáticos distintos, como se fossem tópicos isolados e independentes; em certos casos, as aplicações das substâncias são utilizadas meramente com recursos ilustrativos. Ademais, comumente, para cada uma das funções orgânicas, apresentam-se particularidades, sem uma visão do todo, como acontece nas tradicionais abordagens com os ácidos carboxílicos que, muitas vezes, desconsideram os ácidos graxos, ácidos carboxílicos de cadeias longas, usualmente limitados às explanações envolvendo triglicerídeos. Além disso, verificam-se preferências por abordagens prioritariamente teórico-conceituais, centradas em definições e classificações com base em aspectos sensoriais de nomes e fórmulas representacionais.

Na concepção galperiana, não se garante a assimilação de um conceito novo, simplesmente aprendendo os traços essenciais desse conceito, assim como, o conhecimento dessas características não assegura a utilização consciente de um

determinado conceito quando se faz necessário orientar-se na realidade correspondente, ou seja, aplicá-lo (GALPERIN, 2001). Essa relação destaca a visão do Enfoque Histórico-Cultural de que a atividade de aprendizagem exige o vínculo entre a assimilação do conceito e a sua aplicação. Nesse sentido, fundamentando-se em Leontiev, Nuñez (2009) atenta para o fato de que o domínio do conceito é um indicativo da formação do pensamento teórico e este se revela quando se aprende a agir conceitualmente.

O desenvolvimento do pensamento teórico envolve a mediação e melhor se desenvolve com uma orientação mais eficaz. Para Galperin (1971) a orientação é o sinônimo de compreensão, pelo papel objetivo que o estudante desempenha na ação. As orientações do estudante demonstram a onexão existente entre os conceitos a serem aprendidos, como aqueles associados às Funções Orgânicas Oxigenadas, e a sua capacidade de compreendê-los, assimilá-los e aplicá-los na prática. Essas orientações variam de acordo com o refinamento obtido por meio da prática (GALPERIN, 2001).

É importante que as estratégias didáticas no ensino-aprendizagem de Química considerem a dimensão utilitária dos compostos químicos, em termos de suas propriedades e aplicações (MALDANER, 1999; BRASIL, 2006). Essa ressalva é válida também para aquelas estratégias consideradas “ não tradicionais”, para que não se incorra em riscos de, conforme alerta Paulo Freire (1996), se revestir o velho por algo novo, no qual a essência permanecer a mesma.

A abordagem realizada neste tópico reforça alguns importantes aspectos atribuídos pelo Enfoque Histórico-Cultural ao processo de ensino-aprendizagem, entre os quais se destaca: i) a relevância da apropriação ativa pelo estudante dos conhecimentos produzidos historicamente e que já existem objetivamente no mundo, como o conhecimento associado ao conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas, ii) a necessidade de orientação, de mediação, para que ele se potencialize como um sujeito ativo do seu processo de aprendizagem, como se pretende proceder na atividade de desenvolvimento de palavras cruzadas para revisão desse conteúdo.

Em continuidade, será apresentado o percurso metodológico planejado para a realização da pesquisa.

3 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida fundamenta-se na abordagem qualitativa, referindo-se ao caráter subjetivo que envolve os temas tratados, e possui uma ênfase de natureza aplicada e interpretativa (MOREIRA e CALEFFE, 2008). Considerou-se que esse tipo de abordagem é indicado em investigações preocupadas com o processo e não apenas com o produto (TRIVIÑOS, 1987), e voltadas à interpretação dos fenômenos e atribuição dos significados na explicação dos dados obtidos (GIL, 2007). Buscando ressaltar essa característica, a pesquisa também utilizou procedimentos quantitativos para análise e interpretação dos dados, no que tange a obtenção de valores percentuais, de modo a reforçar a natureza qualitativa da discussão em torno dos mesmos. Nesse sentido, assumiu-se que a relação entre quantidade e qualidade é dialética (RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003) e que esse tipo de tratamento é uma das orientações para a pesquisa educacional (COUTINHO, 2008).

3.1 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA

Este trabalho foi realizado do Colégio Militar do Recife (CMR), Recife, Pernambuco, instituição de ensino na qual sou professora. O CMR teve início das suas atividades 1960. Em 1988, dentro de um cenário de grave crise econômica nacional, elas foram temporariamente encerradas, até ser reaberto em 1993. Atualmente, esse agente do sistema educacional brasileiro, tem dado continuidade à função de preparar seus estudantes tanto para as carreiras militares quando para o exercício nas diversas profissões e funções públicas civis. A proposta educativa na qual foi baseada a criação e que se alicerça a manutenção do Sistema Colégio Militar do Brasil busca formar sujeitos capazes de compreender o mundo e agir de forma crítica. Nessa direção, a pesquisa aqui proposta se desenvolveu dentro de um contexto que busca a oferta de metodologias criativas para a formação sólida e integral dos estudos.

Participaram da pesquisa 132 (cento e trinta e dois) estudantes do 3º ano do Ensino Médio, matriculados em 4 (quatro) turmas, cada uma com 33 (trinta e três) concluintes. Os estudantes desenvolveram as atividades distribuídos em 35 (trinta e cinco) grupos, cada um composto por 3 (três) ou 4 (quatro) componentes, pertencentes a uma mesma turma ou de turmas diferentes.

Os aspectos éticos foram respeitados na pesquisa. Todos os sujeitos concordaram em participar da pesquisa, que havia sido previamente submetida ao Sistema Colégio Militar do Brasil, para aprovação. Os estudantes receberam informações relativas aos objetivos, procedimentos e ações que seriam realizadas. Também foram comunicados que a participação não era obrigatória e, a qualquer momento, tinham plena autonomia para recusa e não participação da atividade. Igualmente, foi informado que atividade estava vinculada à pesquisa e estaria associada à nota da avaliação escolar, para os que assim desejassem. Todos os estudantes optaram por realizar a atividade de produção de cruzadas como forma para computo de parte da nota avaliativa de desempenho trimestral.

A pesquisadora garantiu aos estudantes e à instituição escolar a confidencialidade e a privacidade de todas as informações coletadas/construídas, e apenas os pesquisadores tiveram acesso aos dados. Garantiu-se que os dados seriam tratados e analisados dentro de uma totalidade e que, para preservar a identidade dos participantes, os estudantes não teriam os seus nomes explicitados e que os grupos seriam numerados de 1 a 35, conforme efetivado.

3.2 O PERCURSSO FORMATIVO

A pesquisa foi desenvolvida dentro dos seguintes momentos:

- i) aulas remotas sobre as Funções Orgânicas Oxigenadas;
- ii) apresentação da atividade de desenvolvimento das cruzadas; e
- iii) elaboração de palavras cruzadas pelos estudantes.

A abordagem do conteúdo químico foi realizada em 4 (quatro) aulas, nas quais foram contempladas as seguintes funções: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. Os aspectos abordados foram: i) tipos de funções, ii) grupos funcionais, iii) nomenclaturas, iv) propriedades e v) aplicações.

As funções orgânicas oxigenadas foram divididas em 2 (dois) blocos, cada um contemplando 3 (três) funções. Para cada um dos blocos, foram destinadas 2 (duas) aulas nas quais foram abordados os aspectos acima citados e efetuada a resolução de problemas. A opção por esses aspectos do conteúdo químico-curricular foi baseada nos objetos de conhecimento normalmente trabalhados no CMR, que são selecionados tomando-se por orientação a matriz curricular do próprio Sistema Colégio Militar do Brasil, a matriz curricular do Exame Nacional do Ensino Médio

(ENEM) (BRASIL, 2009) e o programa da terceira fase do Sistema Seriado de Avaliação da Universidade de Pernambuco (SSA3/UPE).

As aulas foram ministradas remotamente, por causa da pandemia. Os estudantes receberam as aulas em vídeos e em formato de PDF (*Portable Document Format*, Adobe Systems), via ambiente de aprendizagem virtual (AVA). Também foram realizados momentos síncronos (*lives*) com os estudantes. Nessas oportunidades, ocorreram diálogos com as turmas para favorecer as trocas de ideias, explicações e/ou esclarecimentos de dúvidas sobre o conteúdo das aulas, e sobre o processo de produção das cruzadas.

Os estudantes também receberam as orientações para construir as palavras cruzadas, em formato vídeo e em PDF. Depois, elaborariam as cruzadas seguindo 2 (dois) critérios, designados por etapas: i) Etapa 1 - diagrama livre e ii) Etapa 2 - diagrama fechado. Em ambas as etapas, eles puderam e foram estimulados a utilizar livros, anotações de aula e páginas da internet como fonte de pesquisa.

Os estudantes desenvolveram a produção de cruzadas nos seus respectivos grupos, também de forma remota. Para tanto, eles se articularam e interagiram uns com os outros por meio de plataformas e/ou aplicativos digitais de redes sociais.

3.2.1 – A elaboração de cruzadas em diagrama livre (Etapa 1)

Os estudantes foram orientados a criarem palavras cruzadas com 40 (quarenta) enigmas, que contemplassem os conteúdos previamente abordados, ou seja, envolvendo todas as funções orgânicas oxigenadas estudadas. O processo criativo de construção de enigmas e de montagem de diagrama teve livre formato. No entanto, a título de opções, foram elencadas algumas opções para elaboração de enigmas e de suas respostas, tais como: definições, perguntas ou complemento de frases, com ou sem figuras. Foi informado que as palavras cruzadas deveriam ser: i) manuscritas ou produzidas em editor digital de texto; ii) digitalizadas (escaneadas), em um único arquivo, em PDF; e iii) enviadas por um representante do grupo, por meio digital, à professora. Considerando impossibilidade de encontros presenciais entre os estudantes, por causa do período de pandemia, foi estabelecido um prazo de 4 (quatro) semanas para finalização da atividade e envio das palavras cruzadas.

Os 35 (trinta e cinco) grupos produziram suas respectivas cruzadas, porém, no material apresentado, verificou-se que 3 (três) grupos elaboraram cruzadas em

formato de diagrama livre com menos de 40 (quarenta) enigmas, quantitativo inferior ao estipulado; essas cruzadas não foram inseridas no universo pesquisado. Também houve 3 (três) grupos que produziram mais de 40 enigmas. Portanto, o grupo amostral constou dos trabalhos de 32 (trinta e dois) grupos, portanto, 32 (trinta e duas) cruzadas em diagrama livre.

3.2.2 – A elaboração de cruzadas em diagrama fechado (Etapa 2)

Na segunda etapa, os estudantes foram solicitados a construírem palavras cruzadas com dentro de um diagrama 15 linhas x 13 colunas, fornecido pela professora, o formato utilizado nas palavras cruzadas comerciais do tipo “Diretas”. Para a construção das palavras cruzadas os estudantes deveriam: i) utilizar enigmas contendo distribuições equitativas entre: nomenclatura/estrutura, propriedades e aplicações; ii) realizar uma distribuição na qual cada palavra do diagrama deveria ter, pelo menos, uma interceptação (cruzamento) com outra palavra. O prazo estabelecido para o envio das palavras cruzadas foi de 2 (duas) semanas. Novamente, as palavras cruzadas produzidas por cada grupo foram enviadas à professora por um dos seus representantes.

Alguns estudantes não realizaram essa parte da atividade, de modo que foram enviadas 32 cruzadas dentro do modelo para elaboração de diagramas fechado. Segundo os seus depoimentos, esses estudantes já haviam atingido nota mínima para serem aprovados e encerraram suas participações na disciplina. Verificou-se que as produções da Etapa 2 (diagrama fechado) apresentaram bem menos enigmas e bem menos interceptações que as da Etapa 1. Nenhum dos grupos apresentou o digrama totalmente preenchido ou preenchido parcialmente dentro de um formato mais próximo ao do diagrama tipo “Diretas”. Considerando essa situação, o universo amostral ficou limitado às 32 (trinta e duas) cruzadas elaboradas na Etapa 1.

3.3 COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada a partir do documento digital enviado por cada grupo, contendo um conjunto de pistas/questões e o diagrama da palavra cruzada. Cada arquivo PDF com foi numerado e armazenado em uma pasta eletrônica.

O tratamento e a análise dos dados ocorreram de forma separada para cada uma das etapas (diagrama livre e diagrama fechado). A análise da Etapa 1 foi mais detalhada, pois as cruzadas da Etapa 2 não se adequaram satisfatoriamente às recomendações diagramais propostas para a atividade. Em continuidade, apresenta-se o processo de análise para as cruzadas em diagrama livre.

Cada cruzada foi analisada enigma por enigma. A análise dos dados dos enigmas e das respostas produzidos foi realizada com a metodologia de análise de conteúdo, aplicando-se 3 (três) fases: i) a pré-análise; ii) a exploração do material; e iii) o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação (BARDIN, 2010). Os dados coletados a partir das pistas e diagramas foram separados por unidades de significado, para a identificação de sentidos, observando as concordâncias e as discordâncias das respostas. Desse procedimento emergiram as categorias e subcategorias de análise, considerando-se os aspectos da diagramação e do tratamento veiculado ao conhecimento químico, conforme indicado no quadro 3.

Quadro 3 - Critérios utilizados para a análise das cruzadas

ASPECTOS DA DIAGRAMAÇÃO

- Formato dos diagramas: - Diagrama espalhado; - Diagrama concentrado; - Diagrama dividido.
- Quantidade de enigmas.
- Distribuição das respostas no diagrama: - Verticais; - Horizontais.
- Tamanho das respostas (Quantidade de letras): - De 1 a 5; - De 6 a 10; - Mais que 10.
- Quantidade de intercepções.
- Apresentação dos enigmas: *Forma de distribuição*: - lista única; - lista para verticais e para horizontais; - outros; *Estilo dos enunciados*: - Perguntas/Afirmativa; - Frases incompletas; *Elementos gráficos*: - Representações químicas; - Outros tipos de imagens.

TRATAMENTO DO CONHECIMENTO QUÍMICO

- Funções orgânicas oxigenadas contempladas: - Álcool; - Éter; - Aldeído; - Cetona; - Ácido carboxílico; - Éster.
- Ênfase da abordagem: - Monofuncional; - Interfuncional.
- Dimensões do conhecimento químico contempladas: *Aspectos químico-representacionais*: - Fórmula molecular; - Fórmula estrutural; - Grupos funcionais; - Nomenclatura; - *Propriedades*; - *Aplicações*.
- Abordagem: - Restritiva; - Relacional

3.3.1 Análise dos dados quanto aos aspectos da apresentação dos enigmas

Cada cruzada foi analisada inicialmente quanto aos aspectos dos formatos dos diagramas, segundo as categorias apresentadas no quadro 3. Os enigmas foram contados a partir das relações de pistas/dicas/perguntas apresentadas e pela conferência com as respostas indicadas nos diagramas. Em seguida, contabilizou-se o quantitativo de respostas verticais e horizontais. Então, procedeu-se a contagem do tamanho das palavras, de acordo com a quantidade de caracteres no vocábulo: - De 1 (um) a 5 (cinco); - De 6 (seis) a 10 (dez); - Mais de 10 (dez) caracteres; neste caso, traços e números também foram considerados. Por fim, contou-se a quantidade de interseções entre as palavras horizontais e verticais. Esses critérios foram estipulados para comparação dos formatos propostos com aqueles tradicionalmente utilizados em veículos de comunicação (jornais e revistas) e com as palavras cruzadas comerciais do tipo “Diretas”.

A primeira categorização voltou-se à classificação dos diagramas das palavras cruzadas foram classificados de acordo com três critérios: i) diagrama espalhado; ii) diagrama concentrado; e iii) diagrama dividido. Os diagramas apresentados nas figuras 1 a 3 exemplificam essa categorização.

Figura 1 - Exemplo de formato de diagrama espalhado

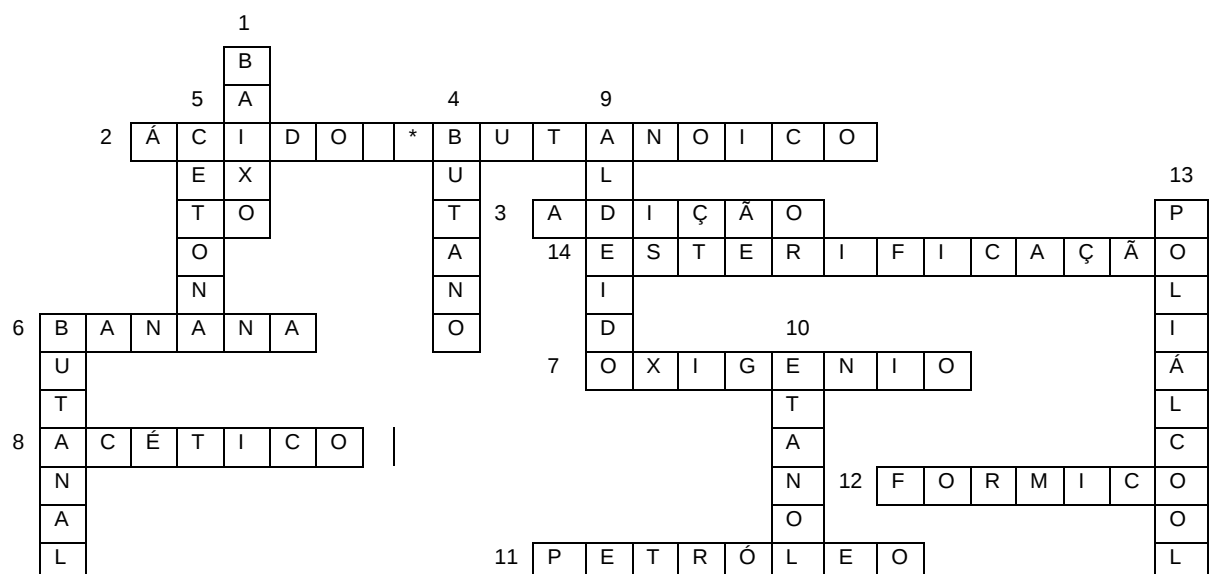


Figura 2 - Exemplo de formato de diagramas concentrado

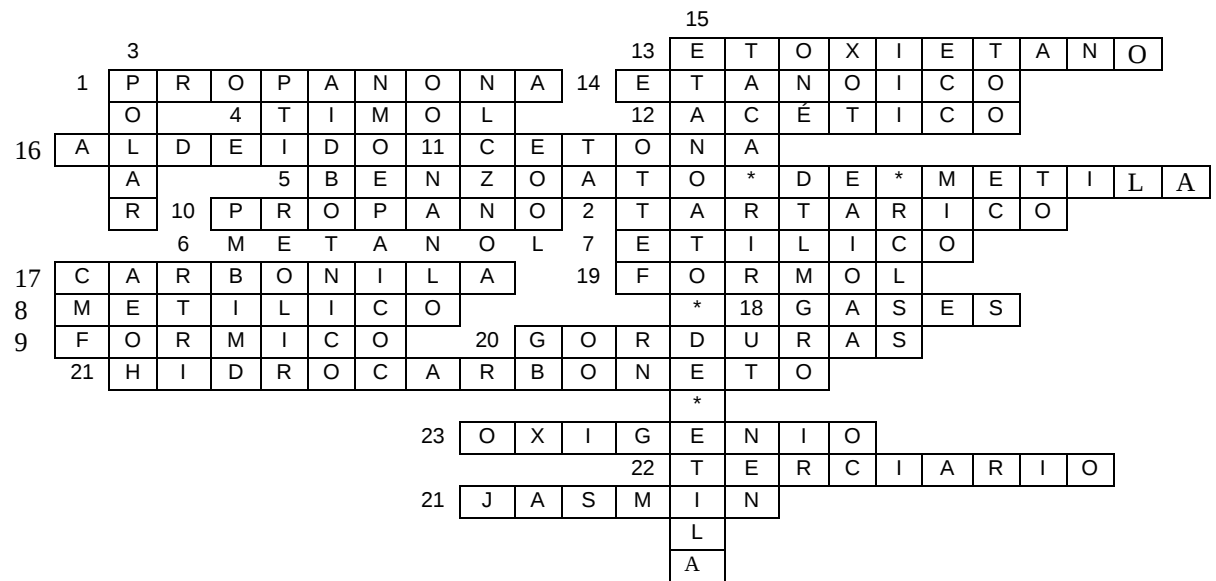
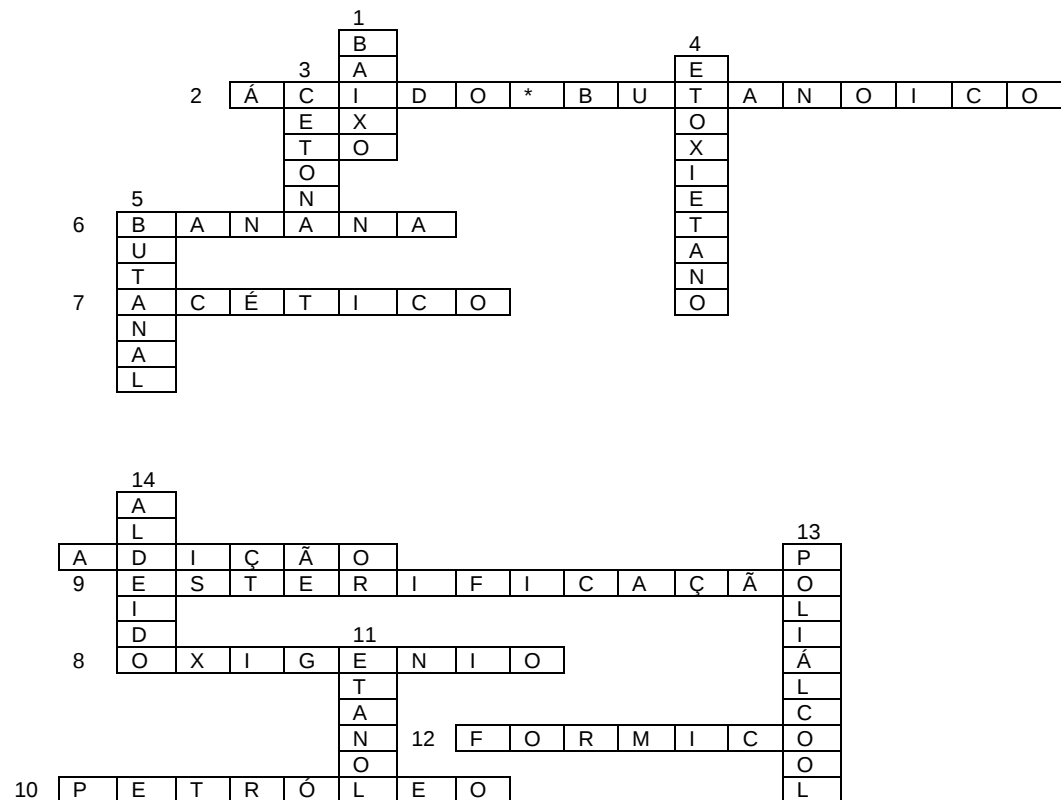


Figura 3 - Exemplo de formato de diagrama dividido



A análise da apresentação dos enigmas seguiu diferentes critérios. Para a Forma de distribuição, foram consideradas as seguintes respostas: lista única; lista para verticais e para horizontais; e outros. Os diagramas apresentados nas figuras 4 e 5 exemplificam essa categorização.

Figura 4 - Exemplo de distribuição de pistas em lista única.

- 1- éter presente no cravo da índia
- 2- principal componente da essência de baunilha
- 3- nomenclatura oficial do ácido acético
- 4- ácido carboxílico presente no vinho
- 5- reação entre ácido carboxílico e álcool
- 6- álcool utilizado como combustível de carros
- 7- nome do grupo funcional da cetona
- 8- ácido encontrado na formiga
- 9- qual função orgânica pertence o formol?
- 10- qual éter é utilizado como anestésico?

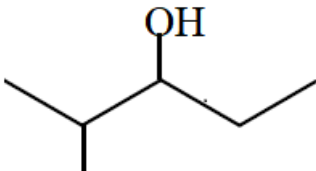
Figura 5 - Um exemplo de distribuição de pistas em lista para horizontais e verticais.

Vertical

- 1- nomenclatura IUPAC da cetona utilizada como solvente de esmalte
- 2- aldeído tem ponto de ebulição _____ que o álcool
- 3- ácido graxo são ácidos carboxílicos de cadeia _____
- 4- ácido carboxílico encontrado na manteiga
- 5- nomenclatura oficial do álcool que possui apenas 1 carbono
- 6- nomenclatura IUPAC do éter sulfúrico
- 7- ácido carboxílico presente no vinho

A análise dos enigmas prosseguiu, tomando-se por base a forma como eram apresentados. Para tanto, foram submetidos a duas subcategorias analíticas, e aos seus respectivos critérios de agrupamento: *estilo dos enunciados*: i) perguntas/afirmativas e ii) frases incompletas; e *elementos gráficos*: i) representações químicas e ii) outros tipos de imagens. O quadro 4 exemplifica a aplicação dos critérios para análise da apresentação dos enigmas nas pistas.

Quadro 4 - Critérios utilizados para a análise dos enigmas das cruzadas

<i>Estilo dos enunciados</i>	
• Pergunta	
Exemplo de enigma	qual função orgânica pertence o formol?
• Afirmativa	
Exemplo de enigma	nome do grupo funcional da cetona
• Frases incompletas	
Exemplo de enigma	aldeído tem ponto de ebulição _____ que o álcool
<i>Elementos gráficos</i>	
• Representações químicas	
Exemplo de enigma	
• Outros tipos de imagens	
Exemplo de enigma	álcool extraído da 

As análises dos enigmas resultaram em diferentes formas de computação de presença de respostas na matriz de análise de dados. Em determinados casos, apenas uma categoria foi assinalada, pois uma única forma de expressão foi registrada, texto ou imagem, conforme apresentado. Mas houve casos em que mais de uma opção foi considerada, conforme indicado na figura 6.

Figura 6 –Exemplo de enigma com mais de uma resposta dentro da categoria elementos gráficos

ácido _____ 

Neste enigma, computou-se que ambas as formas de expressão, representação química (fórmula estrutural para o ácido fórmico) e outro tipo de imagem (desenho da formiga), são informações relevantes para a formulação do contexto anunciado na questão.

3.3.2 Análise dos dados quanto ao tratamento do conhecimento químico

Cada enigma foi também avaliado quanto à abordagem dada ao conteúdo químico. Inicialmente, registrou-se quais funções orgânicas oxigenadas foram contempladas: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e/ou éster. Em continuidade, verificou-se se a ênfase era monofuncional, ou seja, restrita a uma única função ou multifuncional, envolvendo mais de uma função orgânica.

Figura 7 – Exemplos de ênfases monofuncional e multifuncional de enigmas

- a) Ênfase monofuncional
A nomenclatura IUPAC do álcool possui a terminação _____
- b) Ênfase multifuncional
reação entre ácido carboxílico e álcool

As dimensões do conhecimento químico contempladas em cada enigma foram distribuídas em três categorias: i) aspectos químico-representacionais; ii) propriedades; e iii) aplicações. Os aspectos relacionados à linguagem química foram agrupados nas seguintes classes: fórmula molecular; fórmula estrutural; grupos funcionais; e nomenclatura. Alguns poucos enigmas envolviam questões referentes à geometria molecular. Nestes casos, quando se vinculavam apenas à terminologia do conceito, eles foram computados na subcategoria “nomenclatura”; quando se relacionavam a aspectos espaciais, na categoria “fórmula molecular”.

A categoria “propriedades” considerou tratamentos veiculados nos enigmas que envolviam aspectos químicos, físicos e/ou biológicos. Para fins desse tipo de categorização, foram considerados os critérios

Figura 8 – Exemplos de enigmas que abordam as propriedades das substâncias orgânicas

- a) Exemplo de abordagem enfatizando uma propriedade química
etanal tem ponto de ebulição _____ que o etanol
- b) Exemplo de abordagem enfatizando uma propriedade física
os monoálcoois até 12 carbonos são _____
R = líquidos
- c) Exemplo de abordagem enfatizando uma propriedade biológica
sou do grupo cetona e responsável pela fragrância do jasmim

“Aplicações” foi outra categoria utilizada para análise do tratamento químico dos enigmas. A categoria “aplicações” sempre esteve associada a outra categoria, pelo menos. A figura 9 apresenta exemplos que ilustram esse tipo de categorização. Neste caso, nomenclatura e propriedades também são contempladas no enigma, ou seja, a abordagem envolve mais de uma dimensão do conhecimento químico.

Figura 9 – Exemplo de enigma que contempla a categoria aplicação das substâncias orgânicas

_____ é o álcool utilizado como combustível de carros e também no combate da covid-19.

Utilizou-se também um tipo de categorização que pudesse resumir a abordagem transmitida em cada enigma quanto aos aspectos relacionados ao conhecimento químico. Para tanto, essa abordagem foi classificada como: restritiva ou relacional, ou seja, relacionada com as aplicações das substâncias orgânicas. Considerou-se que uma abordagem restritiva se relacionava à ênfase em apenas em dimensões estritamente veiculadas ao aspecto químico-representacional e/ou de propriedades, sem relações com aplicações das substâncias oxigenadas. Quando essa veiculação fenomenológica macroscópica era operacionalizada nessa direção, considerou-se que a era abordagem relacional. O quadro 5 traz exemplos de dois tipos de ênfases nas abordagens.

Quadro 5 – Exemplos de dois tipos de ênfases nas abordagens dos enigmas: restritiva ou relacional

<i>Abordagem restritiva</i>	
Aldeídos apresentam densidade _____	do que a da água
<i>Abordagem relacional</i>	
16- sou preparado por oxidação do propeno e sou amplamente utilizado como removedor de esmalte	
	

Os dados obtidos foram registrados em uma matriz de análise produzida para essa finalidade (apêndice 1). Em seguida, foram analisados e receberam um tratamento interpretativo. As apresentações das análises dos resultados foram realizadas de forma argumentativa, às quais foram intercaladas com ilustrações contendo figuras e gráficos, para auxiliar nas exposições das informações. Ao longo das discussões dos resultados, também se procurou dialogar com os autores que

fundamentam a estudo, consolidando, assim, de alguma forma, as reflexões e os resultados desta pesquisa.

3.4 CONFECÇÃO DE UM PRODUTO DIDÁTICO

Como parte dos pré-requisitos para conclusão do Mestrado no PROFQUI, foi desenvolvido um produto didático com sugestões teórico-metodológicas para subsidiar o trabalho de professores interessados no ensino-aprendizagem das Funções Orgânicas Oxigenadas, as propostas apresentadas se direcionam à utilização de estratégias baseadas na construção de um jogo didático de palavras cruzadas temáticas (apêndice 2).

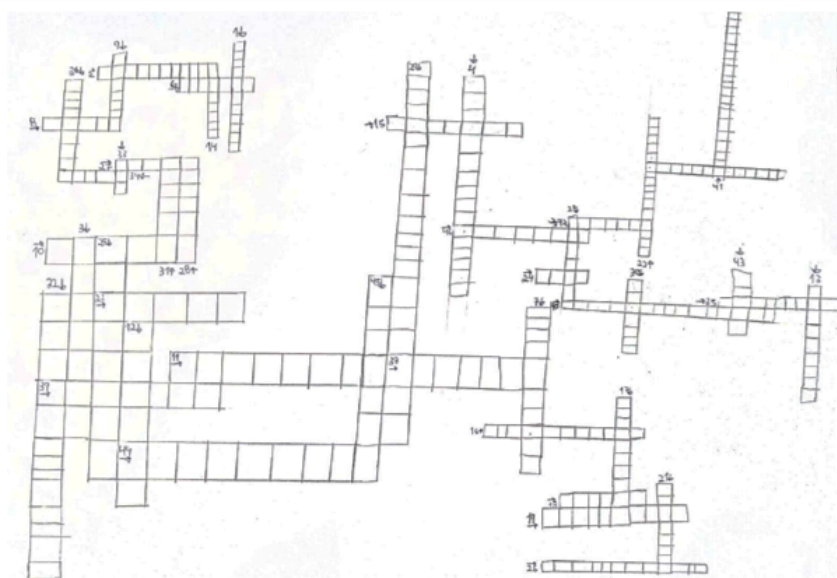
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 32 (trinta e dois) grupos de estudantes produziram um conjunto bastante diversificado de cruzadas. Os trabalhos de elaboração de palavras cruzadas da Etapa 1 foram produzidos à mão ou digitados em editores de texto e geraram uma quantidade diversificada de diagramas. Os diagramas ficaram mais nítidos quando os elaboradores dedicaram uma maior atenção à etapa de montagem, seja utilizando réguas, aproveitando as listas do caderno, usando papel milimetrado ou adequando tabelas digitalmente editadas. Em determinados casos, a caligrafia e a estética das células dificultaram um pouco a leitura e a coleta de dados, exigindo uma atenção adicional da pesquisadora. Outro fator que exigiu mais atenção na coleta de dados foi a deficiência na qualidade da digitalização das imagens. Algumas tinha baixa nitidez.

O conjunto das 32 (trinta e duas) cruzadas produzidas na Etapa 1 continha um total de 1280 (mil duzentos e oitenta) enigmas. Individualmente, cada um foi analisado conforme os critérios apresentados anteriormente.

O formato prioritariamente utilizado para diagramação das palavras de respostas aos enigmas foi de diagrama espalhado, 94%. Apenas 3 (três) palavras cruzadas não seguiram esse estilo; 2 (duas) cruzadas apresentaram o formato de diagrama concentrado e uma única no formato dividido. Com exceção da cruzada do grupo 35 (figura 10), os diagramas estavam preenchidos com as repostas aos enigmas.

Figura 10 – Diagrama da cruzada do grupo 35, um exemplo do tipo de diagramação mais contemplado nos trabalhos.

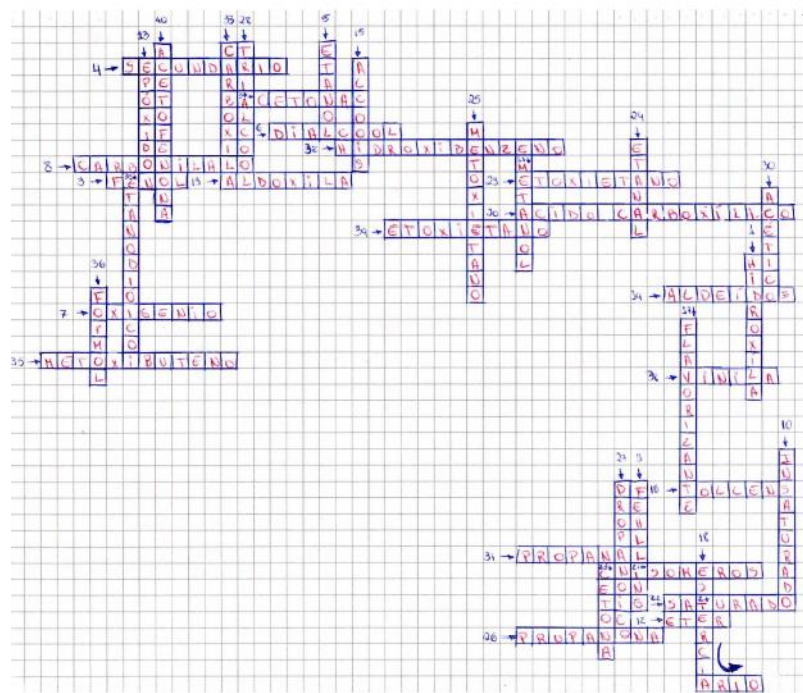


O diagrama do grupo 24 apresenta 26 (vinte e seis) palavras na vertical e possui 34 (trinta e quatro) interseções, somente 2 (duas) a mais que a média do conjunto

de cruzadas. Ainda que haja uma palavra que não tenha interceptação (resposta ao enigma 40), o formato adquirido aparenta ter sofrido mais influência por causa de um aspecto: a opção por se efetuar cruzamentos onde as respostas apresentadas horizontalmente se localizassem mais próximas umas das outras.

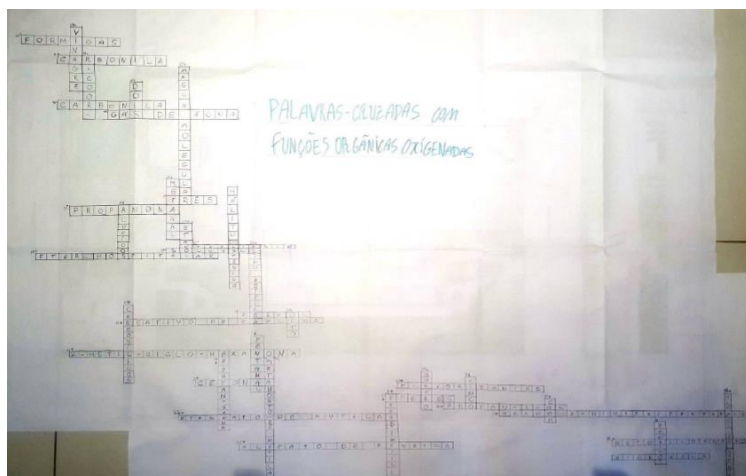
Pela forma como os diagramas estão projetados, dá-se a entender que os estudantes escolheram de modo imutável os seus 40 (quarenta) enigmas e as respostas para eles e, a partir dessa decisão, buscaram letras comuns que se tornassem um ponto de interseção. Esse tipo de entendimento é reforçado pela variação entre os pontos de interseção nos diagramas de formato espalhado, conforme exemplificado na cruzada do grupo 23 (figura 12).

Figura 12 – Diagrama de formato espalhado da cruzada do grupo 23, um exemplo que ilustra os distanciamentos entre os pontos de interseção.



A cruzada do grupo 19 (figura 13) colabora também com esse tipo de compreensão e enfatiza o cuidado que o docente deve ter na orientação da atividade didática desempenhada pelos estudantes. Conforme verificado, o formato do diagrama é tão espalhado que necessitou da utilização de duas folhas de papel A4 para a sua confecção.

Figura 13 – Diagrama do grupo 19, um exemplo de formato espalhado de cruzada.

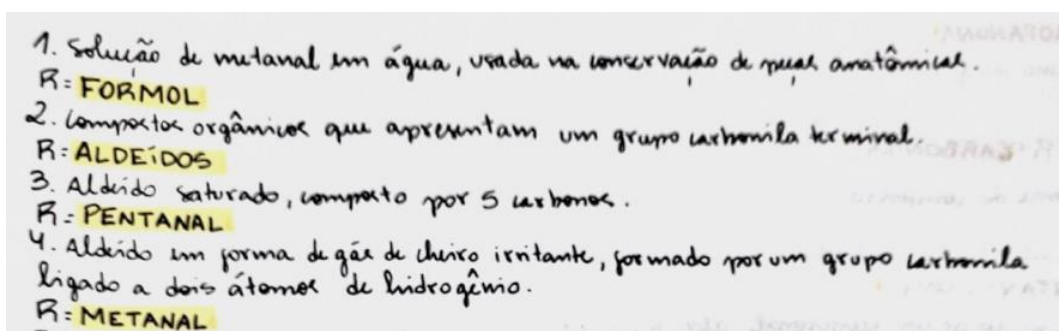


Verificou-se que para determinados grupos, a ausência de um formato previamente definido acabou por diminuir a orientação quanto ao significado do jogo de palavras cruzadas, que tem as interseções como característica marcante. A presença de grandes quantidades de interseções em uma cruzada é um indicativo do esforço para tornar o aspecto técnico-operativo da atividade mais lúdico, para que a cruzada se assemelhe mais a um jogo. Diagramações com esse tipo de característica podem contribuir um fator que pode gerar interesse pela atividade de respondê-la.

Do ponto de vista da elaboração dos diagramas das cruzadas, especialmente se tratando da produção manual, os encaixes baseados em tentativa e erro trazem uma exigência adicional em termos quantidade de enigmas a serem desenvolvidos. Nem sempre todas as palavras - as respostas dos enigmas - que foram propostas se adequam a determinadas tentativas de encaixe de modo a se propiciar um diagrama que tenha um formato condensado, ou seja, que sejam mais próximo aos modelos utilizados em revistas, nos jornais e na internet. Sendo assim, esse tipo de procedimento exige que os elaboradores, no caso os estudantes, exercitem a paciência e persistência, testando múltiplas possibilidades com o conjunto proposto ou que desenvolvam um conjunto bem maior, que funcione como um banco de enigmas. Porém, na análise conjunta dos diagramas, verificou-se que aqueles conseguiram estabelecer uma média de 2 (duas) a 3 (três) interseções por palavras conseguiram apresentar um diagrama mais organizado que, apesar de ser classificado como espalhado, mantinha certa proximidade entre linhas e colunas.

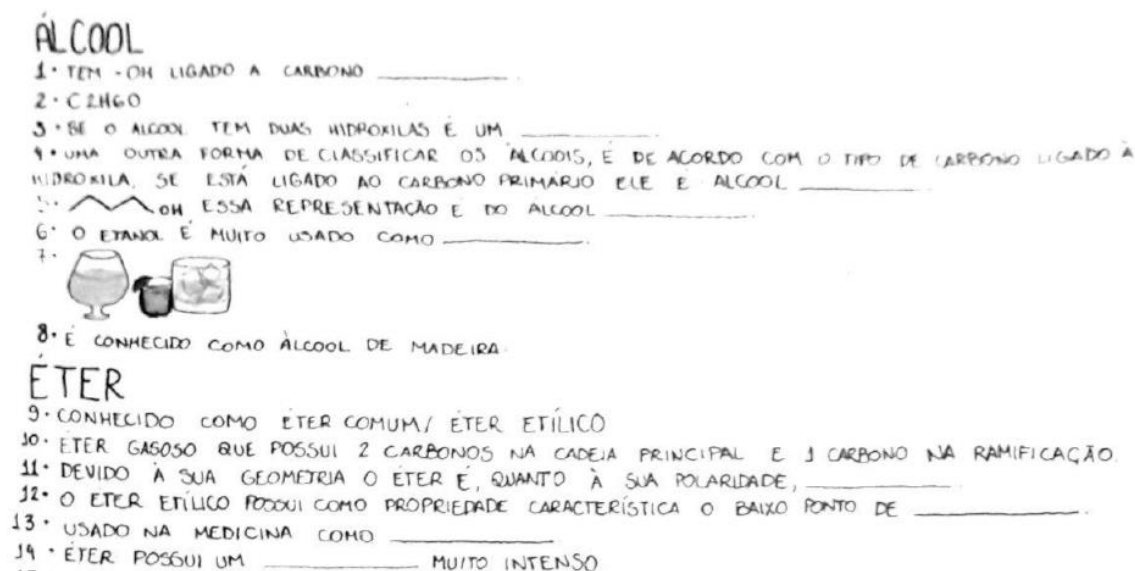
Os estudantes utilizaram diferentes formas para apresentar o conjunto de enigmas de suas respectivas cruzadas. No entanto, a forma de distribuição priorizada pela maioria foi a de lista única, contendo uma relação com todas as pistas. Apesar disso, também foi utilizado com boa frequência o formato com duas listas, uma para as palavras verticais e outra para horizontais. A maioria das cruzadas apresentou as respostas apenas no preenchimento dos diagramas, mas algumas poucas também trouxeram essa indicação logo após a formulação do enigma, como é visto no fragmento compilado da cruzada do grupo 19 (figura 14).

Figura 14 – Fragmento de apresentação da lista de enigmas da cruzada do grupo 19, que apresenta as respostas logo após cada enunciado.



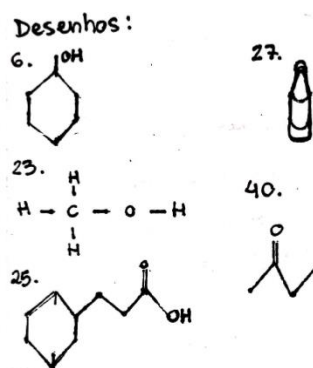
Houve propostas em que os estudantes optaram por listar os enigmas em blocos, de acordo com as funções oxigenadas, conforme verificado da cruzada do grupo 12 (figura 15).

Figura 15 – Fragmento de apresentação da lista de enigmas da cruzada do grupo 12, que compartimentaliza os enunciados por função oxigenada.



As imagens geralmente estavam ilustradas diretamente no enigma. Mas em uma situação, na cruzada 14, os estudantes preferiram representarem após a lista de enigmas (figura 16).

Figura 16 – Apresentação de imagens após a relação de enigmas, verificada na cruzada do grupo 14.



A diversidade de maneiras de apresentação do conjunto de enigmas pelos estudantes também pôde ser verificada na análise da cruzada do grupo 2 (figura 17). Esse grupo preferiu listá-los utilizando categorias relacionadas às dimensões do conhecimento químico.

Figura 17 – Cruzada do grupo 2, apresentação da relação de enigmas por compartimentalização baseada nas categorias relacionadas às dimensões do conhecimento químico.

nomensclaturas substantivas ^{AB}
(indicar qual composto orgânico representa)
prefixo + afixo + prefixo + afixo + sufixo ①
prefixo + afixo + sufixo + afixo ②
prefixo + afixo + sufixo + afixo ③
afixo + prefixo + afixo + sufixo + afixo ④
prefixo + afixo + sufixo + afixo ⑤
prefixo + afixo + sufixo + afixo + sufixo + afixo ⑥

utilizando as nomensclaturas substantivas,
Nomeie as cadeias a seguir:

- Álcool: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ ①
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ ②

- Éter: $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ ③
 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ④

- Aldeído: $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ ⑤
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ ⑥

- Cetona: $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ ⑦
 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ⑧

- Ác. Carboxílico: $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ ⑨
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ ⑩

Cotidiano [☺]
⑦ removedor de esmalte
⑧ veneno de formiga
⑨ vinagre
⑩ cheiro da manteiga rançosa
⑪ óleo das plantas
⑫ matéria-prima de fibras naturais

Frutas [☺]
⑬ maçã
⑭ laranja
⑮ banana
(não são ácidos carboxílicos)

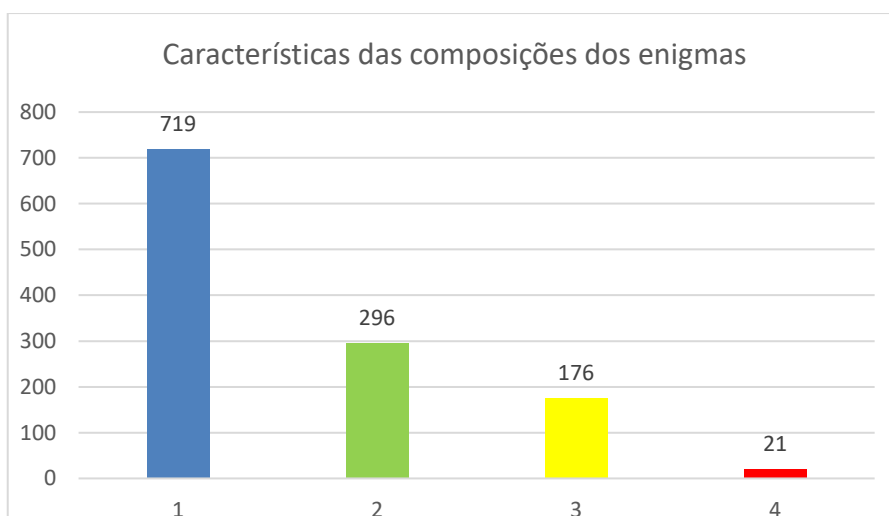
propriedades físicas do álcool
"Os álcoois de cadeia carbônica pequena são líquidos incolores com cheiro característico e boa solubilidade em água ①. Com o aumento da cadeia carbônica, sua solubilidade diminui ②, em razão do aumento da parte apolar ③ da molécula, e as temperaturas de ebulição e de fusão aumentam, em consequência do aumento da força das ligações de hidrogênio ④. Essas características não decorrem em virtude da formação de ligações de hidrogênio ⑤ intermoleculares."
- Texto retirado da apostila de química do Politécnico

solubilidade das substâncias

As diferentes formas de exposição do conjunto de enigmas trazem duas importantes constatações. A primeira é a variedade de maneiras que podem ser utilizadas para apresentá-los. Conforme verificado nas produções dos estudantes, isso pode ser operacionalizado por meio de listas única ou divididas por respostas verticais e horizontais, e por agrupamentos em blocos, para os quais podem ser designados diferentes critérios de seleção. A segunda constatação é que a compartimentalização na apresentação do conjunto de enigmas pode transmitir e/ou se vincular a uma concepção restritiva em torno dos aspectos relacionados ao tratamento do conhecimento químico. A depender do modo de exposição e da ênfase seguida na articulação entre enigma/resposta, as classes de funções orgânicas oxigenadas e as dimensões do conhecimento químico podem acabar sendo abordadas de formas particulares, sem destacar as múltiplas relações que desenvolvem ou que podem desenvolver. Nesse caso, acaba-se por priorizar uma abordagem pautada na segmentação de classes de compostos químicas, com ênfases restritivas em particularidades das suas características representacionais ou de suas propriedades, conforme é exemplificado na apresentação do conjunto de enigmas da cruzada do grupo 2, mostrado no parágrafo anterior (figura 17).

Os enigmas também foram enunciados de maneiras distintas. Conforme verificado no gráfico 1, que indica o quantitativo de estilos e de tipos de imagens utilizados nas cruzadas.

Gráfico 1 - Distribuição do quantitativo de estilos e de tipos de imagens utilizados nos enigmas das cruzadas.

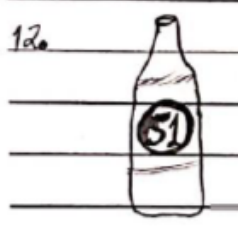
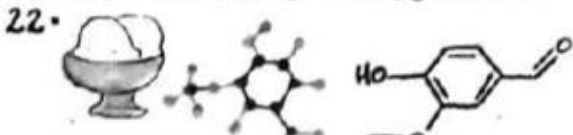


1 - Perguntas/Afirmativa; 2 - Frases incompletas; 3 - Representações químicas; 4 - Outros tipos de imagens.

O estilo mais utilizado nos enunciados foi de perguntas/afirmativas. Os enunciados elaborados com frases incompletas tiveram incidência menor, apesar de serem presentes na maioria das cruzadas. Na maioria das cruzadas, os estudantes também fizeram uso de diferentes formas de representação estrutural, mas pouco utilizaram outras formas de imagens, que se restringiram a desenhos de elaboração própria.

Constatou-se que, quando ocorreram, a presença de outros tipos de imagens (diferentes de representações químicas) trouxeram mais leveza à apresentação do conjunto de enigmas. Elas também contribuíram para o desenvolvimento da criatividade dos estudantes e para a inserção de outros tipos de relações semióticas imagem-texto e imagem-imagem na abordagem do conhecimento químico. O quadro 6 exemplifica essa discussão.

Quadro 6 – Exemplos relações estabelecidas a partir dos enigmas das cruzadas por interações imagem-texto e imagem-imagem, diferentes das representações químicas.

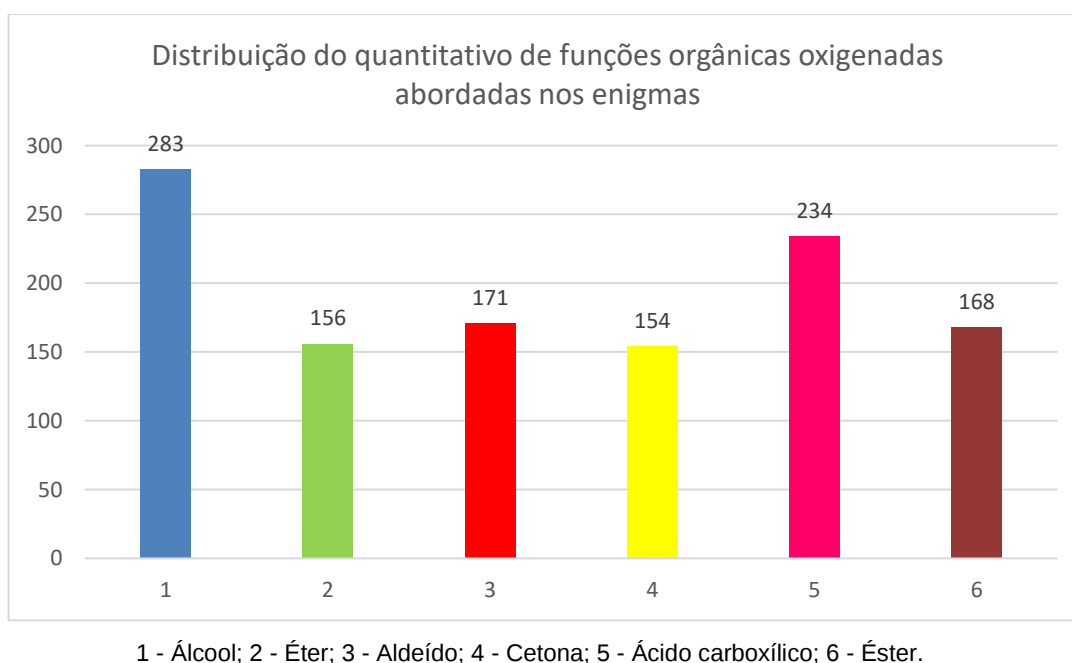
Cruzada do grupo	Enigma
1	
8	
12	

Em alguns casos, as imagens contribuíram para dar complementariedade ao sentido do enigma, conforme verificado no enigma 38 da cruzada do grupo 1. Classificado como estilo de frase incompleta, nesse enunciado há uma garrafa e uma taça de vinho que estabelecem uma relação imagem-texto com a nomenclatura química, o nome do ácido presente nesse produto, o ácido tartárico.

Já em outros momentos a relação mediada pela imagem foi bem mais abreviada, como é mostrado no enigma 12 da cruzada do grupo 8. Esse enunciado é composto apenas pela imagem alusiva uma marca de cachaça que remete à resposta do tipo de álcool presente na bebida, novamente na relação imagem-nome. Outra forma de relação utilizada é indicada no enigma 22 da cruzada do grupo 12. Nessa situação, relaciona-se imagem-imagem, dentro de um arranjo que vincula um aspecto do cotidiano (taça de sorvete) com representações da estrutura química da vanilina, responsável pelo aroma de baunilha, também conhecida como vanila.

A análise dos enigmas das cruzadas permitiu avaliar o tratamento submetido pelos estudantes ao conhecimento químico. Segundo pode ser observado no gráfico 2, os enigmas contemplaram os diferentes grupos de substâncias orgânicas oxigenadas, porém não de forma equitativa.

Gráfico 2 - Distribuição do quantitativo de funções orgânicas oxigenadas abordadas nos enigmas.



O quantitativo de funções orgânicas oxigenadas abordadas nos enigmas teve a seguinte distribuição: álcool, 283 (duzentos e oitenta e três) enigmas; éter, 156 (cento e cinquenta e seis) enigmas; aldeído (cento e setenta e uma) enigmas; cetona, 154 (cento e cinquenta e quatro) enigmas; ácido carboxílico, 234 (duzentos e trinta e quatro) enigmas; e éster, 168 (cento e sessenta e oito). Verificou-se que a função álcool e a função ácido carboxílico foram mais contempladas nas cruzadas. As demais

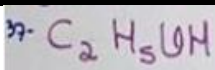
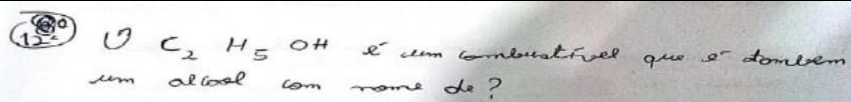
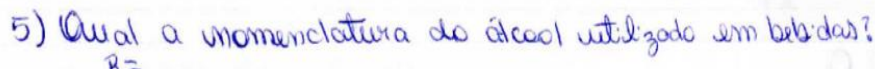
funções oxigenadas tiveram uma distribuição relativamente similar, com discreta prevalência das funções aldeído e éster.

A abordagem do conteúdo químico dentro da totalidade de enigmas do conjunto de cruzadas teve uma ênfase monofuncional, ou seja, restrita a apenas uma função oxigenada. 1166 (mil, cento e sessenta e seis) enigmas apresentaram esse perfil, contra 84 (oitenta e quatro) caracterizados por uma abordagem interfuncional. A abordagem conjunta de substâncias pertencentes a funções oxigenadas diferentes foi verificada com maior predominância quando da: i) identificação de grupamentos funcionais nas moléculas; ii) comparação entre propriedades físicas das substâncias; iii) características de algumas propriedades químicas, notadamente em relação a reações químicas, particularmente quanto à reação de esterificação.

O conjunto de enigmas propostos exhibe, dentro dessa totalidade, a diversidade qualitativa das substâncias oxigenadas estudadas. No entanto, particularmente, ou seja, dentro de cada cruzada, de modo geral, essa abordagem foi mais restritiva. Não foram bem exploradas as diversidades de estruturas, prevalecendo uma maior frequência de algumas substâncias mais representativas dessas funções oxigenadas, muitas das quais foram contempladas na maioria das cruzadas. Os compostos químicos mais frequentemente citados nas cruzadas foram: etanol, éter etílico, formaldeído, acetona, ácido acético e butanoato de etila (responsável pelo aroma de abacaxi em produtos alimentícios).

A prevalência de um grupo de substâncias desencadeou uma reflexão em torno das possibilidades de abordagens distintas para um mesmo conceito e/ou de algumas das suas particularizações. Para ilustrar essa análise, no quadro 7, é apresentada a diversidade de tratamentos veiculados em alguns dos enigmas contendo um caso particular a função álcool, o etanol.

Quadro 7 –Diferentes possibilidades veiculadas em enigmas das cruzadas no tratamento dado a uma mesma substância: o exemplo do etanol.

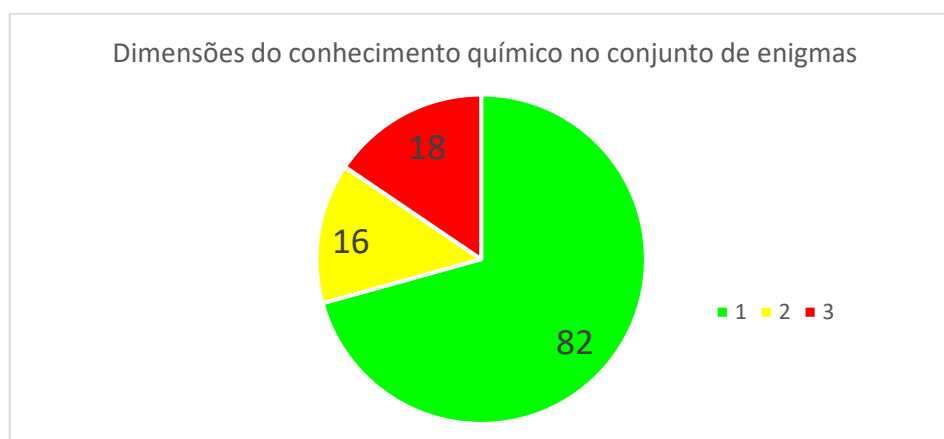
Cruzada do grupo	Enigma
28	
35	
23	

14	<u>Qual função tem o nome utilizado popularmente como um produto de combate a covid19?</u>
10	22) Utilizado na indústria de bebidas, de perfumes, e como combustível.
11	<u>7 - Responsável pela ressaca causada por bebidas alcoólicas.</u>

Esses enigmas exibem desde um vínculo estreito entre a relação fórmula-nome quanto de aplicações cotidianas do etanol. Eles demonstram a utilização de diferentes critérios por seus elaboradores para o tratamento de um mesmo conceito. Entre as possibilidades seguidas, há diferentes contextos criativos que suplantam apenas uma ênfase mais químico-conceitual pautada na relação nome-fórmula. Esses aspectos serão mais discutidos em continuidade, a partir da exposição dos resultados das análises em torno das dimensões do conhecimento químico contempladas nos enigmas.

O gráfico 3 apresenta a frequência percentual da ocorrência das categorias relacionadas às dimensões do conhecimento químico no conjunto de enigmas das 32 (trinta e duas) cruzadas. Verifica-se que os aspectos químico-representacionais estiveram diretamente contemplados em 82% (oitenta e dois por cento) dos 1280 (mil, duzentos e oitenta) enigmas, enquanto 16% (dezesseis por cento) deles abordaram as propriedades dos compostos e 18% (dezoito por cento) aspectos relacionados a suas aplicações em diferentes contextos.

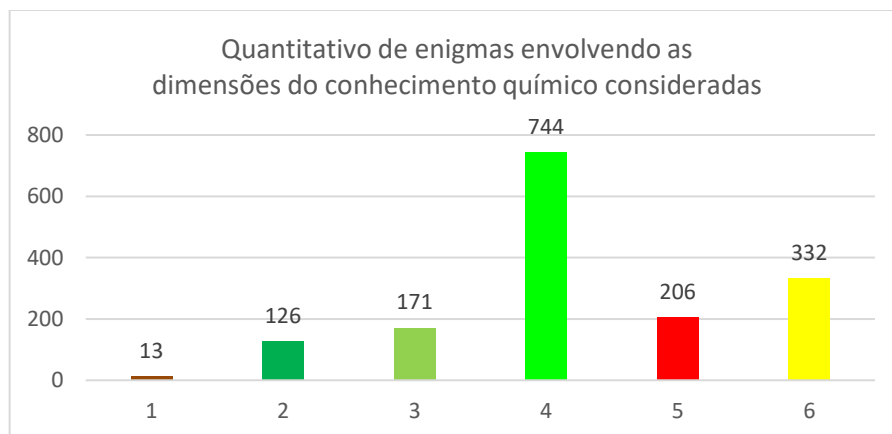
Gráfico 3 - Frequência percentual da ocorrência das categorias relacionadas às dimensões do conhecimento químico no conjunto de enigmas.



1 - Aspectos químico-representacionais; 2 - Propriedades; 3 - Aplicações.

Houve uma prevalência de aspectos químico-representacionais em comparação com propriedades e aplicações das substâncias orgânicas oxigenadas. Um detalhamento desse resultado é apresentado no gráfico 4 e facilita a análise comparativa entre essas categorias.

Gráfico 4 - Quantitativo de enigmas envolvendo as dimensões do conhecimento químico consideradas nas análises das cruzadas.



1 - Fórmula molecular; 2 - Fórmula estrutural; 3 - Grupos funcionais; 4 - Nomenclatura; 5 - Propriedades; 6 - Aplicações.

Os aspectos químico-representacionais foram bem mais enfatizados pelos estudantes em suas cruzadas. Verifica-se que a nomenclatura é a categoria mais abordada no conjunto elaborado. As fórmulas moleculares foram utilizadas pouquíssimo, apenas em 13 (treze) enigmas, enquanto as fórmulas estruturais e os grupos funcionais apareceram, respectivamente, em 126 (cento e vinte e seis) e 171 (cento e setenta e um) enigmas.

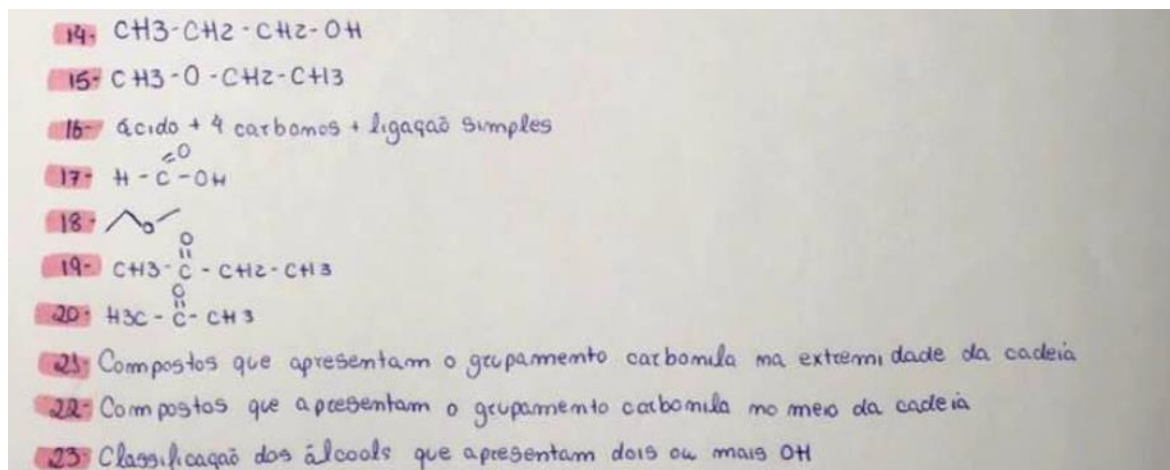
O enigma 14 do grupo 7, compilado na figura 18, teve como resposta no diagrama da sua palavra cruzada o seguinte termo: "nomenclatura". A mensagem transmitida por esses estudantes foi interpretada como uma crítica à ênfase dada à nomenclatura dentro das abordagens realizadas pelos professores de química.

Figura 18 – Enigma com crítica dos estudantes à ênfase na nomenclatura dentro das abordagens realizadas pelos professores de química.

14 - Odorada pelos alunos, e "linda" para os professores.

Porém, assim como verificado neste grupo, apesar de “odiada”, mais da metade das cruzadas exibiu uma forte ênfase na relação nome-fórmula, como é exemplificado no fragmento da lista de enigmas da cruzada 20, apresentado na figura 19.

Figura 19 – Exemplo da ênfase na relação nome-fórmula veiculada em algumas cruzadas.



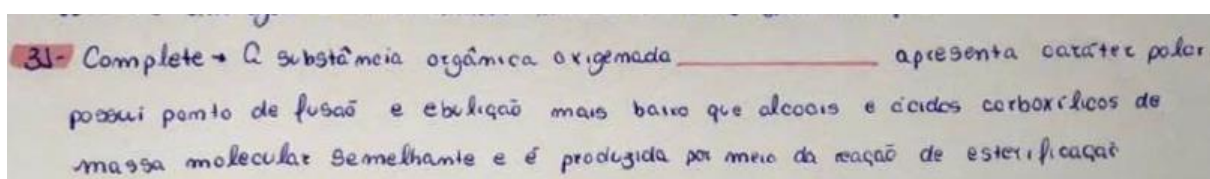
Essa vinculação desproporcional em relação às demais dimensões do conhecimento químico, propriedades e aplicações, pode se relacionar a diferentes fatores. Por exemplo, alguns materiais didáticos, como livros e apostilas, em geral, efetivam esse tipo de comportamento. Comumente, nessas obras, privilegia-se a dimensão químico-representacional. Adicionalmente, muitas abordagens efetivadas em salas de aula e veiculadas na internet também seguem esse “padrão”. Outro aspecto a ser destacado está na maior facilidade em criar enigmas vinculados à relação intraespecífica na questão químico-representacional, promovendo interações entre as diferentes formas de linguagem química, especialmente, conforme destacado nas cruzadas, quanto à relação nome-fórmula. Sendo assim, apesar de terem vivenciado um momento formativo onde foram destacados aspectos referentes às propriedades e aplicações das substâncias, a maioria dos estudantes se manteve dentro de uma “zona de conforto”, associada à facilidade de obtenção de informações para as construções dos enigmas.

As interações entre os aspectos relacionados às dimensões do conhecimento químico permitiram verificar que o conjunto de palavras cruzadas exibiu uma prioridade abordagem restritiva (853, oitocentos e cinquenta e três, dos enigmas) a uma dessas categorias, quase que exatamente o dobro da abordagem relacional (427, quatrocentos e vinte e sete, dos enigmas). Nesse caso, as dimensões químico-

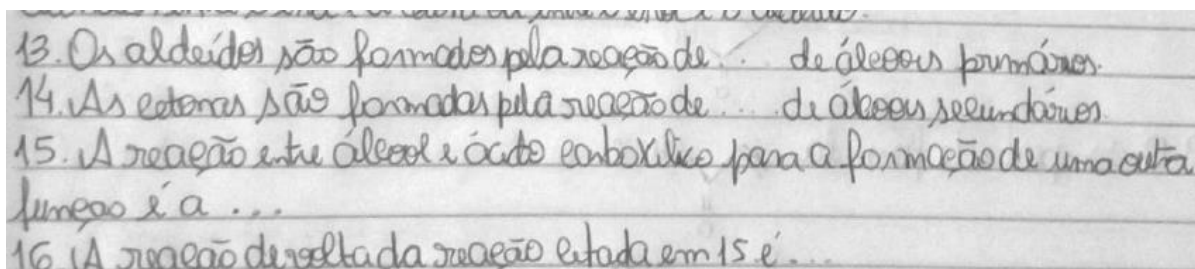
representacionais e de propriedades se relacionaram menos com as aplicações das substâncias orgânicas. Os éteres foram a função orgânica onde as abordagens foram mais restritivas a aspectos centrados na nomenclatura.

As abordagens envolvendo as propriedades das substâncias orgânicas, além de serem desproporcionais às químico-representacionais, também priorizaram um direcionamento a aspectos científicos. A figura 20 ilustra esse caminho trilhado em algumas composições.

Figura 20 – Exemplos de enigmas que contemplaram as propriedades das substâncias orgânicas, numa perspectiva apenas científica.



a) Enigma 31 da cruzada do grupo 20;



b) Enigma 13 da cruzada do grupo 29.

Enquanto uma dimensão do conhecimento químico, as propriedades das substâncias também podem ser tratadas por outros vieses que, apesar de também contemplarem aspectos científicos, vinculem-se a situações do cotidiano. Um exemplo nessa direção foi tomado no enigma 1 da cruzada do grupo 15 (figura 21).

Figura 21 – Exemplo de enigmas que contemplaram as propriedades das substâncias orgânicas, numa perspectiva de aplicações a situação do cotidiano.

1- Quando o etanol do vinho oxida, há a formação de

Neste caso, ao invés de tratar apenas da questão científica por meio de um enigma do tipo “Produto da oxidação do etanol”, os estudantes inseriram a bebida alcoólica no contexto da reação de oxidação do álcool.

A inserção de diferentes contextos do cotidiano na elaboração dos enigmas foi uma estratégia presente em 332 (trezentos e trinta e dois) enigmas, 18% (dezoito por

cento) do total. Houve algumas palavras cruzadas que exibiram diversos enigmas apresentando aplicações das substâncias oxigenadas com situações do cotidiano, como é apresentado no fragmento da lista de enigmas da cruzada 21 (figura 22).

Figura 22 – Fragmento da lista de enigmas da cruzada 21, um exemplo de cruzada com muitos enigmas que contemplaram as aplicações das substâncias orgânicas.

- 01 - Álcool utilizado na limpeza de equipamentos eletrônicos.
- 02 - Foi historicamente utilizado como combustível de carros de fórmula 1.
- 03 - Contribui para a absorção da água na pele e nos cabelos, promovendo hidratação e maciez, é usada em produtos como cremes, sabonetes, etc.
- 04 - É um esteroide que compõe as membranas celulares de todos os mamíferos, sendo transportado pelo plasma sanguíneo.
- 05 - Álcool usado como solvente de combustível.
- 06 - Usado na produção do etanol, na fabricação de espelhos, etc.
- 07 - Utilizada como solvente de esmaltes, tintas e vernizes.

A presença de uma abordagem relacional nos enigmas das cruzadas aparenta estar vinculada a dois aspectos principais, que estão inter-relacionados: orientação e pesquisa. A orientação docente para consulta por fontes de pesquisa, quando viabilizada, aumenta a possibilidade de coleta de informações sobre a diversidade de propriedades e de aplicações exibidas pelas substâncias orgânicas. Os enigmas 40 (quarenta) e 20 (vinte) das cruzadas dos grupos 4 e 13 (figura 23), respectivamente, ilustram aplicações cotidianas de ácidos carboxílicos que geralmente não são exemplificadas nas abordagens escolares.

Figura 23 – Enigmas contendo aplicações cotidianas de ácidos carboxílicos que geralmente não são exemplificadas nas abordagens escolares.

40. NAS GORDURAS DOS CAPRÍDEOS ENCONTRA-SE O ÁCIDO —

a) Enigma da cruzada 4.

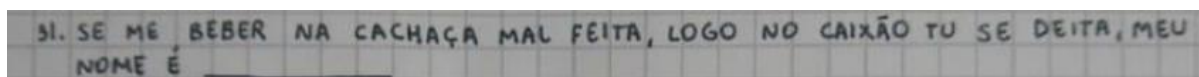
20 - Contida como ômega⁹, presente no abacate.

b) Enigma da cruzada 13.

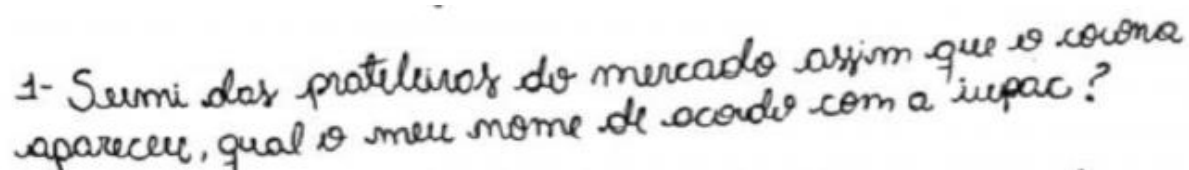
A elaboração de enigmas contendo aplicações natureza também possui uma forte relação com a atividade criativa desempenhada pelos estudantes. Em muitas

cruzadas, percebe-se que o processo estimulou o desenvolvimento da criatividade, como pode ser verificado em mais 2 (dois) enigmas relacionados à função álcool, presentes nas cruzadas 1 e 7.

Figura 24 – Enigmas contendo aplicações cotidianas de ácidos carboxílicos que geralmente não são exemplificadas nas abordagens escolares.



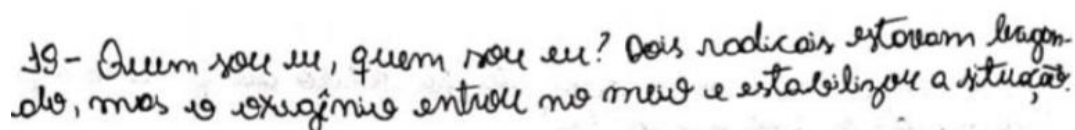
a) Enigma da cruzada 1.



a) Enigma da cruzada 7.

No entanto, a proposição criativa de enigmas também precisa de cuidados quanto à coerência conceitual. O enigma 19 da cruzada do grupo 7 (figura 25) ilustra esse destaque.

Figura 25 – Exemplo de enigma onde a proposição criativa de enunciado se vincula a concepções químicas equivocadas sobre aspectos químico-conceituais e relacionados às propriedades químicas de compostos oxigenados.



Discutindo-se particularmente este exemplo, percebe-se que houve uma proposição criativa de enunciado, mas a opção escolhida se vincula a concepções químicas equivocadas sobre aspectos químico-conceituais e relacionados às propriedades químicas relacionadas às reações de produção de éteres. Possivelmente, a ideia básica dos elaboradores para este enigma se limitava à questão químico-representacional. Porém, do modo como está proposto, remete também a fatores reacionais.

Outros enigmas também apresentaram problemas no tratamento destinado às dimensões do conteúdo químico. Dentro de um processo de revisão do conteúdo químico, esse tipo de situação se apresenta para a professora como uma oportunidade para trabalhar visões equivocadas ou errôneas exibidas pelos

estudantes. Duas situações bastante observadas nos enigmas das cruzadas nesse sentido revelaram algumas extrapolações equivocadas de generalizações e falta de distinção na categorização entre grupo funcional e função orgânica. Por exemplo, alguns enigmas davam a entender que apenas os ésteres são responsáveis por aromas de frutas, que os álcoois são combustíveis ou que as cetonas são removedoras de esmaltes. Não diferenciar grupo funcional de função orgânica também foi outro aspecto bem presente em alguns enigmas, conforme exemplificado no quadro 8.

Quadro 8— Exemplos de equívocos na diferença de categorização entre grupo funcional e função orgânica cometidos em alguns enigmas.

Cruzada do grupo	Enigma
Cruzada 21	35 - O aldeído junto com o éter e fenol é responsável pelo aroma e sabores característicos da?
Cruzada 3	37.  ^{OH} . essa substância apresenta as funções e álcool.
Cruzada 7	41) É o grupo funcional presente em uma das funções orgânicas exigida que é formada pela junção da carbonila com a hidroxila, tendo como resultado $\text{C}=\text{O}$ OH .

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão do conteúdo funções orgânicas oxigenadas por meio da atividade de construção de palavras cruzadas foi um processo que permitiu a combinação de diferentes características, como: a intencionalidade, a pesquisa, a criação, a orientação, o raciocínio, o pensamento, a interação e a aprendizagem. A estratégia didática auxiliar à abordagem de conteúdos sobre as funções orgânicas, com a finalidade de apropriação conceitual. A atividade de construção de palavras cruzadas gerou uma participação e envolvimento maior dos estudantes, quando comparado às demais atividades desenvolvidas com as turmas. Ela permitiu a revisão do conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas de um modo diferente e bastante produtivo. Em grupos, os estudantes puderam pesquisar e interagir entre si e com a professora, ao proporem e dar resolução a conjuntos de problemas.

Os diagramas apresentaram formatos diferentes. As características técnicas e pedagógicas utilizadas pelos estudantes permitiram a confecção de distintas tramas temáticas envolvendo as funções oxigenadas álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. Nesse processo, houve interações entre três dimensões do conhecimento químico - conceitos, propriedades e aplicações – relacionadas a esses compostos orgânicos oxigenados

Esse processo de criação de palavras cruzadas ocorreu por meio da intervenção pedagógica planejada em termos de orientação, mobilizando aspectos cognoscitivos e afetivos. Na revisão dos conteúdos de funções orgânicas oxigenadas, os estudantes puderam construir enigmas e desenhar diagramas como produtos de suas expressões. De modo criativo e mediado, as cruzadas proporcionaram a articulação entre as dimensões do conhecimento químico, contribuindo para que os estudantes pudessem atuar de modo mais autônomo e ativo.

A atividade não se resumiu a abordagem destinada enfaticamente a questões conceituais e ou factuais. De forma orientada, os estudantes conseguiram explorar a diversidade dos compostos orgânicos oxigenados, das funções trabalhadas. Contemplando aspectos teóricos, suas propriedades e aplicações. A dimensão conceitual se distanciou da busca da memorização pela via da repetição mecânica. A revisão procurou valorizar a pesquisa e a significância das substâncias das classes estudadas, por meio da contextualização.

A pesquisa permitiu ratificar o valor de uma atividade lúdica no ensino de Química. A construção de palavras cruzadas foi tomada como uma atividade laboriosa, que exigiu dedicação e esforço, ao mesmo tempo que despertou interesse e motivação. Tais fatores contribuíram para que os estudantes se motivassem para o estudo da química. Ao mesmo tempo, esta pesquisa contribuiu para manter a minha motivação pela docência.

A experiência formativa associada à pesquisa de utilização de cruzadas no ensino de química também auxiliou para a divulgação das práticas didáticas desenvolvidas no Colégio, além de contribuir para a interação com colegas professores, tanto da disciplina de química quanto de outras disciplinas, como as da Área de Linguagens.

Almeja-se que a esta pesquisa e os seus resultados tragam outros desdobramentos positivos. Entre as expectativas lançadas, espera-se que ela possa impulsionar novos interesses e desafios que contribuam para a realização de outras pesquisas dentro desse campo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. F., *et al.* O papel dos jogos didáticos nas aulas de química: aprendizagem ou diversão? **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, v. 8. n. 1, p. 578-591, 2018.
- ALPÍZAR, B.G.; ÁVILA, G.A.; RODRÍGUEZ, M.B. El cricigrama educativo estomatológico, un método para la prevención de las enfermedades bucodentales. **Rev Cubana Estomatol.** 37. 3. 176-81. 2000.
- ALVES, S. M. **Freire e Vygotsky: um diálogo entre a pedagogia freireana e a psicologia histórico-cultural**. Chapecó: Argos, 2012.
- ANON. Britannica, CD 98 Multimedia Edition. Chicago: **Encyclopedia. Britannica**. 1998.
- ARAÚJO NETO, W. N. A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 7, 13, 24, 2007.
- BALABAN, A. T.; KLEIN, D. J. **Is chemistry ‘The Central Science’? How are different sciences related?** Co-citations, reductionism, emergence, and posets. *Scientometrics*, 69, 3, 615–637, 2006.
- BAILEY, C.M., HSU, C.T. e DICARLO, S.E. Educational puzzles for understanding gastrointestinal physiology. **Advan. Physiol. Edu.** 276. 1-18. 1999.
- BANDEIRA, M. **Poesia Completa e Prosa**. Editora Nova Aguilar. 1966.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2010.
- BASSO. I. S., **As condições subjetivas e objetivas do trabalho docente: um estudo a partir do ensino de história**. 1994.Tese Doutorado em Educação _ Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- BENEDETTI FILHO, E; BENEDETTI, L.P.S; FIORUCCI, A.R.; OLIVEIRA, N.; PERONICO, V. C. D. Utilização de palavras cruzadas como instrumento de avaliação no ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 104-115, 2013.
- BENEDETTI FILHO, E;.FIORUCCI, A.R.; BENEDETTI, L.P.S.; CRAVEIRO, J.A. Palavras cruzadas como recurso didático no uso de teoria atômica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 88-95, 2009.
- BENFEY, O. Tr. **From vital force to structural formulas**. Chemical Heritage Foundation, 1992.
- BERNAL, J. D. Science, Industry and Society in the Nineteenth Century. **Centaurus**, 50, 1-2, 73-100, 2008.
- BERNAL, J.D. **Ciência na História**. Lisboa, Livros Horizonte, 1976.

BERNARDES, M. E. M.; ASBAHR, F. S. F. Atividade pedagógica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. **Revista Perspectiva**, 25, 2, 315-342, 2007.

BERNARDES, M. E. M.; MOURA, M. O. de. Mediações simbólicas na atividade pedagógica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 463-478, set./dez., 2009.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. V. 2, Brasília, 2006.

BROOKS, N. M. Alexander Butlerov and the Professionalization of Science in Russia. **Russian Review**, 57, 1, 10-24 1998.

BRUICE, Paula Y. **Química orgânica**. 4. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2006. 2v.

BUTLEROV, A. M. On the Chemical Structure of Substances, **Journal of Chemical Education**, 48, 5, 289-291, 1971.

BYKOV, G. V. The Origin of the Theory of Chemical Structure. **Journal of Chemical Education**, 39, 5, 220 – 224, 1962.

CACHA, F. B. 'Creating Crossword Puzzles for the Social Studies Unit'. **Social Education**. 44. 216–17. 1980.

CAMEL, T. O.; KOEHLER, C. B. G.; FILGUEIRAS, C. A. L. A química orgânica na consolidação dos conceitos de átomo e molécula. **Química Nova**, 32, 2, 543-553, 2009.

CARCANHOLO, F.P.S. O jogo como atividade principal para a aprendizagem e o desenvolvimento infantil pela perspectiva da teoria histórico-cultural. **Revista MEMORARE**, v. 2, n. esp.VII SIMFOP, p. 8-91, 2015.

CAREY, F. A. **Química orgânica**. 7.ed. Porto Alegre, RS: AMGH, 2011. 2v.

CARNEIRO, M.A.B. O jogo: uma sugestão de trabalho para o curso noturno. **Série Ideias** n. 25. São Paulo: FDE, 1998. P. 91-107.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1995.

CHILDERS, C.D. Using Crossword Puzzle as an aid to Studying Sociological Concepts. **Teacing sociology**. 24. 231-235. 1996.

COOKE, H. A historical study of structures for communication of organic chemistry information prior to 1950. **Org. Biomol. Chem.**, 2, 3179-3191, 2004.

CORDEIRO AZEVEDO, E.D. ; SOUSA FERREIRA, E.C. ; COSTA DE JESUS, M.L. (UEMA) ; PRAZERES DA SILVA, I. Passatempo químico: um material pedagógico

alternativo para auxiliar o ensino e a aprendizagem de química orgânica no ensino médio. Anais do 4º Simpósio Nordestino de Química. Campina Grande, Paraíba. 2018.

COUTINHO, C. P. A qualidade da investigação educativa de natureza qualitativa: questões relativas à fidelidade e validade. **Educação Unisinos**, São Leopoldo-RS, v. 12, n. 1, p. 5-15, jan./abr. 2008.

CROSSMAN, E.K.; CROSSMAN S.M. The Crossword Puzzle as a teaching tool. **Teaching Psychology**. 10: 98-99. 1983.

CRUTE, T.D. Classroom Nomenclature Games-BINGO. **J. Chem. Educ.** 77 481. 2000.

CUNHA, M.B. Jogos no Ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DAMROSCH, S. A qualitative challenge. **Qualitative Health Ressearch**. 4. 1. 72-73. 104. 1994.

DANIELS, H. **Vygotsky e a Pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003. 246p.

DAVIS, R.H.; HART, M. Cryptic crossword clue interpreter. **Information and Software Technology**. 34. 1. 16-27. 1992.

DAVYDOV, Vasil. V.; ZINCHENKO, V.P. "A contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia". In: DANIELS, Harry (org.). Vygotsky em foco: Pressupostos desdobramentos. Campinas: Papyrus, 1994, pp. 151-167.

DAVYDOV, V.V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVIDOV, V.V. **Tipos de generalización em la enseñanza**. 2. ed. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

DAVÍDOV, V. V. Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional y posibles principios de enseñanza em el futuro próximo. In. **La psicologia evolutiva y pedagógica em la URSS**. Moscú: Editorial progreso, 1987. p. 143-154

DAVIDOV, V.V. **Problemas do ensino desenvolvimental: A experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia**. Trad. de José Carlos Libâneo. Educação Soviética, Nº 8, agosto. 1988.

DAVYDOV, V. V. O que é a atividade de estudo? In: **Revista Escola inicial**, Moscou, Nº 7, ano 1999.

DE LORENZO, R. When hell freezes over: An approach to develop student interest and communication skills. **Journal of Chemical Education**. 76. 4. 503-503. 1999

DUARTE, N. **Vygotsky e o “aprender a aprender”:** crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. Campinas: Autores Associados, 2000.

DUARTE, N. As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. In: **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, ANPED, 18, 35-40, 2001.

DUARTE, N. **Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vygotsky**. 3. ed. rev. e ampl. Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 24, n. 62, p. 44-63, abr. 2004.

FLOWERDAY, T e SCHRAW, G. Effect of choice on cognitive and affective engagement. **Journal of Educational Research**. 96. 4. 207-215. 2003

FRANKLIN, S., PEAT, M.; LEWIS, A. Non-traditional Interventions to Stimulate Discussion: The Use of Games and Puzzles. **Journal of Biological Education**. 37(2), 79-84. 2003.

FRIEDMANN, A. **Jogos Tradicionais**. Série Idéias n. 7. São Paulo: FDE, 1995. p.54-61.

TORRES, A. P. G.; BADILLO, R. G.; MIRANDA, R. P. El contexto histórico didáctico de la institucionalización de la química como ciencia, **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.**, 6, 2, 247-263, 2009.

GALPERIN, P. Y. **Sobre la formación de las imágenes sensoriales y de los conceptos**. In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001a. p. 27-39.

GALPERIN, P. YA. **Sobre o método de formação por etapas de las acciones intelectuales**. In: La antología de la psicología pedagógica y de las edades. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.

GALPERIN, P.Y; **Tipos de orientación y tipos de formación de las acciones y de los conceptos**. In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001b. p. 41-56.

GALPERIN, P.Y.; **Acerca de la investigación del desarrollo intelectual em niño**. In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001e. p. 67-84.

GALPERIN, P.Y.; **Acerca del lenguaje interno**. In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). La formacion de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001d. p.57-65.

GALPERIN, P.Y.; **Introducción a la psicología: um enfoque dialéctico**. Madrid: Plablo de Rio, 1979.

GALPERIN, P.Y.; **Sobre la formación de los conceptos y de las acciones mentales**. In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). La formacion de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001c. p. 45-56.

GALPERIN, P.Y.; **Sobre o método de formación por etapas de las acciones intelectuales**. In: La antologia de la psicologia pedagogica y de las edades. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.

GALVAO, A.; CAMARA, J.; JORDAO, M.. Estratégias de aprendizagem: reflexões sobre universitários. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.**, Brasília, v. 93, n. 235, p. 627-644, Dec. 2012 .

GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico e Ensino de Química. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**. v. 17, n. 1, p. 183-214, 2017.

GARCEZ, E. S. C. **O Lúdico em Ensino de Química: um estudo estado da arte**. 2014 (Dissertação de mestrado). Programada de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOIABEIRA, S.L.; NASCIMENTO, C.M.C; CASTRO, P.M.. A metologia de problemas por meio de jogos no ensino de ciências na perspectiva de Galperim. **Revista ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 33-51, 2018.

GOLL, J.G; GLENVILLE, WV. Teaching chemistry using the movie Apollo 13. **Journal of Chemical Education**. 76. 4. 506-508. 1999.

GUARESI, Ronei. Educação e Contemporaneidade. **Revista da FAEEBA**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 51-62, jan./jun. 2014.

HAUN, M.W. Parliamentary puzzles as teaching methodology. **Parliamentary Journal**. 26. 3. 95-99. 113. 1985.

HOLLIS, W.G., COLL, W., COLL, M. e WILLIAMSBURG, V.A. Jurassic Park as a teaching tool in the chemistry classroom. **Journal of Chemical Education**. 73. 1. 61-62. 1996.

HUDSON, R.L., ECKERD COLL, S.T. e PETERSBURG, F.L. Thermochemistry, dilithium crystals, and star trek. **Journal of Chemical Education**. 64. 12. 1039-1040. 1987.

HYDE, H. Switched on to crosswords. **Australian Journal of Reading**. 64. 193-98. 1983.

IBANEZ, J.G. Using Proverbs in Chemistry. **J. Chem. Educ.** 79. 454.

LACERDA, C.C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO-JR, C. A. C. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola**, 34(2), 75-82. 2012.

LARDER, D. F., KLUBER, F. F. Alexandr Mikhailovich Butlerov's theory of chemical structure. **Journal Chemical Education**, v. 48, n. 5, p 287, 1971.

LAST, A.M. Chemistry and popular culture - THE 007 BOND. **Journal of Chemical Education**. 69. 3. 206-208. 1992.

LEE, A.W.M.; TSE, C.L. "Learning Name Reactions and Name Apparatuses Through Crossword Puzzles." **J. Chem. Educ.** 1994, 71(2), 1071-1072.

LEONTIEV A. N. **Actividad, conciencia, personalidad**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Consciencia y Personalidad**. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1981.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LEONTIEV A. N. **Actividad, conciencia, personalidad**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1993.

LEONTIEV, A. N.. **Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil**. In: Vygotsky, Lev S. (et al.). Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 6.ed. São Paulo: Ícone, 2001. p. 59-83.

LEONTIEV, A. N. **Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil**. In: VIGOTSKII, Lev S; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Lexis N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Tradução de Maria da Pena Villalobos. 12. ed. São Paulo: Ícone, 2012.

LIBÂNEO, J. C. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da Psicologia Histórico-cultural e da Teoria da Atividade. **Educar em Revista**, n. 24, p. 113-147, 2004.

LIBÂNEO, José Carlos. Alguns Aspectos da Política Educacional do Governo Lula e sua Repercussão no Funcionamento das Escolas. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 32, p. 168-178, dez. 2008.

LITTMAN, M. L., KEIM e SHAZEER, G.A.N. A probabilistic approach to solving crossword puzzles **Artificial Intelligence**. 134. 1-2. 2002.

LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em Química: Processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, 20, 5, 563-568, 1997.

LOPES, A. C. Discursos curriculares na disciplina escolar Química. **Ciência & Educação**, v. 11, n.2, p.263-278, 2005.

LURIA, A.R. **Curso de psicologia geral**. v. 1 e 3. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

LURIA, A. R. **O papel da linguagem na formação de conexões temporais e a regulação do comportamento em crianças normais e oligofrênicas**. In: LURIA, A.R. et al. Psicologia e pedagogia: Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. v. 1. 2. ed. Lisboa: Estampa, 1991. p. 121-142.

LURIA, A. R. **Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria**. Trad. Diana Myriam Lichtenstein e Mario Corso. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.
LURIA, A. R.; YUDOVICH, F. I. Linguagem e desenvolvimento intelectual na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985

MAAR, J. H. Aspectos da sistematização da Química Orgânica. **Revista da SBHC**, 11, 49-55, 1994.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada de professores de Química. **Química Nova**, 22, 289-292, 1999.

MANZAR, S. e AL-KHUSAIBY, S.M. Crossword puzzle. A new paradigm for interactive teaching. **Saudi Medical Journal**. 25. 11. 1746-1747. 2004.

MARCELINO-JR, C. A. C. **A formação de habilidade de explicar as propriedades dos isômeros segundo a teoria de P. Ya Galperin**. 2014. 317f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARCELINO-JR, C.A.C.; CAMPOS, A.F. **A abordagem do conceito de isômeros constitucionais: um olhar para a transposição didática em livros de Química**. In: 19º Encontro de Pesquisa Educacional do Norte e Nordeste. Anais. João Pessoa: Paraíba, 2009.

MARCELINO-JR, C. A. C.; NÚÑEZ, I.B. **A importância de Aleksandr Butlerov para a história da química e as controvérsias em torno da sua contribuição para a teoria estrutural**. In: SIMÕES NETO, J.E.(Org.). Histórias da química. Curitiba: Appis Editora. 2017.

MARQUES, C. R.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Um estudo sobre a organização curricular das disciplinas do curso de química da Ufrgs . In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18, 2006, Porto Alegre, RS. **Resumos do XVIII SIC**, Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 805-806.

MARTINEZ, J. G. R. e MARTINEZ, N. C. Puzzles instead of drills. **Teaching Pre K-8**. Jan. 55-57. 2001.

MC TIFFIN, L. Draw-a-chain game - A fun way to revise food chains. **Journal of Biological Education**. 30. 3. 171-174. 1996.

MC KENNY, C.J. Crossword puzzle in teaching earth science. **Journal of Geography**. 69. 7. 408-409. 1970.

MC MURRY, J. **Química Orgânica**, Cengage Learning, 7^a ed. São Paulo, 2011.

MC NAUGHT, A. D.; WILKINSON, A. **Compendium of Chemical Terminology**, 2. ed. (the "Gold Book"). Compiled by. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1997.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola**, v.38, n.4, p.360-368, 2016.

MESSEDER NETO, H. S. **O lúdico no ensino de Química na Perspectiva Histórico-Cultural: além do espetáculo, além da aparência**. Curitiba: Editora Prismas. 2016.

MIRANDA, A.L.; GOMES, F.A utilização de palavras cruzadas no estudo das funções orgânicas. **anais do 55º congresso brasileiro de química**. Goiânia, Goiás. 2015.

MIRON, D. dos S.; OLIVEIRA, C. F. **Anais Seminário Educação**, Cruz Alta, v. 5, n. 1, 2017.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez; Brasília, DF:

MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. **Química Orgânica**. 15. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2009. xv, 1510 p

MYERS, R.S. Using news media to teach chemical principles. **Journal of Chemical Education**. 68. 9. 769-770. 1991.

NOGUEIRA, J. P. A.; SOUZA; H. Y. S.; SILVA, C. K. O. As palavras cruzadas como método didático complementar no processo de ensino-aprendizagem de química. **VI Simpósio Brasileiro de Ensino de Química**. Fortaleza, CE. Anais do VI Simpósio Brasileiro de Ensino de Química. 2008.

NUNES DOS SANTOS, A. M. Agostinho Vicente Lourenço e a Química Orgânica do Séc. XIX, **Colóquio/Ciências**, 15, 83-102, 1994.

NUÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos**. Brasília: Líber Livro, 2009. 216 p.

OKI, M.C. M. O Congresso de Karlsruhe e a Busca de Consenso Sobre a Realidade Atômica no século XIX, **Química Nova na Escola**, 26, 24-28, 2007.

OLIVEIRA, N. **Um sistema didático para o desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois, com base na Teoria de Galperin: uma proposta para a formação inicial de professores de química**. 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PENNA, A. G. **Introdução à aprendizagem e memória**. Rio de Janeiro: Imago, 2001.

RAMBERG, P. J. **Chemical Structure, Spatial Arrangement: The Early History of Stereochemistry**, 1874-1914, Ramberg Aldershot: Ashgate Publishing, 2003.

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B.; GAUTHIER, C. **Formar o professor, profissionalizar o ensino: perspectivas e desafios**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

RATTI, C. **Vale a pena fazer revisão na volta às aulas?** Nova Escola. 2018.

REUSS, R.L.; GARDULSKI, A.F. An interactive game approach to learning historical geology and paleontology. **Journal of Geoscience Education**. 49. 120-129. 2001.

REZENDE, A.; VALDES, H. Galperin: implicações educacionais da teoria de formação das ações mentais por estágios. **Educ. Soc.**, v. 27, n. 97, p. 1205-1232, 2006.

RIDDELL, F. G.; ROBINSON, M. J. T. J. H. Van't Hoff and J.A. Le Bel – Their historical context. **Tetrahedron**, 30, 2001-2007. 1974.

ROCKE, A. J. Kekulé, Butlerov, and the Historiography of the Theory of Chemical Structure. **The British Journal for the History of Science**, 14, 1, 27-57, 1981.

ROCKE, A. J. **The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry**. Berkeley: University of California Press, 1993.

ROJAS, J. O lúdico na construção interdisciplinar da aprendizagem: uma pedagogia do afeto e da criatividade na escola. **25ª Reunião Anual da ANPED**. 2002.

RUSSELL, J.V. Using games to teach Chemistry: An Annotated Bibliography. **J. Chem. Educ.** 76 481. 1999.

SILVA, C. M. J.; ALMEIDA, H. C. R.; SILVA, J. C. S.; SIMÕES NETO, J. E. Percepção dos licenciandos em química sobre a aplicação do jogo da química II. **Revista eletrônica Ludus Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 126-141, 2017.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 8. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

SCHAFER, John C.; BEHYMER, Jo. Cross Purposes: Computer-Generated Crossword Puzzles Link Popular Pastime with Technical Learning. **Vocational Education Journal**, v67 n5 p36-37,47 May 1992.

SKOTKO, B.G., KENSINGER, E. A. LOCASCIO, J.J., GILLIAN, E., RUBIN, D.C., TUPLER, L. A., KRENDL, A. e CORKIN, S. Puzzling thoughts for H.M.: can new semantic information be anchored to old semantic memories? **Neuropsychology**. 18. 4, 756–769. 2004.

SMITH, P.D.; STEEN, S.Y. A prototype crosssword compiler. **Computer J**. 22.1. 67-70. 1979.

SOARES, M. **Jogos para o Ensino de Química: Teoria, Métodos e Aplicações**. Guarapari – ES. Ex Libris, 2008.

SOARES, M. H. F. B.; GARCEZ, E. S. da C. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 17(1), 183-214. 2017.

SOISTAK N.A.; PINHEIRO M. Memorização: atual ou ultrapassada no ensino-aprendizagem da matemática? I **Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia** 971-983. 2009

SOLOMONS, T. W. GRAHAM; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**. vol. 1. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SOUTHWARD R., COLL, W., COLL, M. e WILLIAMSBURG, V.A. Precipitation of a murder - a creative use of strychnine chemistry in christie, agatha the mysterious affair at styles. **Journal of Chemical Education**. 69. 7. 536-537. 1992.

SOUZA NETO, D. B ; ALBUQUERQUE R. P. ; ARAÚJO V. N. S. A. . A utilização de palavras cruzadas como estratégia didática no ensino de tabela periódica. In: V Congresso Nacional de Educação, 2018, Pernambuco. **ANAIS V CONEDU**, 2018.

SUBRAMANIAM, R. Word Juxtapoz: An innovative tool for chemical education. **Journal of Chemical Education**. 76. 4. 484-484. 1999.

TALIZINA, N. F. **La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares**. La Habana: ENPES, 1987b.

TALIZINA, N. F. **Métodos para la creación de programas de enseñanza**. Camaguey: Universidad de Camaguey, 1987a.

TALIZINA, N. F. **La formación de los conceptos matemáticos**. In: TALIZINA, N. F. La formación de las habilidades del pensamiento matemático. San Luis Potosí: Editora Universidad de San Luis Potosí, p. 21-39, 2001.

TALIZINA, N. F. **La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza**. Puebla: Editora de la Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. 2009.

TALIZINA, N. F. **Psicología de la enseñanza**. Moscou: Editorial Progreso, 1988.

TALIZINA, N. F. **Manual de Psicología Pedagógica**. São Luis de Potosí: Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, 2000.

TEIXEIRA, J., HOLMAN, R.W. A Simple Assignment That Enhances Students Ability to Solve Organic Chemistry Syntheses Problems and Understand Mechanisms. **Journal of Chemical Education**. V.85, n 1, p 88, 2008.

TRIVIÑOS, A. N. F. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1. ed. 22. reimp. São Paulo: Atlas, 2013.

TUNES, E.; PRESTES, Z. Vygotsky e Leontiev: ressonâncias de um passado. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 39, n. 136, p. 285-314, Apr. 2009.

UNDERWOOD, G.; DEIHIM, C.; BATT, V. Expert performance in solving word puzzles from retrieval cues to crossword clues. **Appl. Cogn. Psychol.** 8. 531 -548. 1994.

VAN BRAKEL, J. **Philosophy of Chemistry**. Between the Manifest and the Scientific Image. Leuven, Leuven University Press, 2000.

VANORDEN, N. Once upon a time in the land of chemistry - a case for fantasy writing in chemistry. **Journal of Chemical Education**. 67. 12. 1052-1052. 1990.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKY, L. S. **O desenvolvimento psicológico na Infância**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. **Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança**. Trad. Lolio Lourenço de Oliveira. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VYGOTSKY, L.S. 1982. **Obras Escogidas: problemas de psicologia geral**. Gráficas Rogar. Fuenlabrada. Madrid, 387 p.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. Tradução Jéferson Luiz Camargo; revisão técnica José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas** V. Madrid: Centro de Publicaciones Del MEC y Visor Distribuciones, 1997

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas** (Vol. III). Madri: Visor. 1995.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

XIMENES, S.B. Palavras cruzadas. In FILHO, E. B.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. P. S.; CRAVEIRO, J. A. Palavra cruzadas como recurso didático no Ensino de Teoria Atômica. **Química Nova na Escola**, 2009, v. 31, n. 2, p. 70-95.

WILLIAMS, F.D. There once was a teacher from tech. - The use of chemical limericks in the classroom. **Journal of Chemical Education**. 72. 12. 1123-1124. 1995.

WISE, A. Web-based crossword puzzles support revision. **Active Learning in Higher Education**. 2. 2. 180-188. 2001.

ZILBERSTEIN, J. T. **Tendências acerca do ensino e aprendizagem escolar**. São Paulo: Varela editora, 2006.

ZILBERSTEIN TORUNCHA, JOSÉ. (1998) ¿Cómo contribuir al desarrollo de las habilidades en los estudiantes desde una concepción didáctica integradora?, en Desafío escolar: **Revista Iberoamericana de Pedagogía**. Vol. 6, año 2. La Habana, Cuba, oct. - dic.

APÊNDICE 1 ATIVIDADE DE ELABORAÇÃO DE CRUZADAS EM FORMATO PARCIALMENTE ESPONTÂNEO

ASPECTO TÉCNICO

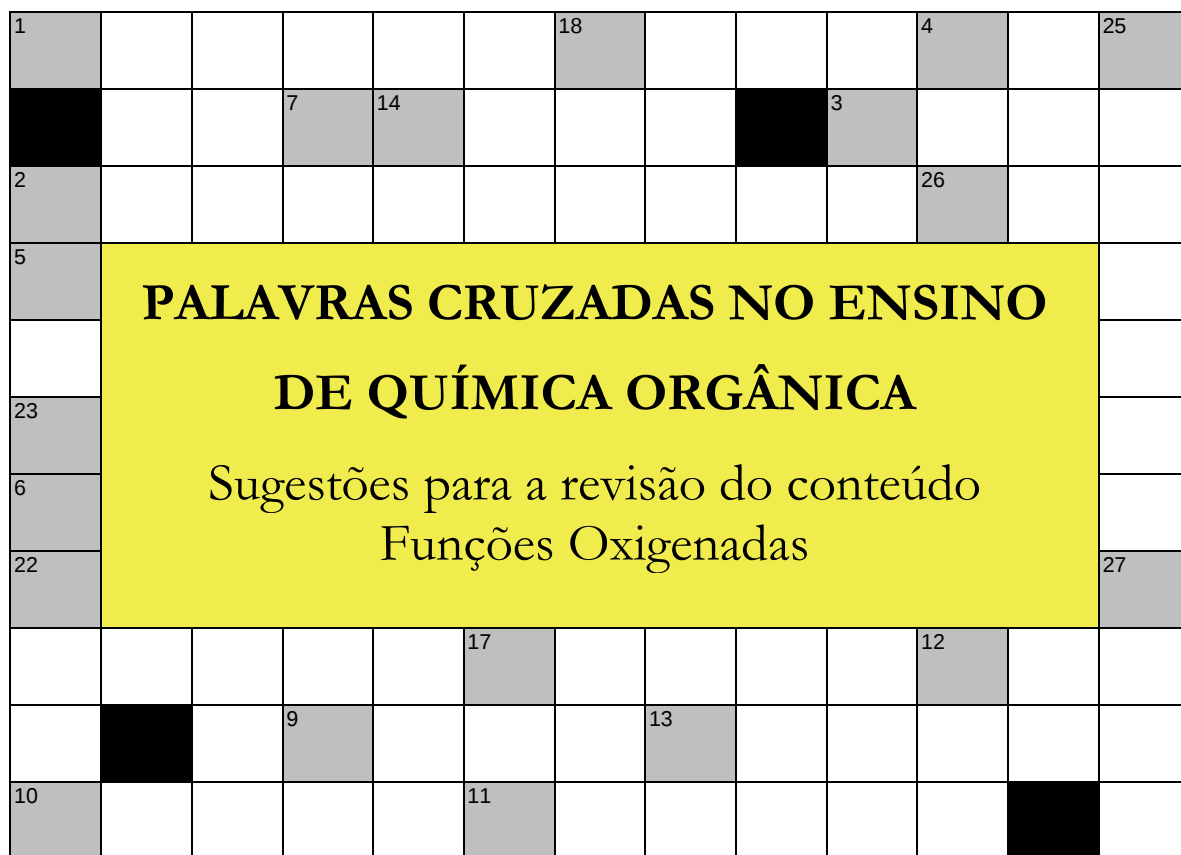
Grupo	Quantidade de palavras		Distribuição		Tamanho (Qtd de casas)			Formato do diagrama	Quantidade de intercepções	Apresentação dos enigmas				
	≥40	<40	Verticais	Horizontais	1-5	6-10	<10			Perguntas/ afirmativas	Representações gráficas	Outras imagens	Frases incompletas	Outras
1		40	20	20	7	28	5		39	16	4	0	20	0
2		40	14	26	4	23	13		33	9	19	3	9	0
3			19	20	2	32	6		28	20	12	4	4	0
4			24	16	5	29	6		32	16	4	0	22	0
5			24	16	0	35	5		35	28	10	0	2	0
6			29	11	1	32	7		36	14	6	0	20	0
7			19	21	4	30	6		36	25	5	0	14	0
8			16	24	1	43	7		39	20	11	3	16	0
9			17	23	2	28	10		40	25	7	3	4	0
10			24	16	9	30	1		36	25	3	0	13	0
11			17	23	5	20	15		36	16	11	0	13	0
12			22	18	0	34	6		35	4	8	7	19	0
13			18	22	1	25	14		35	30	0	0	0	0
14			16	24	2	28	10		30	23	5	1	12	0
15			18	22	2	22	16		24	30	1	0	9	0
16			14	26	1	29	10	Separado	23	22	4	0	5	0
17			14	26	3	28	9		30					
18														
19			21	19	4	26	10		34	27	10	0	11	0
20			24	16	2	29	9		35	26	12	0	1	0
21			19	21	1	23	16		28	36	2	0	2	0
22			38	12	3	25	12		33	26	0	0	14	0
23			22	18	2	33	5		24	19	5	0	11	0
24			14	26	6	30	4		34	27	10	0	11	0
25			20	20	4	17	19		28	30	5	0	8	0
26														
27			23	17	0	29	11		24	29	1	0	0	0
28			18	22	1	22	7		37	34	6	0	1	0
29			23	17	2	27	11		26					
30			22	18	2	29	9		36	39	2	0	1	0
31								Separado						
32			16	24	1	36	3		28	19	5	0	21	0
33			20	20	2	26	12		34	19	5	0	21	0
34			23	17	5	32	3		24	39	1	0	0	0
35			21	19	3	32	5		30	26	2	0	12	0

ASPECTO PEDAGÓGICO

Grupo		Funções orgânicas oxigenadas contempladas					Dimensões do conhecimento químico					Abordagem				
		Tipo					Aspectos químico-representacionais				Prop.	Aplic.	Restritiva	Relacional		
Álc.	Éter	Ald.	Cet.	Ác. carb.	Éster	Mono	Interf.	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Grupos funcionais	Nomen.					
1	6	4	2	3	10	7	30	10	1	4	9	12	13	14	16	24
2	9	4	5	4	11	9	37	3	0	0	1	15	9	11	33	7
3	8	7	4	6	7	4	35	5	2	14	5	10	10	7	35	5
4	7	7	5	3	8	4	39	1	0	9	2	12	6	6	23	7
5	5	4	5	6	9	3	36	4	2	14	1	25	2	9	22	7
6	8	4	4	7	9	4	35	5	0	5	8	17	5	9	29	11
7	12	3	6	6	9	4	36	4	0	6	8	23	9	4	31	9
8	10	6	6	4	9	5	37	3	0	9	5	22	5	7	23	7
9	10	5	8	6	7	4	39	1	0	2	3	33	1	22	16	23
10	11	6	6	4	7	7	36	4	2	9	8	11	7	13	28	12
11	7	6	5	5	11	6	21	1	0	9	6	22	7	9	26	10
12	7	8	7	7	4	6	38	2	1	1	3	18	7	13	18	17
13	10	11	6	5	7	5	36	4	0	0	3	38	3	34	5	35
14	12	4	5	3	14	4	36	4	0	3	6	14	9	13	28	12
15	9	5	4	3	9	9	35	5	0	2	4	21	11	13	22	18
16	9	5	5	7	6	8	27	3	0	4	10	22	2	12	28	12
17	9	6	3	5	7	3	38	2	0	5	8	15	5	12	27	13
18																
19	8	5	8	6	7	7	38	2	0	8	5	28	6	9	27	10
20	13	4	7	6	7	2	37	3	0	0	12	36	4	16	24	16
21	7	5	3	4	10	4	40	0	0	0	2	21	8	10	9	21
22	10	5	5	3	11	3	40	0	0	2	4	22	7	15	22	18
23	9	8	5	7	5	2	38	2	0	8	10	20	6	6	32	8
24	8	5	8	6	7	7	38	2	0	8	5	28	6	9	30	10
25	8	1	3	2	8	0	40	0	4	0	8	32	4	5	35	5
26																
27	4	2	6	4	4	2	40	0	0	1	9	34	2	5	35	5
28	6	3	4	4	3	4	39	1	0	0	4	35	2	4	36	4
29	7	4	4	3	5	2	37	3	0	0	12	16	7	1	39	1
30	13	4	5	1	1	14	40	0	1	0	3	37	0	7	30	10
31																
32	10	4	7	6	7	11	36	4	0	0	2	21	12	12	30	10
33	10	4	7	6	7	11	36	4	0	0	2	21	12	12	30	10
34	7	0	4	3	3	3	40	0	0	0	0	36	6	8	31	9
35	14	7	9	9	5	4	36	4	0	3	3	27	13	5	33	7

APÊNDICE 2 PRODUTO EDUCACIONAL

Ana Paula Mesquita de Araújo
Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.



AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pela oportunidade concedida para realizar esse projeto;

Aos professores e coordenadores do Programa de Mestrado – PROFQUI, pelas aulas ministradas durante o curso, contribuições e participação na construção de novos conhecimentos;

Ao Colégio Militar do Recife pela disponibilização dos dados do monitoramento utilizados;

Aos meus colegas do PROFQUI 2018.2 pela amizade criada.

Dedicamos este material aos nossos pais e mães.

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional traz sugestões teórico-metodológicas para subsidiar o trabalho de professores interessados no ensino-aprendizagem de um importante conteúdo do currículo químico do Ensino Médio: as Funções Orgânicas Oxigenadas. Voltadas particularmente às funções álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster, as propostas aqui apresentadas se direcionam à utilização de estratégias baseadas na construção de um jogo didático de palavras cruzadas temáticas.

A atratividade e o potencial desse tipo de estratégia direcionaram o nosso interesse para a realização de uma pesquisa sobre a utilização de palavras cruzadas no ensino-aprendizagem de Funções Orgânicas Oxigenadas, dentro do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). Na oportunidade, ratificamos a potencialidade desse tipo de jogo no ensino-aprendizagem de Química.

As Funções Orgânicas Oxigenadas têm se constituído como um conhecimento historicamente valorizado pela comunidade química. Esse conteúdo foi incorporado aos currículos dos diversos níveis de ensino, conforme acontece na Química escolar. No entanto, apesar das diferentes características e propriedades exibidas pelas substâncias orgânicas oxigenadas estarem presentes em variados contextos, verifica-se que no cotidiano escolar, geralmente, muitos estudantes apresentam dificuldades em reconhecê-las. Essas dificuldades são verificadas tanto em termos químico-representacionais quanto em relação às suas propriedades e aplicações.

Várias estratégias e instrumentos didáticos têm sido empregados na busca por tornar o processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo químico mais eficaz e mais interessante. Nas duas últimas décadas, cresceu o interesse quanto ao uso da ludicidade nessa direção, especialmente quanto à utilização de jogos didáticos, como é o caso das cruzadas.

Os estudos difundidos na literatura sobre a utilização de palavras cruzadas no processo de ensino-aprendizagem são dedicados principalmente à análise de aspectos centrados na atividade da resolução de diagramas elaborados pelos professores. Aqui trataremos da contribuição de outra possibilidade: a elaboração e a resolução dessas palavras cruzadas pelos próprios estudantes, dentro de atividades voltadas à revisão desse conteúdo químico. O objetivo é dar maior significância a esse conteúdo por meio de estratégias nas quais os estudantes se tornem mais protagonistas por suas aprendizagens e que se motivem para o estudo da Química.

Esperamos que as propostas e as discussões aqui lançadas sejam úteis para a prática pedagógica dos professores. Desejamos também que este material, de alguma forma, contribua para se repensar a escola e o ensino-aprendizagem de Química, estimulando melhorias.

Os autores.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – A primeira palavra cruzada publicada em jornal.	15
Figura 2 – Exemplos de diagrama concentrado e de diagrama espalhado em palavras cruzadas do tipo “Diretas”.	16
Figura 3 - Interface do Kurupira Crossword, um aplicativo gratuito gerador de palavras cruzadas.	17
Figura 4 – Alguns elementos a serem considerados na apresentação de enigmas para as cruzadas.	19

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	7
2 A IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM SOBRE AS FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS NA QUÍMICA ESCOLAR	9
3 A ATIVIDADE DE REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS	11
4 A POTENCIALIDADE DO JOGO DE PALAVRAS CRUZADAS PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS	12
5 SUGESTÕES PARA A ATIVIDADE DE ELABORAÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS	14
5.1 Aborde o conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas previamente	14
5.2 Dialogue com os estudantes e defina os critérios da proposta	14
5.3 A formatação dos diagramas	15
5.4 A mediação docente na atividade de construção de palavras cruzadas	20
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

As substâncias oxigenadas apresentam grande diversidade estrutural. Tal característica lhes confere uma ampla faixa de propriedades, que são responsáveis por seus largos espectros de aplicações. Alguns arranjos atômicos presentes nas estruturas químicas dessas classes de substâncias resultam em grupos funcionais. Além de responderem por muitas de suas propriedades, eles também permitem a compartimentalização de determinados compostos oxigenados em categorias quimiotaxonômicas denominadas de Funções Orgânicas Oxigenas. Entre as muitas Funções Oxigenadas, selecionamos aquelas mais representativas ao currículo escolar: álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster.

“Funções Orgânicas” faz parte do conjunto dos conteúdos químicos relevantes - fundamentais e clássicos - incorporados ao currículo químico escolar. Tomando a compreensão de Saviani (2008) sobre tópicos curriculares, é preciso compreender que no sentido aqui apontado, o “clássico” não deve ser confundido com o tradicional. Assim como acontece em outras áreas do conhecimento, os conteúdos químicos clássicos resistiram ao tempo e permaneceram contribuindo estruturalmente para o desenvolvimento cultural da humanidade. Além disso, por serem historicamente produzidos, eles não se bastam em si mesmos, pois estão vinculados à prática social (MALDANER, 1999). É dentro desse contexto que as Funções Orgânicas adquiriram relevância, tanto para a Química quanto para o Ensino de Química. Por isso, esse conteúdo deve ser ensinado na escola!

Originalmente baseados na reprodução e na transposição do conhecimento científico-acadêmico para o ambiente escolar, os conceitos em Química Orgânica, como é o caso das Funções Orgânicas, foram sofrendo adaptações para que se tornassem ensináveis. Esse tipo de processo exemplifica a necessidade da mediação didática do saber disciplinar para o saber escolar, como tem sido relatado na disciplina de Química (LOPES, 2005). No entanto, em muitos casos, o didatismo utilizado em livros e nas aulas acaba por resultar em simplificações conceituais e em abordagens limitadas a aspectos simbólicos e memorísticos, privilegiando a dimensão quimiotaxonômica (MARCELINO-JR, 2014). Isso acontece frequentemente nas abordagens sobre as Funções Orgânicas, em que se verifica ênfase em nomenclaturas e representações de moléculas e de seus grupos funcionais. Comumente, esse tipo de abordagem é ainda mais enfatizado quando da revisão do conteúdo, a perspectiva destacada neste material.

A revisão dos conteúdos se insere no conjunto de possíveis estratégias da organização do ensino. Ela pode se constituir como importante etapa do planejamento didático do ensino médio, ainda que não venha se constituindo como uma prática constante na educação escolar e quando desenvolvida geralmente ocorra de maneira segmentada (GALVAO, CÂMARA e JORDÃO, 2012). A atividade de revisão dos conteúdos é um momento para retomada de aspectos estudados, de modo a contribuir para que os

estudantes reforcem e continuem desenvolvendo as suas capacidades cognoscitivas, por meio da assimilação de conhecimentos e pelo desenvolvimento de habilidades e de atitudes.

A incorporação do lúdico na revisão de conteúdos disciplinares pode contribuir para a aprendizagem e para incentivar a atenção e envolvimento dos estudantes (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Nesse sentido, um método de ensino diferente do que habitualmente é utilizado na revisão de conteúdo, pode proporcionar essas e outras vantagens ao processo educativo (AFONSO et al., 2018). Esse tipo de papel pode ser efetivado com a aplicação de um jogo didático.

Algumas das estratégias utilizando jogos têm sido utilizadas visando gerar uma oportunidade para introduzir, reforçar ou clarificar alguns conceitos, inclusive dentro de momentos de revisão do conteúdo químico. Entre as possibilidades nesse campo, o uso de palavras cruzadas possui um grande potencial (REUSS e GARDULSKI, 2001).

Achados arqueológicos no Egito Antigo revelaram a presença desse jogo há vários séculos antes de Cristo, mas, atribui-se o surgimento das palavras cruzadas modernas ao jornalista e editor Arthur Wynne, ao final de 1913. Wynne lançou a novidade na seção de passatempos da edição dominical do jornal norte-americano "The New York World": um diagrama denominado "Crosswords" (ANON, 1998). Diferindo das cruzadas modernas, o diagrama inicialmente veiculado apresentava o formato de diamante (HART e DAVIS, 1992). A partir de então, as palavras cruzadas se tornaram um fenômeno popular nos Estados Unidos, na década de 1920, período que assumiram o formato hoje familiar (ANON, 1998). No Brasil, em 1925, o jornal "A Noite" introduziu esse passatempo atribuindo-lhe o nome de palavras cruzadas (XIMENES, 2009). Rapidamente, elas se disseminaram e ganharam a simpatia da população.

As palavras cruzadas são consideradas jogos psíquicos, classificados como um tipo de jogo intelectual. Elas se utilizam do cognitivismo, incentivando a descoberta, a busca e o raciocínio (BENEDETTI FILHO et al., 2009). Por apresentarem uma estreita ligação funcional entre a motivação e o aspecto operacional da atividade, além de passatempo, as cruzadinhas também têm sido de grande valia para outros propósitos, tais como: no auxílio a pessoas com problemas de leitura (FRANKLIN, PEAT e LEWIS, 2003; MANZAR e AL-KHUSAIBY, 2004), com deficiências cognitivas decorrentes do mal de Alzheimer (SKOTKO et al., 2004) e na aprendizagem de uma nova língua (MARTINEZ e MARTINEZ, 2001). Também, desde as primeiras décadas do século XX, há relatos sobre a utilização vantajosa da resolução de palavras cruzadas no processo de aprendizagem escolar (BENEDETTI FILHO et al., 2009). No ensino de Química, diferentes experiências exitosas sobre a utilização de palavras cruzadas, inclusive como um método satisfatório para revisão de conteúdos (WISE, 2001; LACERDA et al., 2012).

A continuidade desta parte introdutória, destacaremos inicialmente alguns aspectos sobre o ensino do conteúdo Funções Orgânicas na escola. Em seguida, após uma rápida abordagem sobre a importância da revisão de conteúdos e do papel que as palavras cruzadas podem desempenhar nesta etapa da organização do ensino, serão apresentadas algumas sugestões para o trabalho com esse jogo.

2 A IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM SOBRE AS FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS NA QUÍMICA ESCOLAR

A disposição no currículo do ensino médio e a abordagem escolar da Química Orgânica guardam algumas especificidades. Geralmente, considera-se que a Química Orgânica é uma "Química diferente", à parte dos demais conteúdos que envolvem o ensino-aprendizagem da ciência Química (MARCELINO-JR, 2014). A fragmentação dos conteúdos apresentados nos livros didáticos tradicionais também coloca a Química Orgânica no final da sua sequência ou, quando a coleção possui diferentes volumes, a Química Orgânica é apresentada no último volume. Essas opções acabam por direcionar o planejamento da abordagem desse conteúdo para o final dessa etapa de escolarização, tanto é que em muitas escolas do ensino médio, o ensino da Química Orgânica ainda ocorre apenas no terceiro ano. Porém, como nem sempre há tempo didático para que ele seja contemplado ao longo do ano letivo, muitos estudantes findam por ter uma aprendizagem deficitária ou resultam sem aprendizagem dos conteúdos relacionados às Funções Orgânicas Oxigenadas, pois sequer têm acesso a aulas sobre esse assunto. Isso não pode acontecer! O estudante tem o direito ao conhecimento historicamente produzido pela humanidade. Especialmente um conhecimento clássico como esse.

Outro fator a ser destacado reside nas dificuldades exibidas por muitos estudantes em conceitos relacionados às Funções Orgânicas (MARCELINO-JR, 2014). Alguns atribuem parte dos problemas enfrentados à ênfase memorística efetivada nos manuais didáticos (livros e apostilas) e por muitos professores à nomenclatura dos compostos orgânicos e classificações das Funções Orgânicas (TEIXEIRA e HOLMAN, 2008). Por outro lado, dificuldades também podem ser geradas quando requeridos conhecimentos sobre alguns dos aspectos que são cada vez menos enfatizados no ensino médio, como as reações orgânicas (MARQUES, EICHLER e DEL PINO, 2006) e propriedades das substâncias orgânicas (MARCELINO-JR e NÚÑEZ, 2017). Essas ausências ou limitações interferem na percepção da diversidade exibida por essas substâncias.

As concepções atuais consideram que um grupo funcional se refere a átomos específicos de uma molécula, ligados em certos arranjos que proporcionam determinadas propriedades físicas e químicas ao composto, incluindo a reatividade (MC NAUGHT e WILKINSON, 1997). Os grupos funcionais têm sido utilizados como critério para sistematização das classes de compostos, especialmente na Química Orgânica. Com isso, eles podem ser usados agrupar os compostos que sejam estruturalmente semelhantes e para distingui-los, sendo referência para o estabelecimento da nomenclatura dos compostos orgânicos. Grupos funcionais também desempenham um papel significativo no direcionamento e controle das reações orgânicas (MORRISON e BOYD, 2009). Por isso, um grupo funcional tende a se comporta de maneira semelhante, em substâncias diferentes, passando por reações semelhantes, independentemente do composto em que esteja presente, embora a influência eletrônica e/ou espacial de outros grupos funcionais nas suas proximidades possa limitar a reatividade (MC NAUGHT e WILKINSON, 1997).

Um aspecto a ser destacado na abordagem das Funções Orgânicas reside no fato de que as moléculas das substâncias orgânicas podem conter um ou mais de um tipo de grupo funcional, seja de arranjos simples ou de combinações mais complexas. Tais características incidem na possibilidade de um vasto leque de funções orgânicas e, conseqüentemente, de diferentes conteúdos a serem contemplados no currículo químico. No entanto, no ensino médio, a seleção curricular atual tem destacado as funções álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster.

Substâncias orgânicas oxigenadas pertencentes a essas classes integram grande parte das bioproduções dos seres vivos. Eles envolvem as substâncias do metabolismo primário (carboidratos, proteínas e muitos lipídios, como os ácidos graxos e os triglicerídeos), os hormônios, as moléculas que carregam informação genética (ácido desoxirribonucleico, DNA) e uma enorme quantidade de metabólitos secundários de humanos, animais, plantas, insetos e microrganismos. Em relação a este último grupo, tem-se, por exemplo: o aldeído cinâmico, presente em várias espécies de árvores do gênero *Cinnamomum* e responsável pelo odor de canela; o rincoforol, um álcool que atua como feromônio de agregação do *Rhynchophorus palmarum*, um besouro que pode trazer malefícios às plantações de coco; e a penicilina, substância polifuncional que é secretada pelo fungo *Penicillium notatum*. Uma grande quantidade de produtos comerciais também é constituída por álcoois, éteres, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e ésteres, tais como: combustíveis, tintas, fármacos, perfumes, cosméticos, alimentos, plásticos e produtos de higiene e de limpeza. Portanto, as características químico-estruturais, as propriedades e as aplicações de substâncias dessas funções orgânicas são diversas, representativas e socialmente importantes. Tais características incidem na necessidade de estratégias didáticas adequadas que revelem e explorem toda essa potencialidade.

3 A ATIVIDADE DE REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS

Os estudantes questionam continuamente a necessidade do estudo da Química (SILVA et al., 2017). Parte dessa queixa está associada à grande ênfase à transmissão de conceitos abstratos e na memorização de nomenclaturas e fórmulas (SILVA et al. 2017). Muitas estratégias nessa direção contribuíram para tornar o processo de ensino-aprendizagem pouco eficaz, desmotivador e menos atrativo, implicando em baixos rendimentos nos resultados alcançados. A revisão de conteúdos dentro do ensino-aprendizagem de Química, muitas vezes, acaba por reforçar essas atitudes negativas e acabam sendo momentos pedagógicos pelos estudantes, conforme se verifica para o conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas. Porém, essa revisão pode se efetivar como importante etapa do planejamento didático docente, uma etapa útil e significativa.

A revisão de determinado conteúdo por repetidas vezes e/ou por formas distintas tem importância para a aprendizagem do estudante (RATTI, 2018). O professor deve considerar essa característica.

A atividade de revisar possibilita a redescoberta de um conteúdo em tempos e contextos diferentes. Desse modo, a revisão do conteúdo também é concebida um momento de se proporcionar novas oportunidades de aprendizagem (RATTI, 2018).

Uma das técnicas usadas para a revisão é a da repetição imediata e contínua (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Alguns defendem a ideia de que quanto mais se revisar determinado assunto e entrar em contato com ele, mais fixação e maior duração terá na memória (GUARESI, 2014). Outra técnica utilizada para a revisão é a repetição espaçada (GALVAO, CÂMARA e JORDÃO, 2012). Nesse caso, efetua-se o ato de repetir um conteúdo estudado em períodos diferentes, ou seja, na aprendizagem de uma nova informação, deve-se estudá-la no mesmo dia, depois, estudar novamente passados alguns dias, e estudar mais uma vez após semanas (SOISTAK e PINHEIRO, 2009). Uma revisão mais ampla e generalizada feita pelos professores se alinham a essa segunda opção.

É importante que a revisão dos conteúdos se distancie de estratégias que busquem limitá-la a um ato mecânico e repetitivo (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Ela também não deve ser realizada como uma atividade unilateral, no sentido de se configurar em um momento de fala/exposição do professor e de escuta passiva do estudante (SOISTAK e PINHEIRO, 2009). Pelo contrário, o estudante deve se efetivar como sujeito ativo do processo de revisão, dentro de um contexto que estimule o diálogo, a pesquisa e a troca de experiências e de conhecimentos (RATTI, 2018). Considerando as características desejáveis a esse tipo de processo, a ludicidade pode desempenhar um significativo papel.

A incorporação do lúdico na revisão de conteúdos disciplinares pode contribuir para a aprendizagem e para incentivar a atenção e envolvimento dos estudantes (MIRON e OLIVEIRA, 2017). Nesse sentido, um método de ensino diferente do que habitualmente é utilizado na revisão de conteúdo, como a aplicação de um jogo de palavras cruzadas, pode proporcionar essas e outras vantagens ao processo educativo.

4 A POTENCIALIDADE DO JOGO DE PALAVRAS CRUZADAS PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS

As atividades lúdicas podem ter várias aplicações no ambiente escolar e se manifestarem de diferentes formas, tais como: brincadeiras, experimentos e jogos. Assim como Soares (2008) destaca positivamente para o ensino de Química, em geral, as atividades lúdicas apresentam um caráter motivador que estimula a participação mais efetiva dos estudantes. Especificamente no caso do ensino de Química, entre outras características favoráveis, acredita-se que elas contribuam para: i) aumentar a quantidade/qualidade do diálogo professor/estudante e estudante/estudante; ii) permitir uma aprendizagem mais significativa, não restrita à memorização taxonômica e de fórmulas; e iii) facilitar a identificação, pelo professor, das dificuldades dos estudantes (CUNHA, 2012).

As atividades lúdicas no ambiente escolar devem ser educativas e também podem ter caráter didático. Elas são consideradas educativas quando desenvolvem habilidades como concentração, organização e cooperação; já o caráter didático está relacionado à aprendizagem, envolvendo a questão conceitual, e tem a participação do professor como mediador (CUNHA, 2012). Dentro das possibilidades existentes, a utilização de jogos didáticos têm apresentado bons resultados.

Diversão e aprendizagem são características intrínsecas ao jogo didático. No entanto, a função educativa e a função lúdica do jogo devem estar equilibradas no desenvolvimento de atividades com base nesse tipo de estratégia (CUNHA, 2012). Porém, é necessário que tanto estudantes quanto professores compreendam a diversão não como um fim, mas como um o caminho para o desenvolvimento da atividade de aprendizagem de conhecimentos químicos. Além do mais, não é suficiente apenas que o jogo tenha ou se pautar apenas informações científicas para que ele seja didático, pois é preciso haver a mediação (MESSEDER NETO, 2016). A falta de mediação ou uma mediação ineficaz pode contribuir para que, mesmo veiculando conceitos científicos na sua composição, não ocorra a apropriação consciente do conteúdo por parte dos estudantes.

O jogo no ensino médio não possui o mesmo papel exercido na educação infantil. Adolescentes e jovens dispõem de outras características e estruturas mentais, suas funções psicológicas superiores apresentam outros graus de desenvolvimento (MARCELINO-JR, 2014). Ademais, suas necessidades e suas motivações são diferentes. Ao discutir sobre esse aspecto Messeder Neto e Moradillo(2016) destaca que, no ensino médio, o jogo deve se constituir

[...] como uma forma de auxiliar no desenvolvimento das funções psíquicas que ainda não foram amplamente desenvolvidas pelos estudantes e de encaminhá-los para atividades de estudo. Ou seja, o jogo precisa ajudar o aluno na apropriação do conhecimento científico, pois só assim ele estará contribuindo para o desenvolvimento psíquico e exigindo do aluno mais do que ele pode no momento, avançando sempre para a atividade de estudo. Apontamos que é na função do resgate dos processos psíquicos que o jogo precisa ser pensado.

Neste sentido, as palavras cruzadas ganham um destaque adicional.

As cruzadas contam com uma estrutura própria por consistir de um sistema de regras que impõem uma determinada ordem. Por isso, a estrutura genérica da palavra cruzada é praticamente universal e usualmente consiste de um grid, conhecido como diagrama, que é composto por quadrados vazios e preenchidos (LITTMAN, KEIM e SHAZEER, 2002).

A resolução de uma palavra cruzada comercial requer um bom conhecimento de linguagem e de conhecimentos gerais, além de uma razoável habilidade para executar uma busca sobre as possíveis respostas para encontrar um conjunto de termos que seja adequado ao diagrama (LITTMAN, KEIM e SHAZEER, 2002). Intrinsecamente, esse tipo de jogo encadeia vários propósitos na promoção de inferências de conhecimentos e no incentivo à dedução de palavras que se cruzem em sentido vertical e horizontal, baseando-se em pistas e dicas escritas e por associação com letras de palavras já preenchidas (BENEDETTI FILHO et al., 2013).

A elaboração de palavras cruzadas é uma atividade que necessita de princípios norteadores. Quando se pretende que ela seja desenvolvida pelos próprios estudantes, a orientação precisa ser planejada. Por isso, é importante superar a espontaneidade e auxiliá-los no desenvolvimento desse tipo de atividade.

5 SUGESTÕES PARA A ATIVIDADE DE ELABORAÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS PARA A REVISÃO DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS

A construção de palavras cruzadas como atividade de revisão do conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas pode ser dividida em diferentes momentos pedagógicos. Em continuidade, apresentaremos e discutiremos sobre algumas considerações neste sentido.

5.1 Aborde o conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas previamente

O professor deve se utilizar do seu planejamento didático, vinculando os conceitos relacionados às funções álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. As estratégias nessa direção podem ser variadas. É interessante que nas aulas se aborde, por meio de teoria e exemplos, as dimensões químico-representacionais, as propriedades e as aplicações das funções álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. Como esse é um conteúdo relativamente extenso, ele pode ser dividido em 2 (dois) blocos, cada um contemplando 3 (três) funções.

A seleção de tópicos pode ser baseada em diferentes documentos orientadores. Por exemplo, nos objetos de conhecimento normalmente trabalhados na escola, a matriz curricular do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e os programas de processos seletivos para acesso às Universidades. Seja qual for o caminho escolhido, a ênfase seguida deve ir bem além de abordagem restritiva apenas a aspectos memorísticos sobre nomes dos diferentes tipos de funções, grupos funcionais e nomenclaturas. As propriedades e as aplicações também devem ser valorizadas. Então, tempos depois, retome esse conteúdo, revisando-o de uma forma diferente.

5.2 Dialogue com os estudantes e defina os critérios da proposta

Apresente da atividade de desenvolvimento das cruzadas aos estudantes. Uma das possibilidades é dividir a turma em grupos de 3 (três) ou 4 (quatro) participantes. Estimule-os a utilizar livros, anotações de aula e páginas da internet como fonte de pesquisa. Também é importante incentivá-los a se articularem e interagirem uns com os outros, tanto presencialmente quanto por meio de plataformas e/ou aplicativos digitais de redes sociais. Estabeleça prazos e formatos para os produtos a serem entregues. É bastante recomendável a elaboração e distribuição de um pequeno texto contendo as orientações para construção das palavras cruzadas contendo esses e outros aspectos, como esses apresentados em continuidade.

5.3 A formatação dos diagramas

As palavras cruzadas são um jogo em que quadrinhos são preenchidos a partir de dicas (definições) fornecidas para formar as palavras. Estes quadrinhos se interceptam na horizontal e na vertical, ou, em alguns casos, também na diagonal. As respostas podem ser preenchidas com um ou por uma sequência de dois ou mais caracteres do alfabeto. Assim, para resolver um jogo de palavras cruzadas, as palavras correspondentes às definições devem ser escritas nos quadrados brancos da grade.

Há formatos bastante diferentes para os diagramas. Criado por Arthur Wynne, em 1913, o diagrama moderno tinha o formato de diamante oco e possuía 23 (vinte e três) definições (figura 1). Com o passar do tempo, a popularidade e o sucesso das palavras cruzadas aumentaram tanto que, além das publicações diárias nos jornais, foram publicadas revistas e livros contendo exclusivamente esses jogos, como forma de passatempo. Lançado pela editora inglesa Simon & Schuster, o primeiro livro acabou por criar o padrão oficial de medidas que os cruciverbalistas, os criadores profissionais de palavras cruzadas, poderiam utilizar, 5 (cinco) tamanhos: 15×15, 17×17, 19×19, 21×21 ou 23×23. Atualmente, existem campeonatos oficiais de cruzadistas em todo o mundo, nos quais os formatos utilizados são: 9×9, com total cruzamento; 11×11, com 14 palavras de 11 letras; 12×18 com 16 palavras longas, com 12 ou mais letras; e 15×15.

Figura 1 – A primeira palavra cruzada publicada em jornal.



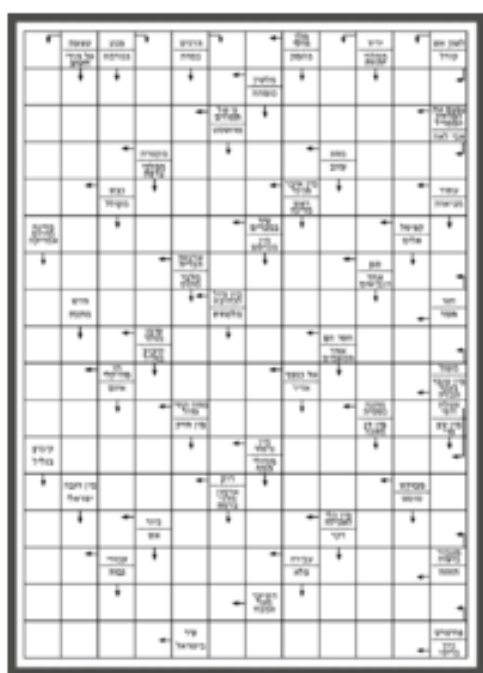
Fonte: Benedetti Filho et al, 2009.

Os formatos mais comuns das palavras cruzadas são os retangulares e os quadrados. Mas, os diagramas sofrem muitas variações, pois, há outros formatos, como os redondos, os triangulares e os diamantes. Também existem diferentes níveis de dificuldades das pistas (fácil, médio, difícil etc.) e de estilos. No estilo original, americano, das palavras cruzadas, as chaves ou definições aparecem fora do diagrama (SKOTKO et al., 2004). Outros estilos mais comuns são: inglês, o mais complexo, envolve charadas; e com quadros em branco, que são utilizados campeonatos oficiais de cruzadistas, onde é necessário descobrir quais quadrinhos não devem ser preenchidos. Já as palavras cruzadas no estilo

sueco, do tipo “diretas”, uma “novidade” criada e desenvolvida pelos alemães, tornaram-se mais populares no Brasil, as chaves ou definições ficam dentro dos diagramas (LITTMAN, KEIM e SHAZEER, 2002).

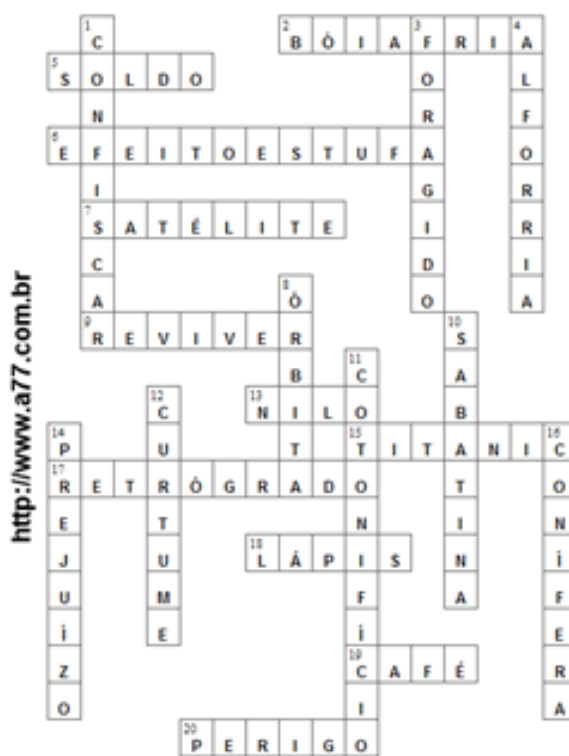
As palavras cruzadas do tipo diretas são compostas por uma grade retangular de quadrados brancos e pretos. As definições ou enigmas são colocados dentro dos seus respectivos quadrados de pistas. Em algumas adaptações, utilizam-se também 2 (duas) listas de definições, correspondentes às suas numerações, uma para as horizontais e outra para as verticais, cujos números correspondem aos números idênticos do diagrama. Outro tipo de variação verificado no formato “Diretas” se relacionada com o grau, com a quantidade, de intercepções entre palavras verticais e horizontais. Basicamente, mais intercepções contribuem para um formato de “diagrama concentrado”, enquanto a menor quantidade resulta em “diagrama espalhado”, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2 – Exemplos de diagrama concentrado e de diagrama espalhado em palavras cruzadas do tipo “Diretas”.



wikipedia.org

a) Diagrama concentrado
Fonte: wikipedia.org



b) Diagrama espalhado
Fonte: <http://www.a77.com.br>

São muitas as possibilidades para a formatação de diagramas de palavras cruzadas. Porém, independentemente do método utilizado, 2 (dois) aspectos devem considerados na sua elaboração: a diagramação e a abordagem pedagógica.

Aspectos da diagramação

A popularidade das cruzadas nos jornais levou, posteriormente, ao seu aparecimento na Internet. Antes elaboradas apenas manualmente, com as opções das tecnologias digitais, diferentes recursos foram desenvolvidos para auxiliar na elaboração dos diagramas. Atualmente, existem muitos *sites* que permitem à resolução de palavras cruzadas *on line*, além de programas comerciais que produzem *applets* de palavras cruzadas, tais como: JCross, que é uma ferramenta do Hot Potatoes®; Eclipsecrossword; Crossbuilder e Crossword compiler. A figura 3 traz uma imagem do Kurupira crossword, um gerador de palavras cruzadas gratuito.

Figura 3 - Interface do Kurupira Crossword, um aplicativo gratuito gerador de palavras cruzadas.



Fonte: http://kurupira.net/images/jogar_palavras_cruzadas_kurupira.jpg

A utilização de aplicativos para a elaboração de palavras cruzadas traz muita agilidade ao processo. Mas ainda há quem prefira realizar essa atividade pela via do trabalho manual. Especialmente se tratando da produção manual, os encaixes baseados em tentativa e erro trazem uma exigência adicional em termos quantidade de enigmas a serem desenvolvidos. Nem sempre as palavras, as respostas dos enigmas, inicialmente propostas se adequam a determinadas tentativas de encaixe de modo a se obter um diagrama que tenha um formato condensado, ou seja, que sejam mais próximo aos modelos utilizados

em revistas, nos jornais e na internet. Sendo assim, esse tipo de procedimento exige que os elaboradores, no caso os estudantes, exercitem a paciência e a persistência, testando múltiplas possibilidades com o conjunto proposto ou que desenvolvam um conjunto bem maior, que funcione como um banco de enigmas.

O processo de elaboração de palavras cruzadas requer atenção e determinação. Seja manual ou por aplicativo, para a operacionalização desse produto didático alguns critérios devem ser observados, tais como: formato dos diagramas; quantidade de enigmas; distribuição das respostas entre palavras verticais e horizontais; tamanho das respostas (quantidade de letras das palavras); quantidade de interseções; e apresentação dos enigmas.

A relação entre linhas e colunas incidirá diretamente sobre o formato do diagrama. Mas esse não será o único fator responsável pela sua aparência. Os tamanhos das respostas, suas distribuições entre localizações verticais e horizontais e a quantidade de interseções serão decisivas para que a cruzada tenha um formato de diagrama concentrado ou de diagrama espalhado. Quanto menos interseções, o diagrama apresentará um formato mais espalhado e será mais semelhante a outro tipo de jogo: o caça-palavras. A ausência de um formato mais próximo aos tradicionalmente veiculados podem diminuir a significância do jogo de palavras cruzadas, que apresenta nas interseções a sua característica marcante. A presença de grandes quantidades de interseções em uma cruzada é um indicativo do esforço para tornar o aspecto técnico-operativo da atividade mais lúdico, assemelhando-a mais a um jogo. Diagramações com esse tipo de característica podem contribuir um fator que pode gerar interesse pela atividade de respondê-la.

Um ponto a ser negociado com os estudantes, logo no início, é o tamanho dos diagramas ou a quantidade de enigmas a se fazer presente na palavra cruzada. A ideia de estabelecer uma dada quantidade de enigmas pode viabilizar um trabalho mais focado, uma vez que eles estarão diretamente ligados à quantidade de interseções. Em média, uma cruzada comercial veiculada nas revistinhas de passatempo apresenta 40 (quarenta) enigmas. A depender dos objetivos traçados, o professor deve propor e discutir com seus estudantes um número que corresponda ao desafio almejado à turma.

Um cuidado adicional na elaboração precisa ser tomado quando o diagrama é confeccionado manualmente. Em determinados casos, a caligrafia e a estética das células podem prejudicar a apresentação e dificultar um pouco a leitura. Os diagramas ficam mais nítidos quando os elaboradores dedicaram uma maior atenção à etapa de montagem, seja utilizando régua, aproveitando as listas do caderno, usando papel milimetrado ou adequando tabelas digitalmente editadas.

A relação entre os enigmas e o diagrama também auxilia no formato da cruzada. Alguns elementos que podem ser considerados para esse propósito são destacados na figura 4.

Figura 4 – Alguns elementos a serem considerados na apresentação de enigmas para as cruzadas.

2									26		
5	Apresentação dos enigmas Forma de distribuição: - Lista única; - Lista para verticais e para horizontais; - Diretas. Estilo dos enunciados: - Perguntas/Afirmativa; - Frases incompletas. Elementos gráficos: - Representações químicas; - Outros tipos de imagens										
											10
7											
	9				17				12		

As combinações desses elementos resultam em produtos diversificados e dotados de diferentes padrões de formatação. As formas de distribuição dos enigmas, os estilos dos enunciados e a presença de elementos gráficos possibilitam a criação de uma trama que atrai a tenção e causa envolvimento pela atividade de planejar o jogo.

Os diagramas podem conter diferentes formas de representação estrutural, mas também outras formas de imagens, tanto de bancos de imagens quanto de elaboração própria. Esses elementos gráficos podem trazer mais leveza e atratividade à apresentação do conjunto de enigmas. Acrescendo possibilidades à relação texto-texto, a presença de imagens pode incorporar outros tipos de relações semióticas, como imagem-texto e imagem-imagem, na abordagem do conhecimento químico. Além de contribuir para estimular a criatividade dos estudantes, as imagens auxiliam a dar complementariedade ao sentido do enigma. Por exemplo, uma garrafa e uma taça de vinho permite estabelecer uma relação imagem-texto com uma nomenclatura química, como o nome do ácido presente nesse produto, o ácido tartárico.

O tratamento do conhecimento químico envolve uma série de elementos de que vão além aspectos de diagramação. Os aspectos também pedagógicos precisam de uma adequada delimitação para que a atividade seja significativa em termos da revisão do conteúdo.

Aspectos pedagógicos

A atividade de desenvolvimento de palavras cruzadas temáticas sobre Funções Orgânicas Oxigenadas para revisão do conteúdo necessita de um adequado tratamento do conhecimento químico contemplado, no caso, envolvendo as funções álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. É importante que sejam contempladas equitativamente 3 (três) dimensões do conhecimento químico: i) aspectos químico-representacionais; ii) propriedades; e iii) aplicações.

Os estudantes em suas atividades corriqueiras sobre Funções Orgânicas, costumeiramente, tendem a privilegiar algumas substâncias mais representativas, como o etanol, o éter etílico, o formaldeído, a acetona, o ácido acético e o butanoato de etila (responsável pelo aroma de abacaxi em produtos alimentícios). Por um lado, isso acaba sendo interessante, pois, no conjunto de cruzadas elaboradas por uma turma, aumentam as possibilidades de abordagens distintas para um mesmo conceito. No entanto, é oportuno que sejam exploradas as diversidades de substâncias dessas funções. Adicionalmente, em um dado enigma, a abordagem não precisa ser exclusivamente monofuncional, ou seja, restrita a uma única função. Ela também pode ser multifuncional, envolvendo mais de uma função orgânica.

Não é aconselhável que as abordagens de aspectos químico-representacionais envolvendo fórmula molecular, fórmula estrutural, grupos funcionais e/ou nomenclatura tenham um fim em si mesmas. Na direção oposta, é possível suscitar há diferentes contextos criativos que suplantem apenas uma ênfase mais químico-conceitual e que incorporem interlocuções com as propriedades e as aplicações das substâncias orgânicas oxigenadas.

5.4 A mediação docente na atividade de construção de palavras cruzadas

A atividade pedagógico-didática de construção de palavras cruzadas pelos estudantes para a revisão do conteúdo de Funções Orgânicas Oxigenadas deve ser bem planejada e executada por meio da orientação docente. A utilização de jogos e outras estratégias pautadas na ludicidade usualmente se associam a um discurso que as valorizam por estimularem o caráter ativo que o estudante assume dentro do processo de ensino-aprendizagem. Ao mesmo tempo, determinadas estratégias, especialmente as centradas no desenvolvimento de produtos didáticos pelos próprios estudantes, como os jogos, trazem a possibilidade de carregarem em si uma alta dose de espontaneidade que acabe por interferir na qualidade e no sucesso da atividade realizada.

Um tratamento do conhecimento químico que privilegie a diversidade representativa das substâncias oxigenadas das funções envolvidas e a articulação entre aspectos químico-representacionais, propriedades e aplicações necessitam estar vinculados a dois aspectos principais, que estão inter-relacionados: orientação e pesquisa. A orientação docente na escolha e consulta pelos estudantes em fontes de pesquisa, quando viabilizada, aumenta a possibilidade de coleta de informações sobre a diversidade de propriedades e de aplicações exibidas pelas substâncias orgânicas, dentro de diferentes contextos. Isso contribuirá para a revisão e para a significância do conteúdo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão do conteúdo funções orgânicas oxigenadas por meio da atividade de construção de palavras cruzadas temáticas pode se configurar em um processo que permita a combinação de diferentes características, como: a intencionalidade, a pesquisa, a criação, a orientação, o raciocínio, o pensamento, a interação e a aprendizagem. Esse tipo de atividade pode gerar uma participação e um envolvimento maior dos estudantes, quando comparado outras atividades rotineiramente desenvolvidas com as turmas. Ela pode permitir a revisão do conteúdo Funções Orgânicas Oxigenadas de um modo diferente e bastante produtivo. Em grupos, os estudantes devem ser estimulados a pesquisar e interagir entre si e com o professor, propondo e dando resolução a conjuntos de problemas, na forma de enigmas.

As características técnicas e pedagógicas associadas aos diagramas permitem a confecção de distintas tramas temáticas envolvendo as funções oxigenadas álcool, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico e éster. Nesse processo, é importante valorizar e viabilizar interações entre 3 (três) dimensões do conhecimento químico - conceitos, propriedades e aplicações – relacionadas a esses compostos orgânicos oxigenados

O processo de criação de palavras cruzadas deve se desenvolver por meio da intervenção pedagógica planejada, em termos de orientação docente, mobilizando aspectos cognoscitivos e afetivos. Na revisão dos conteúdos de Funções Orgânicas Oxigenadas, os estudantes devem atuar de modo mais autônomo e ativo, valorizando a pesquisa e a significância das substâncias das classes estudadas, por meio da contextualização.

Atividades lúdica com esse tipo de compreensão são laboriosas, exigindo dedicação e esforço, ao mesmo tempo que podem despertar maior interesse e motivação, tanto nos estudantes quanto no professor. Elas também são oportunidades para promover a interação com colegas professores, tanto da disciplina de Química quanto de outras disciplinas, como as da Área de Linguagens.

Esperamos que as propostas aqui apresentadas impulsionem novos interesses e desafios. Que elas estimulem práticas pedagógicas em sala de aula e incentivem a realização de pesquisas dentro desse campo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. F., *et al.* O papel dos jogos didáticos nas aulas de química: aprendizagem ou diversão? **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, v. 8. n. 1, p. 578-591, 2018.
- ANON. Britannica, CD 98 Multimedia Edition. Chicago: **Encyclopedia. Britannica**. 1998.
- BENEDETTI FILHO, E; BENEDETTI, L.P.S; FIORUCCI, A.R.; OLIVEIRA, N.; PERONICO, V. C. D. Utilização de palavras cruzadas como instrumento de avaliação no ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 104-115, 2013.
- BENEDETTI FILHO, E; FIORUCCI, A.R.; BENEDETTI, L.P.S.; CRAVEIRO, J.A. Palavras cruzadas como recurso didático no uso de teoria atômica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 88-95, 2009.
- CUNHA, M.B. Jogos no Ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.
- FRANKLIN, S., PEAT, M.; LEWIS, A. Non-traditional Interventions to Stimulate Discussion: The Use of Games and Puzzles. **Journal of Biological Education**. 37(2), 79-84. 2003.
- GALVAO, A.; CAMARA, J.; JORDAO, M.. Estratégias de aprendizagem: reflexões sobre universitários. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.**, Brasília, v. 93, n. 235, p. 627-644, Dec. 2012
- GUARESI, Ronei. Educação e Contemporaneidade. **Revista da FAEEBA**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 51-62, jan./jun. 2014.
- DAVIS, R.H.; HART, M. Cryptic crossword clue interpreter. *Information and Software Technology*. 34. 1. 16-27. 1992.
- LACERDA, C.C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO-JR, C. A. C. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola**, 34(2), 75-82. 2012.
- LITTMAN, M. L., KEIM e SHAZEER, G.A.N. A probabilistic approach to solving crossword puzzles **Artificial Intelligence**. 134. 1-2. 2002.
- LOPES, A. C. Discursos curriculares na disciplina escolar Química. **Ciência & Educação**, v. 11, n.2, p.263-278, 2005.
- MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada de professores de Química. **Química Nova**, 22, 289-292, 1999.

MANZAR, S. e AL-KHUSAIBY, S.M. Crossword puzzle. A new paradigm for interactive teaching. **Saudi Medical Journal**. 25. 11. 1746-1747. 2004.

MARCELINO-JR, C. A. C. **A formação de habilidade de explicar as propriedades dos isômeros segundo a teoria de P. Ya Galperin**. 2014. 317f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARCELINO-JR, C. A. C.; NÚÑEZ, I.B. **A importância de Aleksandr Butlerov para a história da química e as controvérsias em torno da sua contribuição para a teoria estrutural**. In: SIMÕES NETO, J.E.(Org.). *Histórias da química*. Curitiba: Appis Editora. 2017.

MARQUES, C. R.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Um estudo sobre a organização curricular das disciplinas do curso de química da Ufrgs . In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18, 2006, Porto Alegre, RS. **Resumos do XVIII SIC**, Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 805-806.

MARTINEZ, J. G. R. e MARTINEZ, N. C. Puzzles instead of drills. **Teaching Pre K-8**. Jan. 55-57. 2001.

MC NAUGHT, A. D.; Wilkinson, A. **Compendium of Chemical Terminology**, 2. ed. (the "Gold Book"). Compiled by. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1997.

MESEDER NETO, H. S. **O lúdico no ensino de Química na Perspectiva Histórico-Cultural: além do espetáculo, além da aparência**. Curitiba: Editora Prismas. 2016.

MESEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola**, v.38, n.4, p.360-368, 2016.

MIRON, D. dos S.; OLIVEIRA, C. F. **Anais Seminário Educação**, Cruz Alta, v. 5, n. 1, 2017.

MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. **Química Orgânica**. 15. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2009. xv, 1510 p

RATTI, C. **Vale a pena fazer revisão na volta às aulas?** Nova Escola. 2018.

REUSS, R.L.; GARDULSKI, A.F. An interactive game approach to learning historical geology and paleontology. **Journal of Geoscience Education**. 49. 120-129. 2001.

SILVA, C. M. J.; ALMEIDA, H. C. R.; SILVA, J. C. S.; SIMÕES NETO, J. E. Percepção dos licenciando em química sobre a aplicação do jogo da química II. **Revista eletrônica Ludus Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 126-141, 2017.

SKOTKO, B.G., KENSINGER, E. A. LOCASCIO, J.J., GILLIAN, E., RUBIN, D.C., TUPLER, L. A., KRENDL, A. e CORKIN, S. Puzzling thoughts for H.M.: can new semantic information be anchored to old semantic memories? **Neuropsychology**. 18. 4, 756–769. 2004.

SOARES, M. **Jogos para o Ensino de Química: Teoria, Métodos e Aplicações**. Guarapari – ES. Ex Libris, 2008.

SOISTAK N.A.; PINHEIRO M. Memorização: atual ou ultrapassada no ensino-aprendizagem da matemática? **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia** 971-983. 2009.

TEIXEIRA, J., HOLMAN, R.W. A Simple Assignment That Enhances Students Ability to Solve Organic Chemistry Syntheses Problems and Understand Mechanisms. **Journal of Chemical Education**. V.85, n 1, p 88, 2008.

WISE, A. Web-based crossword puzzles support revision. **Active Learning in Higher Education**. 2. 2. 180-188. 2001.

XIMENES, S.B. Palavras cruzadas. In FILHO, E. B.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. P. S.; CRAVEIRO, J. A. Palavra cruzadas como recurso didático no Ensino de Teoria Atômica. **Química Nova na Escola**, 2009, v. 31, n. 2, p. 70-95.