



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

FABIANA ALVES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL DE  
APRENDIZAGEM QUÍMICO, BASEADO NA TEORIA DE GALPERIN, PARA A  
IDENTIFICAÇÃO DE ÁLCOOIS**

Recife  
2020

FABIANA ALVES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL DE  
APRENDIZAGEM - QUÍMICO, BASEADO NA TEORIA DE GALPERIN, PARA A  
IDENTIFICAÇÃO DE ÁLCOOIS**

Dissertação de Mestrado apresentada a Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRPE - Recife), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Química.

**Linha de Pesquisa:** Novas tecnologias e comunicação.

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

Recife

2020

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)

---

- S586d Silva, Fabiana Alves da Silva  
DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM - QUIMICOL,  
BASEADO NA TEORIA DE GALPERIN, PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁLCOOIS / Fabiana Alves da Silva  
Silva. - 2020.  
172 f. : il.
- 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, 2020.
1. Teoria de Galperin. 2. Função álcool. 3. Software educativo. 4. Ensino de Química Orgânica. 5.  
Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). I. Jr, Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino, orient. II.  
Título

FABIANA ALVES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL DE  
APRENDIZAGEM - QUIMICOL, BASEADO NA TEORIA DE GALPERIN, PARA A  
IDENTIFICAÇÃO DE ÁLCOOIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da UFRPE como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Química.

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

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.**  
**Presidente e Orientador**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

---

**Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
(Membro interno)

---

**Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
(Membro interno)

---

**Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos**  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
(Membro externo)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, antes de tudo, a Deus por ter me dado condições de estar aqui realizando essa grande conquista e me acrescentando em mais uma realização pessoal e profissional.

Aos meus pais e familiares que me deram todo o apoio e confiança.

Ao meu marido, que contribuiu com muita paciência e incentivo.

Agradeço a meu orientador, Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr, pelo apoio, ensinamento, paciência, e conhecimentos transmitidos que contribuíram para meu aprendizado e desenvolvimento desta pesquisa.

Ao corpo Docente do Mestrado Profissional em Química (PROFQUI) da UFRPE e a todos os servidores do DQ-UFRPE pela excelente convivência e profissionalismo oferecida nesta etapa da realização do mestrado e principalmente os diretamente envolvidos com o PROFQUI.

A todos os meus amigos da turma PROFQUI, pelo convívio e satisfação de compartilhar nossos conhecimentos, experiências pessoais e profissionais.

Aos professores da Banca Examinadora por gentilmente terem aceitado ao convite.

Agradeço a todas as pessoas que de uma maneira ou de outra contribuíram para o fim dessa grande fase de aprendizado e prática e me proporcionaram confiança e disponibilidade durante meu tempo de estudo, trabalho e da realização dessa dissertação. Principalmente ao profissional (Bacharelado em Ciências da Computação) formado na UFRPE, Jeremias Leite da Silva, pela disponibilidade e atenção para auxiliar na produção deste produto educacional de tanta qualidade.

E, principalmente, a UFRPE por ter me proporcionado essa etapa de tamanha importância, que com seus professores e funcionários contribuíram para a formação desse grande conhecimento.

## RESUMO

O interesse pela temática deste trabalho emergiu da constatação de um contexto problemático no ensino-aprendizagem de Química relacionado ao contraditório entre o senso-comum pedagógico-didático e as dificuldades dos estudantes em identificar álcoois. A pesquisa realizada teve o objetivo principal de investigar a utilização de um Ambiente Didático Virtual na Web, o Quimicol, na formação da habilidade de identificar álcoois em estudantes do Ensino Médio. O referencial teórico-metodológico utilizado fundamentou-se no Enfoque Histórico-Cultural, especialmente na Teoria da Assimilação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, proposta por Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), que foi colaborador de Vigotski. O Quimicol foi desenvolvido com o uso de diferentes linguagens e aplicativos computacionais. Ele foi concebido, modelado e implementado dentro dos fundamentos associados às etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin (etapa motivacional, materializada, da formação da base orientadora da ação, do plano da linguagem verbal e do plano mental) e direcionado para utilização interativa, *online* e em duplas. As tarefas constantes nas telas do programa eram diversificadas e o processo de aprendizagem foi vinculado à resolução de um conjunto de problemas desenvolvidos para essa finalidade. Uma experiência formativa foi realizada com um grupo de 6 (seis) estudantes do segundo ano do Ensino Médio que já tinham estudado o conteúdo, mas que apresentavam uma desatualização na habilidade de identificar álcoois. A análise das respostas e dos *chats*, registrados no banco de dados, revelou que os estudantes exibiam um baixo domínio da habilidade de identificar álcoois, após o processo formativo. A orientação e o controle da atividade não foram satisfatoriamente atingidos pelos participantes e a resolução das tarefas foram realizadas com baixas qualidades das ações, comparando-se aos critérios estipulados em 4 (quatro) indicadores qualitativos. Resultados esperados por diversas condições adversas, como a atividade ter sido realizada fora de uma sequência didática, do contexto escolar, sem a aproximação do tutor (professor), em um período perto das férias, problemas com a internet caindo, enfim de não haver pontuação. Assim, acabou afetando na interação e envolvimento dos estudantes. Verificou-se também que o vídeo produzido para a etapa motivacional atingiu esse objetivo, mas a motivação diminuiu um pouco ao longo do processo. Ainda assim, os participantes avaliaram positivamente o Quimicol e consideraram-no adequado como ferramenta para o estudo inicial dos álcoois, que é um dos objetivos propostos para esse aplicativo.

**Palavras-chave:** Teoria de Galperin. Função álcool. Software educativo. Ensino de Química Orgânica. Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

## ABSTRACT

The interest in the theme of this work emerged from the observation of a problematic context in the teaching-learning of Chemistry related to the contradiction between the pedagogical-didactic common sense and the students' difficulties in identifying alcohols. The research carried out had the main objective of investigating the use of an educational software, Quimicol, developed to act as a Virtual Didactic Environment on the Web, in the formation of the ability to identify alcohols in high school students. The theoretical-methodological framework used in the investigation was based on the Historical-Cultural Approach, especially on the Theory of Stepwise Assimilation of Mental Actions and Concepts, proposed by Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), who was a collaborator with Vigotski. Quimicol was developed using different languages and computational applications. It was conceived, modeled and implemented within the fundamentals associated with the stages of the cognitive cycle proposed by Galperin (motivational, materialized stage, of the formation of the guiding basis of the action, of the verbal language and of the mental plane) and directed to interactive use, on line and in pairs. The tasks listed on the program's screens were diverse and the learning process was linked to solving a set of problems developed for this purpose. A training experience was carried out with a group of 6 (six) high school students who had already studied the content, but who had an outdated ability to identify alcohols. The analysis of responses and chats, registered in the database, revealed that students exhibited a low mastery of the ability to identify alcohols after the formative process. The orientation and control of the activity were not satisfactorily achieved by the participants and the tasks were solved with low quality of the actions, compared to the criteria stipulated in 4 (four) qualitative indicators. Results expected by several adverse conditions, such as the activity being carried out outside of a pedagogical sequence, from the school context, without the approach of the tutor (teacher), in a period close to the holidays, problems with the internet falling, in short, there is no score. Thus, it ended up affecting students' interaction and involvement. It was also found that the video produced for the motivational stage reached this goal, but the motivation decreased somewhat during the process. Even so, the participants positively evaluated Quimicol and considered it to be an adequate tool for the initial study of alcohols, which is one of the objectives proposed for this application.

**Keyword:** Galperin theory. Organic alcohol function. Educational software. Teaching Organic Chemistry. Information and Communication Technologies (ICT).

## LISTA DE SIGLAS

app	Aplicativo
BOA	Base orientadora da ação
CSS	Cascading Style Sheets ou Folhas de Estilo em Cascata
EAD	Educação a Distancia
HTML	Hypertext Markup Language ou Linguagem de Marcação de Hipertexto
IDE	Integrated Development Environment <i>ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado</i>
JS	JavaScript
PaaS	Platform as a Service
PCN	Plano Curricular Nacional
SE	Software educativo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e esclarecido
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
ZDP	Zona de desenvolvimento próximo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representações estruturais de alguns álcoois.....	73
Figura 2	Possibilidades reacionais envolvendo álcoois.....	75
Figura 3	Proposta de critérios para a classificação de softwares educativos.....	92
Figura 4	Disposição dos quadros na navegação sequencial utilizada no Quimicol.....	102
Figura 5	Design prioritário seguido no Quimicol.....	102
Figura 6	Programas utilizados na interação servidor-usuário para a utilização do Quimicol.....	103
Figura 7	Relação entre os programas e linguagens de programação utilizados no desenvolvimento do Quimicol na interação servidor-usuário e usuário-usuário.....	106
Figura 8	Tela para acesso ao Quimicol.....	109
Figura 9	Segunda tela do Quimicol, usada para o levantamento de concepções prévias.....	110
Figura 10	Tela do Quimicol voltada à etapa motivacional.....	111
Figura 11	Tela do Quimicol voltada à parte I da etapa da elaboração da BOA.	114
Figura 12	Uma das telas do Quimicol voltadas à parte II da etapa da elaboração da BOA.....	115
Figura 13	Uma das telas do Quimicol voltada à etapa formação da ação no plano materializado.....	118
Figura 14	Ênfase na linguagem visual em um problema contido em uma das telas do Quimicol voltada à etapa formação da ação no plano materializado.....	121
Figura 15	Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano da linguagem verbal externa, para os outros, cujo tratamento contempla representações moleculares que não correspondem às condições das situações propostas.....	123
Figura 16	Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano da linguagem verbal externa, para os outros, que	

	não apresenta representações (desenhos).....	123
Figura 17	Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano da linguagem verbal externa para si.....	125
Figura 18	Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano mental.....	126
Figura 19	Tela da Área do Professor, visualizando os nomes dos participantes, por sala.....	128
Figura 20	Tela da Área do Professor, visualizando os registros das atividades desempenhadas por uma das participantes de uma das salas.....	128
Figura 21	Tela da Área do Professor, visualizando parte dos registros dos diálogos em um <i>chat</i> entre as participantes de uma das salas.....	129
Figura 22	Conversa entre os participantes da dupla 2.....	130
Figura 23	Diálogo entre os estudantes da dupla 1.....	130
Figura 24	Diálogo entre os estudantes da dupla 2.....	131
Figura 25	Diálogo entre os participantes da dupla 1.....	132
Figura 26	Diálogo entre os participantes da dupla 1.....	132
Figura 27	Diálogo entre os participantes da dupla 3.....	132
Figura 28	Diálogo entre os participantes da dupla 3.....	134
Figura 29	Questionário eletrônico utilizado pelos estudantes para a avaliação do Quimicol.....	138

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Ordem de prioridade de grupos funcionais característicos das funções orgânicas.....	71
Quadro 2	Planejamento realizado na etapa de concepção do Quimicol.....	99
Quadro 3	Desempenhos dos participantes na identificação de álcoois nos problemas da etapa materializada.....	133
Quadro 4	Desempenhos dos participantes na identificação de álcoois nos problemas da etapa materializada.....	135
Quadro 5	Avaliação dos 6 (seis) participantes sobre o Quimicol.....	139

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1. A ATIVIDADE ORIENTADA NO ENSINO APRENDIZAGEM: UM DIÁLOGO COM AS IDEIAS DE VIGOTSKI, LEONTIEV E GALPERIN</b> .....	20
1.1 SITUANDO A BASE DO ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL.....	23
1.2 FUNDAMENTOS DO ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL PARA ENSINO ESCOLAR.....	42
1.2.1 A importância da mediação para a aprendizagem.....	42
1.2.2 O processo de interiorização.....	44
1.2.3 A zona de desenvolvimento próximo.....	45
1.2.4 O conceito de atividade de aprendizagem.....	50
1.3 O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO TEÓRICO DO ESTUDANTE: O PAPEL PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM ESCOLAR.....	58
<b>2. A HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS</b> .....	69
<b>3. A FORMAÇÃO DE HABILIDADES PELAS VIAS DAS ETAPAS DA TEORIA DE GALPERIN</b> .....	80
3.1 ETAPA MOTIVACIONAL.....	82
3.2 BASE ORIENTADORA DA AÇÃO (B.O.A.) .....	82
3.3 ETAPA DE FORMAÇÃO DA AÇÃO NO PLANO MATERIAL OU MATERIALIZADO.....	84
3.4 ETAPA DE FORMAÇÃO DA AÇÃO COMO LINGUAGEM VERBAL EXTERNA “PARA OS OUTROS” .....	85
3.5 ETAPA FORMAÇÃO DA AÇÃO NA LINGUAGEM EXTERNA NA COMUNICAÇÃO “PARA SI” .....	86
3.6 ETAPA DA FORMAÇÃO DA AÇÃO NO PLANO MENTAL.....	86
<b>4. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) ALIADA Á TEORIA DE GALPERIN: POSSIBILIDADES E DESAFIOS</b> .....	88
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	95
5.1 NATUREZA DA PESQUISA.....	95
5.2 O CONTEXTO E OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	96

5.3 O DESENVOLVIMENTO DO QUIMICOL.....	97
5.3.1 Etapa de concepção do Quimicol.....	97
5.3.2 Etapa de modelagem do Quimicol.....	100
5.3.3 Etapa de implementação do Quimicol.....	103
5.3.4 Etapa de validação do Quimicol.....	107
5.3.5 Etapa de implantação do Quimicol.....	108
5.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	108
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>109</b>
6.1 A UTILIZAÇÃO DO QUIMICOL.....	109
6.1.1 A tela do Quimicol relacionada à etapa motivacional.....	111
6.1.2 As telas do Quimicol relacionadas à etapa da formação da base orientadora da ação (BOA).....	113
6.1.3 As telas do Quimicol relacionadas às etapas de formação da ação no plano materializado e no plano da linguagem externa para os outros.....	118
6.1.4 As telas do Quimicol relacionadas às etapas de formação da ação no plano da linguagem externa para si e no plano mental.....	124
6.2 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS COM A UTILIZAÇÃO DO QUIMICOL.....	127
6.3 AVALIAÇÃO DO QUIMICOL PELOS ESTUDANTES.....	138
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>141</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE A – BANCO DE ESTRUTURAS DE FUNÇÕES ORGANICAS.....</b>	<b>153</b>
<b>APÊNDICE B – PROBLEMAS UTILIZADOS NO QUIMICOL.....</b>	<b>160</b>
<b>APÊNDICE C – NARRATIVA DO VÍDEO.....</b>	<b>166</b>
<b>APÊNDICE D – TERMO DE ESCLARECIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO... </b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO.....</b>	<b>168</b>
<b>APÊNDICE F – MATRIZ DE REGISTROS DAS RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES AOS PROLEMAS DO QUIMICOL, REFERENTES ÀS ETAPAS: MATERIALIZADA, DA LINGUAGEM VERBAL E MENTAL.....</b>	<b>170</b>
<b>APÊNDICE G – MATRIZ DE REGISTROS DAS RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES AO QUESTIONÁRIO SOBRE O QUIMICOL.....</b>	<b>171</b>

## INTRODUÇÃO

O interesse pela temática deste trabalho emergiu da constatação de um contexto problemático do ensino-aprendizagem de Química, a partir do contraditório entre o senso-comum pedagógico-didático e a realidade do ensino escolar no entorno de conceitos relacionados à função álcool. Ao longo da minha atividade docente no ensino médio, tenho verificado em professores e professoras a ideia que a identificação de álcoois é um procedimento “fácil” para os seus estudantes. No entanto, muitos discentes exibem dificuldades conceituais nesse assunto e tais problemas guardam relação com o baixo domínio da habilidade de identificar álcoois. Alguns estudos na Área de Educação Química também sinalizam essa problemática (OLIVEIRA NETO, 2017; SURYELITA, 2017; ZHOU *et al.*, 2015).

A necessidade de investigação sobre fatores relacionados a essa contradição, vinculada à intenção de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da química escolar, estimulou-nos a desenvolver uma pesquisa sobre o processo de formação da habilidade de identificar álcoois no Ensino Médio. Os álcoois são substâncias que exibem uma ampla variedade de formas estruturais e de propriedades. Encontrados na natureza ou produzidos em laboratórios, eles possuem diversidades qualitativas e quantitativas que resultam em várias aplicações, tanto nos demais seres vivos quanto em diferentes segmentos da atividade humana.

O uso coloquial do termo “álcool” caminhou ao lado da popularidade das utilizações do seu principal representante, o etanol, em especial pela difusão cultural das atividades relacionadas às bebidas e aos combustíveis. Ao longo dos anos, o conhecimento científico produzido em torno da diversidade dessas substâncias resultou na sistematização dos “álcoois” como uma importante função orgânica e como um conteúdo presente nos diferentes currículos químicos, conforme acontece na química escolar.

A normatização do verbete “álcool” como um termo científico ocorreu somente a partir de uma resolução aprovada na Conferência Internacional sobre a Nomenclatura Química, realizada em abril de 1892, em Genebra, Suíça (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Ficou estabelecido que o termo “álcool” deve se referir a uma função orgânica oxigenada e o  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  passou a ser designado oficialmente por etanol. Apesar desse formalismo químico, ainda se verifica que o

termo “álcool” tem sido frequentemente associado a uma representação social na qual uma classe de substâncias se associa fortemente a um único dos seus representantes; problema verificado inclusive no Ensino Médio (ANTUNES *et al.*, 2003). Tal situação envolve um erro de generalização e pode contribuir para um baixo domínio da habilidade de identificar nos estudantes.

A identificação é um procedimento lógico e a habilidade de identificar é uma importante habilidade cognitiva a ser desenvolvida na educação formal. No Ensino Médio, ela também se associa a um conhecimento necessário no ensino-aprendizagem de química e faz parte de uma habilidade mais ampla: a habilidade de identificar substâncias (BRASIL, 2006).

Acredita-se que o desenvolvimento dessa habilidade específica é favorecido pela organização intencional de atividades que facilitem a compreensão das características essenciais para a inclusão das estruturas analisadas na classe em estudo, a função álcool, o conjunto das características necessárias e suficientes à identificação. Uma das possibilidades nessa direção está em se contemplar a contextualização dos conceitos, oferecendo diferentes tratamentos ao conteúdo, considerando as diferentes aplicações dessas substâncias. Em nossas hipóteses, admitimos também que estratégias baseadas no ensino por problemas associado ao uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), voltadas ao desenvolvimento e utilização de um Ambiente Didático Virtual na Web, auxiliem na formação dessa habilidade. Desse modo, projetamos um *software* com essa finalidade, o Quimicol.

Almejavamos que o Quimicol pudesse se efetivar como um instrumento que favorecesse a apropriação e a construção do conhecimento, a interação, o equilíbrio entre o individual e o grupal, e entre o conteúdo químico e interação entre os estudantes. Dentro dessa perspectiva, outra questão de interesse estava na possibilidade de que o Quimicol pudesse ser integrado a uma modalidade de ensino que também oferecesse ao professor um recurso para que o estudante realize atividades prévias, em casa, com conceitos a serem trabalhados futuramente em sala de aula. A escolha por utilizar esse tipo de recurso também considerou as possibilidades de os estudantes das escolas, hoje em dia, utilizarem mais equipamentos tecnológicos com acesso à internet, como celulares e computadores. Em diferentes experiências didáticas, essa ferramenta tem se constituído como um recurso que possibilita a criação de comunidades dinâmicas de aprendizagem, nas

quais os participantes podem fazer perguntas e trocar ideias, oportunizando a dinamização dos conceitos e tornando as abordagens mais interessantes, estimulando a construção do conhecimento baseado na resolução de problemas e na tomada de decisões.

A minha experiência didática na química no Ensino Médio tem me mostrado a importância de estratégias nas quais os estudantes iniciem o contato e/ou a apropriação de conceitos antecipadamente, em suas casas ou em quaisquer outros lugares, à abordagem na escola. Atualmente denominada de sala de aula invertida, ou, do inglês, *flipped classroom*, essa estratégia de estudo prévio vem recebendo mais atenção recentemente por possíveis vantagens que possibilita ao processo de ensino-aprendizagem (BERGMANN; SAMS, 2012, 2016). Entre os fatores positivos, da sala de aula invertida, são apontados: o melhor aproveitamento do tempo didático; a flexibilidade; a incorporação e o acesso a materiais didáticos; e o respeito aos ritmos de aprendizagem dos estudantes.

Do contexto descrito emerge o problema de pesquisa: **como planejar e utilizar um Ambiente Didático Virtual voltado à formação da habilidade de identificar álcoois em estudantes do Ensino Médio?**

Para dar respostas a este problema, foi planejada e desenvolvida uma pesquisa, fundamentada no Enfoque Histórico-Cultural, uma expressão que remete a um conjunto de teorias psicopedagógicas, das quais se destacam ideias decorrentes dos trabalhos de Vigotski, de Leontiev, e de seus colaboradores diretos e de outros seguidores (NÚÑEZ, 2009). Desses fundamentos, tomamos como base a Teoria da Assimilação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, de Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988).

Proposta na década de 1950, a Teoria de Galperin explica o processo de apropriação de novos conhecimentos e a formação habilidades, ou a incorporação de novas qualidades aos conhecimentos e habilidades que o indivíduo já possui (NÚÑEZ, 2009; GALPERIN, 2001/1965). No Brasil, essa teoria tem sido alvo de diferentes pesquisas educacionais nas duas últimas décadas, inclusive no ensino-aprendizagem de Química Orgânica (MARCELINO-JR, 2014; OLIVEIRA NETO, 2017). Conforme tem sido realizado para outros conceitos científicos, acreditamos forneceu subsídios para elaborar uma proposta intencional e cientificamente planejada para a formação do conceito de álcoois pela via da formação da habilidade de identificar álcoois.

A temática “função orgânica álcool” ainda tem recebido uma discreta atenção por parte da comunidade de Educação em Ciências. Estudos e pesquisas em torno da abordagem do conteúdo álcool se inclinam a dois pontos principais: 1 – aplicações do etanol e 2 – nomenclatura dos álcoois. Notadamente, o foco de interesse de muitos estudos e pesquisas vem sendo a realização de intervenções didáticas centradas no etanol, explorando os contextos de aplicações desse álcool, especialmente quanto a dois temas sociais: consumo de bebidas e combustíveis. Um exemplo nessa direção é o trabalho de Vaino, Holbrook e Rannikmäe (2012) que buscou desenvolver a motivação intrínseca para estudo de química em estudantes da Estônia realizando módulos contextuais, em que um deles simulava acidente de carro para medir teor etanoico. Já Marks e Eilks (2009) vincularam o estudo de álcoois junto a estudantes alemães a questões sociocríticas, como a proibição e taxação de bebidas alcoólicas para jovens, e quanto à competição entre comida e produção de combustíveis. Em Korolija *et al.* (2012) e em Luck e Blondo (2012) também é verificado esse caminho, nos quais as temáticas escolhidas são a cerveja e o vinho, respectivamente. No Brasil, encontramos relatos também nessa direção, conforme visto em Dazzani *et al.* (2003), Dias e Silva (1996), Ferreira, Mol e Silva (1997), Ferreira e Montes (1999), Leite e Cunha (2009), e Rodrigues *et al.* (2000).

O outro aspecto mais enfatizado nas pesquisas sobre a função álcool tem sido uso de estratégias para abordagem da nomenclatura dos álcoois. O emprego de exercícios continua sendo uma opção seguida por muitos professores, como visto na proposta de Viltres Rodríguez *et al.* (2019). Outras estratégias ganharam mais espaço nos últimos anos. Um exemplo está em Pascual (2014), que elaborou uma atividade para encorajar os estudantes a aprenderem nomenclatura pela filmagem e fotografia de rótulos de produtos vendidos em supermercados. Porém, verifica-se que cresceu a utilização de atividades lúdicas para essa finalidade, principalmente a aplicações de jogos didáticos, conforme verificado em Pieroni, Vuano e Ciolino (2000).

A ênfase na abordagem didática centralizada em aspectos de nomenclatura e representação estrutural, e de aplicações do etanol se contrapõe à relevância da função álcool. Muitas vezes tais aspectos acabam por não destacar problemas associados ao ensino-aprendizagem da função álcool, conforme se tem destacado em algumas pesquisas. Por exemplo, Oliveira Neto (2018) verificou que tanto um grupo de estudantes do ensino médio quanto um grupo de licenciandos em química

brasileiros apresentavam baixo grau de desenvolvimento inicial da habilidade de identificar álcoois. Já Suryelita (2017) também realizou uma pesquisa junto a graduandos em química, da Indonésia, e diagnosticou baixo grau de domínio de conceitos básicos em torno dos álcoois, tais como solubilidade, reações simples e classificação. Como em Oliveira Neto (2018), tais aspectos demonstram uma falta do domínio da habilidade de identificar álcoois.

A partir dos resultados de pesquisas que indicam concepções alternativas apresentadas por estudantes, alguns autores incentivam a realização de estudos em torno da função álcool, conforme destaca Şendur (2012). Ressalvas nessa direção são elaboradas por Zhou *et al.* (2015), ao verificarem, por exemplo, que estudantes chineses acreditavam que o grupo carboxila é algo dividido e contém hidroxila e íons hidrogênio. Ao analisar aspectos similares em estudos anteriores, Johnstone (2000) chamou a atenção para a possibilidade de que esses tipos concepções alternativas sejam geradas pela desarticulação no tratamento psicológico entre os níveis macro, microscópico e representacional que levem a apropriações incorretas em relação à função álcool. Porém, os trabalhos de pesquisa na Área não têm explorado muito esses fatores.

Especificamente na direção da pesquisa aqui realizada, encontramos apenas o trabalho de Oliveira Neto (2017). Ele desenvolveu um sistema didático para o desenvolvimento de habilidade de identificar álcoois com base na teoria de Galperin, como uma proposta para a formação inicial de professores de química. A pesquisa foi voltada ao ensino apenas presencial, porém sem desenvolvimento ou utilização de *softwares* na direção aqui almejada.

Considerando o exposto, constata-se que adentramos em um campo ainda com muitas possibilidades de exploração. Visando oferecer respostas ao problema de pesquisa proposto foi estabelecido como objetivo geral: investigar a utilização de um Ambiente Didático Virtual na Web, o Quimicol, na formação da habilidade de identificar álcoois em estudantes do ensino médio.

Considerando o objetivo geral, definimos os seguintes objetivos específicos:

- desenvolver um produto didático, um *software* educativo, o Quimicol, para a formação da habilidade de identificar álcoois, fundamentado nas etapas do desenvolvimento cognoscitivo proposto por Galperin e direcionado para utilização *online*, em duplas;
- analisar o processo de formação da habilidade de identificar álcoois;

- produzir um conjunto de problemas destinados a cada uma das etapas do ciclo;
- analisar o Quimicol na perspectiva dos estudantes.

Nesta parte introdutória, apresentamos um panorama geral da pesquisa, realizando a contextualização em torno do objeto, a problemática da investigação, os objetivos e os principais assuntos desenvolvidos na pesquisa. O texto apresentado em continuidade está organizado em seis capítulos.

O Capítulo 1 discute sobre a atividade orientada no ensino-aprendizagem, buscando um diálogo com as ideias de Vigotski, Leontiev e Galperin. O Capítulo 2 aborda sobre a habilidade de identificar álcoois e inclui as características do conceito, apresentação das propriedades, classificações e algumas das aplicações de substâncias representativas desta função orgânica. O Capítulo 3 traz uma abordagem sobre a formação de habilidades pela via das etapas do ciclo cognoscitivo proposto pela Teoria de Galperin, aporte teórico-metodológico que fundamentou a elaboração do ambiente virtual, Quimicol. O Capítulo 4 relaciona a Teoria de Galperin e o recurso didático escolhido para ser efetivado como objeto de aprendizagem. Para tanto, discorre-se sobre as possibilidades e os desafios da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e diferenciam-se o conceito de software educacional e de software educativo, assim como suas características. O Capítulo 5 traz a metodologia adotada na pesquisa, visando atingir os objetivos propostos. O Capítulo 6 apresenta os resultados e as discussões do processo de desenvolvimento e utilização do Quimicol. No fechamento do texto, há as considerações finais do trabalho.

Em continuidade a esse texto introdutório, apresentam-se os fundamentos que auxiliaram a estruturar e a desenvolver o percurso metodológico para atingir os objetivos proposto.

## **CAPÍTULO 1. A ATIVIDADE ORIENTADORA NO ENSINO-APRENDIZAGEM: UM DIÁLOGO COM AS IDEIAS DE VIGOTSKI, LEONTIEV E GALPERIN**

Este capítulo traz uma abordagem voltada a fundamentar a pesquisa desenvolvida em torno do desenvolvimento e da aplicação de um Ambiente Virtual Didático, o Quimicol, para a formação da habilidade de identificar álcoois junto a estudantes do Ensino Médio. Para tanto, inicialmente, apresenta-se o referencial escolhido e introduzem-se alguns dos seus principais conceitos, para se destacar a importância da atividade orientadora, conceito chave no Quimicol. Depois, destaca-se a categoria habilidade, dentro do Enfoque Histórico-Cultural, e situa-se a habilidade de identificar álcoois como um conhecimento a ser desenvolvido ao longo da educação escolar, relacionando-a com o conceito de álcool e sua importância no ensino-aprendizagem de química. Em seguida, apresentam-se os principais aspectos da teoria de Galperin, enfatizando a sua aplicação ao processo de apropriação de conceitos pela via da formação de habilidades. Para finalizar o capítulo, relacionam-se alguns aspectos das metodologias de aprendizagem com as estratégias suportadas por ferramentas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Na tentativa de se estabelecer uma tessitura entre os pontos acima elencados, em continuidade, realiza-se uma discussão sobre o Enfoque Histórico-Cultural para revelar a sua potencialidade como base teórico-metodológica para a estruturação e utilização do Quimicol para formar a habilidade de identificar álcoois.

Escolhemos um referencial denso para planejar e realizar a nossa pesquisa. Existe uma entre as escolas psicológicas soviéticas que continua recebendo bastante interesse das comunidades acadêmicas e escolares por causa de suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem: a psicologia histórico-cultural<sup>1</sup>. Essa corrente se desenvolveu entre as décadas de 1920 a 1930, com os

---

<sup>1</sup> Somente a partir do período entre final do século XIX e início do século XX que a psicologia conseguiu se afirmar como uma ciência independente da filosofia. No entanto, na URSS, a psicologia só foi reconhecida como ciência a partir de 1966, enquanto isso ficou subordinada às ciências pedagógicas (ALMEIDA, 2008). Segundo esse autor, “[...] no interior da psicologia soviética havia quatro escolas, cada uma com a sua história particular, eixos de pesquisa e elaborações sobre o psiquismo e processos de intervenção” (IDEM, 2008, p.1). Eram elas: aquela criada e desenvolvida por Sergei L. Rubinstein e seus colaboradores; a desenvolvida por Dimitri N. Uznadze e colaboradores; a de Pavlov e colaboradores; e a comandada por Vigotski.

trabalhos de Lev Semionovich Vigotski<sup>2</sup> (1896-1934), Aleksei Nikolaevich Leontiev (1903-1979) e Alexander Romanovich Luria (1902–1977) e, por causa da liderança delegada ao primeiro e pela maior importância teórica que lhe é atribuída<sup>3</sup>, ela também é conhecida como Escola de Vigotski.

Vigotski, Leontiev e Luria pertenceram a um dos mais importantes momentos da história da construção dos fundamentos filosóficos e metodológicos marxistas da psicologia e da pedagogia soviética. As suas ideias foram desenvolvidas com base em diferentes trabalhos, incluindo pesquisas realizadas junto com seus colaboradores, como Daniil Borisovich Elkonin (1904–1984), Vasili Vasilievich Davydov (1930-1998), Alexander Vladimirovich Zaporozhets (1905-1981) e Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), o último psicólogo da antiga União Soviética que conviveu e trabalhou com Vigotski. Por causa dos seus alicerces e da sua vertente psico-pedagógica, ela também passou a ser conhecida por Enfoque Histórico-Cultural.

Os pressupostos do Enfoque Histórico-Cultural têm oferecido referenciais significativos para a compreensão do seu papel do ensino-aprendizagem sobre o desenvolvimento humano. Por exemplo, conceitos como “mediação”, “interiorização” e “zona de desenvolvimento próximo” ressaltam a criatividade de Vigotski, a vanguarda das suas ideias e exercem importantes papéis sobre a questão da aprendizagem.

Leontiev deu novos direcionamentos às ideias vigotskianas. Para ele, o desafio era penetrar nos estudos sobre a consciência como uma realidade própria da psicologia, desvendar a consciência como uma forma especificamente humana da psiquê e apresentar sua característica substancial. Partindo do legado e crítico às contribuições do colega, Leontiev adequou e trouxe elementos para destacar o papel e a importância da aprendizagem, enquanto atividade, no desenvolvimento humano.

Galperin se apropriou de ideias de Vigotski e de Leontiev. Ele concordou sobre a importância da atividade para o processo de ensino-aprendizagem, mas não

---

<sup>2</sup> Conforme Duarte (2002), em decorrência do idioma russo utilizar um alfabeto distinto do nosso, tem sido adotadas diferentes formas de escrever o nome desse autor (em russo Лев Семёнович Выготский) com o alfabeto ocidental (Vigotski, Vygotsky, Vigotskii, Vygotski, Vygotsky). Assim como Duarte, optei por manter a grafia Vigotski.

<sup>3</sup> De acordo com Prestes (2009, p.63): A.N. Leontiev dedicou vários artigos a análise do trabalho científico desenvolvido por Vigotski ele. Em todos, está reconhecido o seu papel central na formulação da teoria histórico-cultural, assim como a importância dela para a teoria da atividade, pois, embora isso aconteça em pequenos ensaios, o embrião da teoria de Leontiev aparece em alguns textos de Vigotski.

qualquer atividade e sim a “atividade orientada”. Galperin destaca que o surgimento e formação das ações internas (mentais), a partir da ação externa (material), por meio do ensino, deve ser planejada e realizada segundo uma sequência de etapas. Ele explica o processo de apropriação do conhecimento e das habilidades por um ciclo de etapas fundamentais, indo do plano da experiência social ao plano da experiência individual, levando à formação do pensamento e das ações. Nesse sentido, Galperin destaca o papel da orientação e da sua relação com a execução e com o controle da atividade.

As discussões que seguem procurarão fazer uma tessitura das ideias de Vigotski, Leontiev e Galperin no sentido de promover um embasamento sobre o destaque galperiano à atividade orientadora no ensino-aprendizagem, que basearam a elaboração e o uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem, o Quimicol. Inicialmente, serão contemplados alguns aspectos dos fundamentos do Enfoque Histórico-Cultural. Pretende-se que uma breve descrição da sua gênese contribua para situar a sua base filosófica e epistemológica, além de servir como um alerta epistemológico para evitar uma visão fragmentada e/ou distanciada da sua base conceitual. Desse contexto inicial, emergirá uma discussão sobre a estruturação de uma nova psicologia para se compreender o desenvolvimento psíquico do ser humano e para dar suporte às atividades associadas às necessidades de uma transformação social, visando a formação de um novo homem e de uma nova sociedade, conforme vivenciado por esse conjunto de autores.

A linha teórica situada no tempo e no espaço do movimento Histórico-Cultural buscará apreender o modo como esse Enfoque concebe o homem, as suas funções psicológicas, e o método de análise utilizado na vertente histórico-cultural desenvolvida por Vigotski, seus colaboradores e outros seguidores. Seguindo a apresentação de alguns dos principais conceitos vigotskianos, serão discutidos aspectos da teoria da atividade, de Leontiev, e os pontos centrais da teoria da formação das ações mentais por etapas, de Galperin.

A contextualização da gênese dessa vertente psicológica remete a um cenário revolucionário vivenciado por Vigotski e colaboradores. Ele foi determinante para o salto qualitativo científico-social desencadeado por esse referencial no seu momento histórico, conforme será abordado em continuidade.

## 1.1 SITUANDO A BASE DO ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL

Injustiça social. Miséria. Altos índices de analfabetismo. Absurda discrepância na concentração de renda. A situação vivenciada atualmente em grande parte dos países do Planeta era similar à vivida na Rússia até as duas primeiras décadas do século XX. Impulsionados pelas ideias de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895), os russos conseguiram se articular, se organizar e se estabelecer como uma potência mundial após cerca de três décadas.

O contexto revolucionário associado ao momento em torno da construção de um novo país influenciou bastante os trabalhos de Vigotski e dos seus colaboradores. Vigotski convivera em uma época na qual a Rússia era ainda bastante atrasada, em comparação com os países da Europa. Indústria insipiente e proletariado pequeno, arrasado pelas guerras mundial (1914-1918) e civil (1918-1920), com 90% da população analfabeta e onde havia milhões de crianças órfãs perambulando pelas ruas das cidades, essa era a parte maior do cenário (KONDER, 2000). Já na década de 1920, todos os esforços deveriam se direcionar para as tarefas postas pela revolução. A meta do novo regime estabelecia a formação do homem novo, o homem da nova sociedade socialista. As pesquisas por ele comandadas aconteceram nesse contexto.

Naquele momento se precisava da colaboração de todos que acreditavam na transformação do país para superação dos desafios impostos pela nova ordem social<sup>4</sup>. Assim como nas demais áreas, no contexto da Revolução Socialista, a psicologia soviética deu seus primeiros passos na tarefa de organizar um sistema psicológico pela revisão dos conceitos psicológicos à luz da dialética marxista-leninista (RUBINSTEIN, 1972).

Vigotski e os seus colegas pesquisadores tinham um compromisso com o novo regime e o regime também confiava em seus trabalhos para a construção de uma nova psicologia (VIGODSKAIA; LIFANOVA, 1996). Para compreender o desenvolvimento psíquico e, também, dar suporte científico à formação de um novo homem e de uma nova sociedade, Vigotski fundamentou-se no materialismo

---

<sup>4</sup> Muitos cientistas, pesquisadores e especialistas decidiram permanecer no país e colaborar com o novo regime, mas muitos também emigraram.

dialético e histórico. Nesse campo, em seu curto período de vida<sup>5</sup>, Vigotski trabalhou intensamente e deixou bastante desenvolvidas as bases de uma nova vertente teórica para o estudo psicológico do homem. No entanto, conforme destaca Iarochovski (2007), mesmo sabendo que a expressão histórico-cultural se associa ao nome de Vigotski, quem quiser encontrá-la nas suas obras dificilmente será bem-sucedido. A vertente psicológica desenvolvida por Vigotski foi denominada por ele mesmo de psicologia instrumental, conforme dito por A.N. Leontiev:

A atividade humana é uma atividade instrumental. Ela possui uma estrutura de processo mediado. Em outras palavras, ela contém dois elos principais e constituintes: o objeto e o procedimento. Os processos psíquicos e as funções psíquicas adquirem a mesma estrutura no ser humano. O lugar que é ocupado pela ferramenta na estrutura do processo do trabalho físico é ocupado pelo signo, na estrutura dos processos psíquicos. O signo realiza a função de procedimento, de “ferramenta” psicológica, de instrumento psicológico. Por isso, nas primeiras etapas do desenvolvimento de sua teoria, Vigotski chamava-a de instrumental [...] (LEONTIEV, 1983, p.24).

Os estudos do grupo liderado por Vigotski provocaram uma revolução na interpretação da consciência como uma forma especial de organização do comportamento do homem, fundamentada no social, na história e na cultura. Por isso a psicologia instrumental passou também a ser denominada pelos seus colaboradores, e até os dias de hoje, de psicologia histórico-cultural (IAROCHEVSKI, 2007).

Os postulados vigotskianos levaram outros pesquisadores à continuidade de estudos nessa linha teórica, mantendo a base do materialismo dialético e histórico. Em especial, as ideias de Vigotski contribuíram para a formulação da teoria da atividade, desenvolvida por A.N. Leontiev<sup>6</sup>. Elas também foram estendidas a uma diversidade de pesquisas, que resultaram na elaboração de outras teorias, como a teoria do ensino desenvolvimental, de Davidov, e a teoria da formação das ações mentais por etapas, de Galperin. Os próprios autores dessas teorias as veem como

---

<sup>5</sup> Ainda muito jovem Vigotski foi acometido de tuberculose, tendo a primeira crise dessa doença em 1920, pela qual veio a falecer em 1934, com 38 anos incompletos.

<sup>6</sup> Com a mudança de Vigotski para Moscou, em 1924, A.N. Leontiev estabelece uma relação de amizade e torna-se um de seus colaboradores mais próximos, até o início dos anos 30. Nesse período a relação entre os dois ficou distanciada.

fases do pensamento da mesma escola, a Escola de Vigotski (DAVYDOV; ZINCHENKO, 1994).

A prioridade do período pós-revolucionário vivenciado por Vigotski era a educação e aquele momento histórico evidenciava questões urgentes a serem resolvidas. Questões práticas, pois a população precisava ser alfabetizada e a educação deveria deixar de ser um privilégio de poucos para se transformar em um dos direitos de qualquer cidadão. Vigotski foi um dos principais representantes de um grupo de psicólogos russos encarregados de formar a nova psicologia e a nova pedagogia soviéticas. Ele tinha interesses na psicologia da arte e desenvolveu vários estudos nesse sentido, mas também se implicou na tarefa de transformar a realidade cruel na qual a URSS estava imersa, a qual demandava a necessidade de novos modos de pensar a ciência. (LEONTIEV, 1983, p.9).

Muitas das concepções de Vigotski resultaram de suas pesquisas voltadas aos problemas de instrução e educação das crianças com desenvolvimento diferenciado, mas não apenas de crianças com deficiências orgânicas, como crianças cegas, surdas, mudas e/ou com retardo mental. Apesar do aumento significativo na taxa de abandono dessas crianças, a dedicação de Vigotski a essas áreas também estava ligada ao enorme contingente de crianças abandonadas e órfãs (TUNES; PRESTES, 2010). A maioria dos membros desses dois grupos apresentava dificuldades de aprendizagem<sup>7</sup>.

As primeiras décadas do século XX também envolveram um período considerado pelo próprio Vigotski como de “crise na psicologia”. Luria (1986) considerava que uma grande questão a ser respondida pelos psicólogos era como ocorria no homem a passagem da experiência sensível à abstrata, ou seja, do sensorial ao racional. Analisando as diferentes correntes psicológicas da sua época<sup>8</sup>,

---

<sup>7</sup> A quantidade de crianças abandonadas era um dos principais problemas com os quais a recém-formada União Soviética vinha lidando. De acordo com Prestes (2009), “nessa época, na Rússia, muitas crianças eram abandonadas muito em função das dificuldades que o país enfrentava (miséria, fome, guerra civil), pois a situação era calamitosa: em 1914, havia 2,5 milhões de crianças e adolescentes abandonados (incluindo as dos orfanatos). Logo após a Revolução, inicia-se um trabalho para salvar essas crianças e adolescentes da fome, da epidemia de tifo e de suicídios. Mas, em 1921, o número aumenta e atinge 7,5 milhões de crianças e adolescentes, pois muitas, devido ao desespero dos pais, eram abandonadas a própria sorte e outras fugiam de suas casas”.

<sup>8</sup> Segundo Vigotski (1991; 1996), historicamente, a psicologia havia produzido explicações sobre o psiquismo humano que o identificam com processos cerebrais, como procediam os reflexologistas, ou por teorias contrapondo-se a estas e que se limitam a descrever as características deste

Vigotski concluiu que, apesar de suas aparências diversas, elas poderiam ser agrupadas em duas tendências fundamentais: uma psicologia de orientação idealista e outra de orientação materialista (ECHEMENDÍA, 2003). Para Vigotski, as divergências de entendimento quanto à gênese e desenvolvimento do psiquismo humano refletiam justamente a crise do materialismo frente ao idealismo como fundamentos metodológicos da ciência.

Vigotski observou que essa crise na psicologia levou os idealistas a ignorarem o problema da consciência. Ele afirmara que as concepções idealistas não explicavam o fenômeno psicológico em sua totalidade, pois não explicavam o processo de constituição dos fenômenos psíquicos; limitando-se a descrevê-los. A consciência humana era entendida como um fenômeno singular, de ordem espiritual; a faculdade da razão, a consciência, era considerada inata. Segundo Luria (1986), esse postulado impedia o acesso ao conhecimento científico dos caracteres mais importantes da vida psíquica do homem, ou seja, das funções psicológicas superiores - as funções psíquicas especificamente humanas, como o pensamento lógico, a memória consciente e a vontade. Porém, se no outro polo, as ideias marxistas colocavam o problema da consciência como um verdadeiro problema da psicologia, analisável cientificamente, ele era apresentado em termos ainda reducionistas, como um materialismo mecanicista, pois, naquele momento, o marxismo não estava ainda suficientemente assimilado pela intelectualidade. Posicionamentos desse tipo contribuíram para que se desenvolvesse um intenso e rápido trabalho de demolição da tradição subjetivista-empirista que dominava a psicologia antes da revolução, partindo-se para a construção de uma psicologia em consonância com os princípios do marxismo (DAVIDOV; RADZIKHOVSKY, 1985).

Vigotski rejeitou as várias interpretações do problema da consciência e lançou as bases metodológicas para a sua integração como objeto de análise psicológica. Esta representou a construção de um novo paradigma psicológico, um novo entendimento sobre a origem e a estrutura das funções psíquicas superiores. Este paradigma devia ser estudado dentro uma nova psicologia, na verdade, da “verdadeira psicologia”, pois Vigotski defendeu a existência de uma única psicologia, uma “psicologia geral”. Ele considerava a “psicologia geral” como uma disciplina que deveria integrar as contribuições da psicologia da época e de outras disciplinas

---

psiquismo, considerando-o como fenômeno de outra ordem, como faziam os idealistas, que defendiam a psicologia como ciência da alma.

como a linguística, a antropologia e a neurologia<sup>9</sup>, com os grandes princípios do materialismo dialético (VIGOTSKI, 1997). Nesse sentido, Vigotski avaliou a necessidade de se analisar essa ciência em sua relação com o passado, mas, sem negá-lo e apoiando-se nele. E afirmou (VIGOTSKI, 2002, p. 114):

Somos dialéticos; não pensamos que o caminho do desenvolvimento da ciência siga uma linha reta; se nesse caminho houve ziguezagues, retrocessos, voltas, então compreendemos seu sentido histórico e o consideramos como elos necessários na nossa corrente, como etapas inevitáveis no nosso caminho, assim como o capitalismo e inevitável para o socialismo.

As concepções desenvolvidas pelo grupo de Vigotski se distinguem radicalmente da psicologia idealista dominante. Conforme Shuare (1990), entre tais diferenças estava a compreensão vigotskiana de que: o tempo humano é histórico, desde o ponto de vista individual quanto social; a relação entre os fenômenos psíquicos e a vida se vincula à atividade social do ser humano; e o caráter da psiquê humana é mediatizado. Ao adotar essa visão, a psicologia histórico-cultural rompeu com concepções sobre a imediatez do psíquico, que era considerado como algo inato, absolutamente individual e interno ao sujeito.

As pesquisas de Vigotski exemplificam como os meios acadêmicos começaram a responder as exigências do novo tempo do seu país, buscando estabelecer uma relação entre a produção científica e o regime social. Ao longo dos primeiros anos da revolução, foram formulados os objetivos da educação que deveriam corresponder aos princípios da revolução proletária. Segundo destaca Prestes (2009), refletindo os interesses das massas trabalhadoras e as necessidades da nova sociedade, em contraposição aos princípios da pedagogia burguesa, a pedagogia soviética incorporou ideias de vanguarda da humanidade: humanismo, coletivismo, internacionalismo, democratismo, respeito à personalidade do indivíduo, a ação conjunta da educação com o trabalho produtivo e ao desenvolvimento integral das crianças e dos adolescentes como membros da sociedade.

Vigotski é considerado e valorizado, hoje, como um pensador que revolucionou a psicologia e estabeleceu as bases de uma psicologia genuinamente soviética. Nessa tarefa, antecipou-se a questões fundamentais, que são examinadas

---

<sup>9</sup> A neurologia foi uma ciência criada com os trabalhos de Vigotski e Luria, principalmente, com a continuidade das pesquisas realizadas pelo último.

atualmente. No entanto, Vigotski foi pouco conhecido em sua época e em sua pátria. O seu reconhecimento e das suas ideias por seus contemporâneos, só ocorreu décadas depois de formuladas, pois a sua obra foi censurada e proibida na União Soviética entre o período entre a 1936 e 1956<sup>10</sup>.

A censura às produções científicas estava entre as medidas de terror tomadas por Josef Stalin (1878-1953) para se fortalecer no poder, a partir de 1928. Assim como as demais áreas do conhecimento, a psicologia também foi atingida pela luta ideológica, na qual o marxismo transformara-se em dogma e os postulados da “filosofia marxista” deveriam fundamentar qualquer trabalho científico e, obrigatoriamente, trazer citações das obras de Marx, Engels e Lênin. As pesquisas desenvolvidas por Vigotski e seus posicionamentos contrários aos estudos em psicologia realizados por pesquisadores de outras correntes suscitaram críticas e perseguições (ALMEIDA, 2008). Em decorrência disso, a opinião de que as posições ideológicas e científicas de Vigotski e de seus colaboradores eram duvidosas começou a ser propagada afetando a concepção histórico-cultural. Em 1936, os seus trabalhos foram censurados. No entorno de duas décadas, o nome de Vigotski ficou à margem dos livros e sequer podia ser pronunciado, conforme indica Kozulin (1994, p. 16), por isso, “[...] toda uma geração de psicólogos soviéticos cresceu com um conhecimento muito limitado de suas ideias”. Apenas muito mais tarde, os textos de Vigotski começaram a fazer parte de coletâneas, entre textos dos mais variados psicólogos e pedagogos soviéticos, graças ao esforço de Leontiev e, especialmente, de Luria. Entretanto, conforme destaca Prestes (2009), mesmo após sua reabilitação para a psicologia soviética<sup>11</sup>, na década de 1960, o seu nome e sua obra não tinham muito destaque nas instituições de formação de professores e psicólogos. Somente a partir da década de 1980, passou-se a reeditar as suas obras em russo,

---

<sup>10</sup> Segundo Prestes (2009), “[...] quando o nome de Vigotski foi proibido na URSS, em 1936, o país já tinha perdido poetas, escritores, compositores, filósofos, cientistas, artistas, entre outros. Foram significativas as baixas nas fileiras das mais diversas áreas, desde os órgãos governamentais, passando pela classe artístico-cultural e atingindo de forma contundente os cientistas, principalmente os judeus. A perda não estava ligada somente a emigração de muitos para o exterior. O sentimento de decepção com o regime tomou conta até mesmo daqueles que participaram do processo revolucionário, acreditaram numa nova sociedade”. E continua: “Muitas pessoas acham que, caso Vigotski não tivesse falecido em 1934, provavelmente não teria sobrevivido ao ano de 1936. A psicologia havia sido condenada e todos aqueles que em seus trabalhos faziam qualquer referência a ela tiveram destinos tristes: ou suas vidas foram interrompidas tragicamente, ou foram deportados para campos de trabalhos forçados, ou ainda, simplesmente, numa estratégia de sobrevivência, tiveram que se adaptar as exigências e permanecer a margem do sistema.

<sup>11</sup> Esforços para a publicação das obras começaram a acontecer apenas depois da morte de Stalin, em 1953.

mantendo-se os formatos originais escritos por Vigotski na tentativa de reconhecer a originalidade e vanguarda dos seus trabalhos e destacá-lo como um pensador que trabalhou na elaboração dos pilares da psicologia soviética.

Vigotski, Leontiev e Luria se engajaram nas propostas dos soviéticos no período pós-revolucionário com o compromisso de formar um novo homem e para isso desenvolveram uma nova psicologia. Esses três pesquisadores trabalharam para o regime, ocupando cargos públicos. No entanto, percebe-se na psicologia histórico-cultural uma referência ideológica que supera qualquer tentativa de associação meramente político-partidária. Diferentes episódios sustentam essa leitura, entre eles a própria vida-obra de Vigotski<sup>12</sup>.

Orientando-se pelo materialismo dialético e histórico, Vigotski e os seus colaboradores adotaram um método de investigação que considerava a relação entre a filogênese e a ontogênese do desenvolvimento da consciência humana. O desejo de aprender com o método de Marx guiou esses estudos. No entanto, conforme destaca Iarochovski (2007), quem quiser encontrar o termo “psicologia marxista” nas obras de Vigotski dificilmente será bem-sucedido. Porém, de modo algum, isso não se configura um distanciamento das ideias de Marx, Engels ou de Lênin. Em relação aos posicionamentos filosóficos de Vigotski, Leontiev e Luria, ambos são considerados como reconhecidamente marxistas (PRESTES, 2009; DUARTE, 2000). Segundo A.N. Leontiev (1983), Vigotski foi o primeiro a compreender a necessidade de estudar a consciência em um sistema de psicologia marxista, pois ele era um dos mais bem formados psicólogos marxistas da época.

Depoimentos históricos e as vidas-obras de Vigotski e dos seus dois colaboradores mais próximos, a primeira geração, evidenciam que eles não se limitavam ou veicularam um marxismo fundamentalista-partidário, e foram

---

<sup>12</sup> Vigotski sofreu perseguições e censuras das suas obras mesmo antes de sua morte e, posteriormente, Luria teve de renunciar aos cargos públicos que ocupava e de se afastar das suas pesquisas por causa das mudanças promovidas na “era Stalin”. Dos três, apenas Vigotski não foi membro do partido comunista (PRESTES, 2009). Em relação a A.N. Leontiev, do ponto de vista de interlocução com o sistema político, segundo consta na biografia editada por seus parentes, ele tomava para si e por completo a regularização das relações com o poder e com a ideologia, permitindo, assim, que a faculdade a qual dirigia pudesse trabalhar “tranquilamente” e com certa independência de ideias desenvolvida pelo grupo do qual participava (LEONTIEV; LEONTIEV; SOKOLOVA, 2005, p.300). Porém, por causa de seu envolvimento com os diferentes regimes políticos, alguns chegaram a taxar Leontiev de defensor radical da ideologia oficial, acusando-o até mesmo de stalinista. Porém, ele próprio expõe que o seu trabalho posterior a Vigotski teve a influência no mesmo e que a Teoria da Atividade teve por base a psicologia histórico-cultural. Tal posição revela “certa autonomia” e distanciamento de uma visão exclusivamente partidária a que alguns tentam associar o seu trabalho ou da sua incompatibilidade com as ideias de Vigotski.

influenciados por outros autores, por exemplo, de Spinoza e Hegel, respectivamente<sup>13</sup>. Com isso, percebe-se que mesmo comprometidos com o regime socialista e fundamentando-se principalmente nas ideias de Marx, a psicologia histórico-cultural supera uma tentativa de reducionismo a um sistema político-partidário e a vinculação ideológica que criasse naquele momento histórico um estereótipo de “psicologia marxista” alinhada ao uso abusivo do marxismo-leninismo, especialmente ao veiculado na “era do terror, de Stalin”<sup>14</sup>.

Vigotski tinha uma preocupação em definir o espaço da psicologia enquanto ciência e defendeu a necessidade de uma teoria materialista e dialética do psiquismo, uma psicologia geral, recusando a promoção de qualquer psicologia particular. Ele afirmava que se dissesse simplesmente “[...] e melhor explicar com outros epítetos as tendências e as escolas, separando o que é científico do que não o é: a psicologia do empirismo, da teologia, da ideologia e de tudo aquilo que grudou nessa ciência ao longo dos séculos, como no casco de um navio” (VIGOTSKI, 2002, p. 120). Referindo-se ao fato de muitos quererem nomeá-la imediatamente como “psicologia marxista”, ele colocava que:

[...] precisamente pela situação especial que atravessa hoje essa teoria; pela enorme responsabilidade que representa o emprego desse termo; pela especulação política e ideológica de que é objeto; por tudo isso, não parece hoje muito oportuno falar de “Psicologia marxista”. Mas convém que os outros digam de nossa Psicologia é marxista, que não que nós a denominemos assim; apliquemo-las aos feitos e esperemos que as palavras se referem. Ao fim e ao cabo, a Psicologia marxista ainda não existe, há que compreendê-la como uma tarefa histórica, mas não como algo dado. Partindo deste estado é difícil subtrair-se a falta de seriedade científica e de irresponsabilidade que implica empregar esse nome. (VIGOTSKI, 1991, p.402).

Observando-se o próprio posicionamento de Vigotski fica clara a sua intenção de em vez de designá-la de “psicologia marxista” devia-se considerá-la como uma psicologia com fundamentos marxistas que deveria ser construída historicamente para ser uma psicologia marxista. Se a psicologia conseguisse ser ciência, como ele procurava fundamentá-la, ela seria marxista.

---

<sup>13</sup> De acordo com Molon (1995), além das ideias de Marx e Engels e da filosofia de Espinosa, Vigotski também foi fortemente influenciado pela dialética de Hegel, pelo evolucionismo de Darwin, entre outros.

<sup>14</sup> Segundo Prestes (2009), em relação ao termo psicologia marxista, no trabalho “O sentido histórico da crise psicológica”, escrito em 1927, mas divulgado somente em 1982, Vigotski faz uma maravilhosa defesa de por que razão não denominar a psicologia soviética de psicologia marxista e reafirma que o que mais interessa a ele no marxismo é o método.

Segundo Duarte (2000): “Vigotski afirmou ser necessária uma teoria que desempenhasse para a psicologia o mesmo papel que a obra “O capital”, de Marx, desempenha para a análise do capitalismo”. Para ele, era necessário encontrar a “célula” da psicologia, para se conhecer chave de toda a psicologia, assim como Marx encontrara a célula do capitalismo. No entanto, Vigotski defendia que essa psicologia não seria construída através da justaposição de citações extraídas dos clássicos do marxismo a dados de pesquisas empíricas realizadas por meio de métodos fundamentados em pressupostos filosóficos contraditórios ao marxismo. Para isso era imprescindível a adoção do método de Marx em sua totalidade. Conforme afirmara “[...] o que desejo é aprender na globalidade do método de Marx como se constrói a ciência, como focar a análise da psiquê” (VIGOTSKI 1982, p.391).

O compromisso ideológico de Vigotski com o regime socialista pós-revolucionário e o seu posicionamento marxista têm sido motivos de muitas das deturpações e mutilações sofridas por sua obra. Isso aconteceu tanto fora quanto dentro do seu país. Contrapondo-se à fundamentação do materialismo dialético e histórico presente no Enfoque Histórico-Cultural, percebem-se em alguns estudos e pesquisas educacionais tentativas de recortes das ideias de Vigotski na intenção de refutar, diminuir ou ofuscar a influência de sua base filosófica, e do seu compromisso ideológico com a formação de uma sociedade socialista. Por isso, há trabalhos divulgados pelos que se interessam e/ou aplicam as ideias de Vigotski, ou simplesmente usam o seu nome, uma tendência em distanciá-las da filosofia marxista. Em relação aos cortes sobre as posições marxistas em Vigotski, ao suprimi-las, conforme aponta Sève (1989), alguns tentam dar-lhe uma conotação como se elas fossem extrínsecas à sua teoria psicológica, sem prejuízo para a compreensão do seu pensamento. Porém, ao se tomar esse tipo de posição, descaracteriza-se tanto a Vigotski quanto a sua obra.

Ao se analisar a vida-obra de Vigotski, entende-se que ele considerou o marxismo como filosofia da práxis, implicando-a em sua unidade indissolúvel como teoria condicionada historicamente e fundada cientificamente. Por esse motivo, o Enfoque Histórico-Cultural não pode ser reduzido à mera ideologia, esquecendo-se do seu caráter científico. Se leituras superficiais e/ou interpretações inadequadas da teoria vigotskiana têm levado alguns autores a usos não condizentes com a mesma, por outro lado, há também tentativas de vincular os pressupostos da Escola de

Vigotski a um marxismo ortodoxo político-partidário, que igualmente não condiz com a vida-obra desse autor.

Equívocos na interpretação das ideias de Vigotski têm sido alertados por diferentes autores, inclusive brasileiros. Entre essas críticas, destaca-se o combate ao uso de combinações do Enfoque Histórico-Cultural com outras teorias, nas quais se tentam empreender vinculações entre conceitos e concepções originados em visões de mundo distintas e às vezes incompatíveis com os fundamentos marxistas da obra da Escola de Vigotski. Em Duarte (2004, 2001, 1996) e Prestes (2009) há esse alerta, inclusive contra as apropriações neoliberais e pós-modernas da obra vigotskiana, e a denominações efetuadas à teoria de Vigotski e sua escola por parte dos que tentam alinhá-las a concepções piagetianas ao designá-la de um “sócio construtivismo”, “sócio-interacionismo”, “sócio-interacionismo-construtivista” e de “construtivismo pós-piagetiano”<sup>15</sup>. Nenhuma dessas denominações aparece nas obras de qualquer membro da Escola de Vigotski, pois, conforme enfoca Duarte (1996, p.26): “[...] preocuparam-se sempre em caracterizar essa psicologia naquilo que ela tem de diferenciador em relação a outras, ou seja, sua abordagem histórico-social do psiquismo humano”.

Duarte e Prestes também tecem críticas sobre algumas violações sofridas por Vigotski por parte de alguns organizadores de seus livros no ocidente. Junto a problemas de tradução, conforme aponta Duarte (1996) para a primeira tradução americana de “Pensamento e Linguagem”<sup>16</sup>, percebe-se um objetivo de “[...] descaracterizar a conotação fortemente crítica do texto de Vigotski em relação ao pensamento de Piaget, como também ao idealismo presente em boa parte das teorias psicológicas, tornando, assim, o pensamento de Vigotski mais *soft*, menos

---

<sup>15</sup> No entanto, tais associações têm sido comuns em muitas pesquisas educacionais desenvolvidas no Brasil, como pode ser visto no levantamento realizado por Silva e Davis (2004). Há críticas nesse sentido em diferentes autores do Enfoque Histórico-Cultural. Ao defender o distanciamento de tais denominações à Escola de Vigotski, Duarte (1996, p. 27) argumenta que “o interacionismo é um modelo epistemológico que aborda o psiquismo humano de forma biológica, ou seja, não dá conta das especificidades desse psiquismo enquanto um fenômeno histórico-social. Com isso estamos defendendo que a Psicologia Histórico-Cultural não é uma variante do interacionismo-construtivista. Não basta colocarmos o adjetivo social. A questão é a de que a especificidade dessa escola da Psicologia perante outras não pode ser abarcada pela categoria de interacionismo nem pela de construtivismo”.

<sup>16</sup> Recentemente, foi editado em espanhol o livro “Pensamiento e habla”. Isso reforça a importância do resgate dos manuscritos originais de Vigotski e das traduções que se voltem a manter o sentido correto dos termos proposto pelo autor. Nesse caso, verifica-se que Vigotski destaca a “fala” na relação dialética pensamento-fala.

marxista e mais facilmente adaptável ao pragmatismo norte-americano” (DUARTE, 2004, p. 168). Quanto a essa discussão, Prestes (2009) também ressalta que

[...] o Brasil precisa empreender esforços para editar as obras de Vigotski com traduções diretas do russo e a partir dos textos integrais, textos em que a própria Rússia, somente na última década, vem respeitando cada vírgula e termo usado pelo pensador, pois sabemos que muitas obras de Vigotski sofreram mutilações e deturpações nas mãos da censura e de editores ao longo de muitos anos.

Críticas semelhantes quanto à ocorrência de distorções do referencial histórico-cultural podem ser encontradas especificamente em relação às pesquisas em ensino de ciências, conforme fazem Gehlen, Schroeder e Delizoicov (2007). Ao examinarem trabalhos da área, esses autores indicam direcionamentos tomados que revelam apropriações superficiais e/ou tentativas de se adequar uma visão de mundo na qual os conceitos vigotskianos não foram cunhados. Assim como nesses casos, determinados estudos e pesquisas que dizem se basear no Enfoque Histórico-Cultural servem de indicativo de que a coerência filosófica do conjunto não é o critério orientador pela escolha e pelo trabalho com esse referencial.

Outro ponto a ser considerado é a relação entre a teoria histórico-cultural, de Vigotski, e a teoria da atividade de Leontiev. Esses dois colaboradores tiveram uma ruptura profissional e em determinado momento suas perspectivas teóricas enfatizaram aspectos diferentes em termos ênfases conceituais, especificamente em torno do problema da interiorização e da relação entre a atividade externa da criança e das operações mentais correspondentes. Leontiev destacara mais os aspectos da atividade enquanto Vigotski a cultura e a mediação semiótica pela linguagem, especialmente a fala (DANIELS, 2003; KOZULIN, 2002). Em relação a essa questão, ciente de algumas diferenças e dos muitos pontos de convergência, assim como procederam diferentes autores Núñez (2009), Daniels (2003), Zinchenko (1998) e Talízina (1987), considera-se essas teorias como complementares, enriquecendo-se na outra e constituindo-se como duas linhas de pesquisa dentro da mesma escola. Segundo afirmam Davidov e Zinchenko (1994, p.165): “[...] a teoria psicológica da atividade é um novo e legítimo estágio no desenvolvimento da teoria histórico-cultural”.

O papel principal atribuído pela Escola de Vigotski à educação escolar é a sua importância no desenvolvimento humano e na formação da personalidade do homem. Vigotski não operacionalizou uma teoria para a aprendizagem, mas

estabeleceu de modo criativo uma série de conceitos para o seu favorecimento. Esses conceitos foram propostos como o resultado de seus estudos e pesquisas sobre o seu objeto central de investigação: a compreensão da origem e do funcionamento das funções psicológicas superiores, com atenção dirigida inicialmente à consciência, conforme já indicado. Reforçando-se o seu sentido, essa expressão é utilizada para designar as funções psicológicas exclusivamente humanas, como: a consciência, o pensamento abstrato, o raciocínio, a atenção voluntária e a memória lógica (voluntária). Ao utilizar esses termos, Vigotski as distingue das funções psicológicas elementares, instintivas, de origem biológica, presentes nos animais e também nas crianças, como a atenção e a memória involuntárias, que se caracterizam pelas ações involuntárias (ou reflexas), pelas reações imediatas (ou automáticas) e sofrem controle do ambiente externo.

As pesquisas lideradas por Vigotski mostraram que as funções psíquicas superiores não se apresentam prontas ao nascer. Elas se associam ao processo de humanização. Nesse sentido, não há aptidões e características especificamente humanas que tenham sido transmitidas por hereditariedade biológica. Segundo propusera, todas foram adquiridas:

"[...] 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, 1978c, p. 267 [grifo do autor]).

Assim, Vigotski e colaboradores consideram que o desenvolvimento sociocultural do indivíduo é o desenvolvimento de um indivíduo histórico, situado na história social humana.

Vigotski (2000, p. 33) entende o ser humano como "[...] um agregado de relações sociais encarnadas em um indivíduo". Nessa direção, Luria e Yudovich (1985, p. 10), afirmam:

A transição do mundo animal para o humano significa o aparecimento de um novo princípio de desenvolvimento. No nível animal, o desenvolvimento dos processos nervosos superiores, em cada espécie, é o resultado da experiência individual, mas, com a transição ao humano, a forma básica do desenvolvimento mental passa a ser a aquisição das experiências de outros, mediante a prática conjunta e a linguagem.

Essa prática conjunta é entendida como o trabalho, considerada uma atividade relacional dos homens entre si e destes com a realidade objetiva. Partindo da definição de Marx e Engels, Leontiev (1978, p. 74) escreve:

O trabalho é primeiramente um ato que se passa entre o homem e a natureza. [...] As forças de que o seu corpo é dotado, braços e pernas, cabeça e mãos, ele as põe em movimento a fim de assimilar as matérias dando-lhe uma forma útil à sua vida. Ao mesmo tempo que age por este movimento sobre a natureza exterior e a modifica, ele modifica a sua própria natureza também e desenvolve as faculdades que nele estão adormecidas.

Utilizando-se de objetos disponíveis na natureza, o homem passou a modificá-los para garantir sua sobrevivência. Em algum momento do processo de transformação objetivo/subjetiva, ele começou a trabalhar como resultado de uma atividade produtiva em cooperação. Assim, ao mesmo tempo em que age sobre a natureza, o homem recebe influência dessa ação e é transformado por ela. Dessa forma, as funções superiores se formam durante a vida, como decorrência da apreensão da experiência social acumulada pelas gerações precedentes influenciadas pelo trabalho. Para Vigotski, a psiquê humana e a própria forma de refletir o mundo estão entrelaçadas com o mundo das relações da pessoa com o meio, por isso, associa o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ao processo de humanização, associado ao trabalho e com forte influência das ferramentas culturais, especialmente da linguagem oral, a fala.

Vigotski inclui os aspectos filogenéticos (ao longo da história da espécie) e ontogenéticos (desenvolvimento individual) do desenvolvimento psíquico ao introduzir o tempo no estudo da constituição do psiquismo humano. Porém, tanto do ponto de vista individual quanto social, o tempo humano é histórico. Isso leva a uma diferenciação entre a relação filogênese-ontogênese no desenvolvimento orgânico do indivíduo humano e essa mesma relação no desenvolvimento cultural, social desse indivíduo (BERNARDES, ASBAHR, 2007). Na filogênese, o sistema de atividade orgânica e o sistema de atividade instrumental desenvolvem-se independentemente um do outro. Já na ontogênese, o sistema de atividade é simultâneo, fundido pela inserção da cultura no desenvolvimento do gênero humano. 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” (VYGOTSKI, 2001b, v. 3, p. 39).

A ênfase dada na teoria vigotskiana à linguagem se relaciona principalmente ao papel outorgado à sua aquisição como o momento mais significativo no desenvolvimento cognitivo. Quando a linguagem começa a ser utilizada como de instrumento psicológico para a regulação do comportamento, ela representa um salto qualitativo nas funções superiores. Isso implica em uma transformação radical na percepção incidindo na formação de novas formas de memórias e na criação de novos processos de pensamento.

Para Vigotski, além as funções psicológicas superiores terem gênese fundamentalmente cultural, sua origem na vida social, elas não seriam universais nem se manteriam inalteradas, como até então se supunha. O desenvolvimento cultural do homem se sobrepõe aos processos de crescimento e de maturação orgânica por causa do uso de ferramentas culturais na idade infantil. Vigotski (2001b, v.3, 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. Esse desenvolvimento cultural no gênero humano também é constitutivo do desenvolvimento biológico do ser a partir da atividade produtiva presente na evolução ontogenética (LEONTIEV, 1978). Portanto, para que esse desenvolvimento ocorra é necessário que o indivíduo domine os recursos elaborados e cultivados pela sociedade. O homem precisa se apropriar dos produtos culturais para se desenvolver; apropriação tanto dos produtos da cultura material como da cultura intelectual, de comunicação e de produção intelectual, como é o conceito de álcoois.

Vigotski concebeu que as funções psicológicas superiores aparecem inicialmente como forma coletiva do comportamento da criança, ou seja, em colaboração com outras pessoas, especialmente com os adultos, por meio de uma ação externa coletiva. O desenvolvimento dessas funções necessita do domínio pela linguagem, para depois se tornarem processos psíquicos individuais, efetivos da ação psíquica interna do indivíduo, ou seja, passam a ser interiorizados. Para Vigotski, essa interação adulto-criança é a principal força impulsionadora de todo o desenvolvimento. Conforme aponta Duarte (2003, 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”<sup>17</sup>.

Para Vigotski, o desenvolvimento ocorre unicamente como resultado da atividade humana no contexto de relações sociais. Desse modo, ele ressignifica tanto este conceito quanto o modo como ele processa.

[...] o desenvolvimento não se produz pela via de mudanças graduais, lentas, por uma acumulação de pequenas peculiaridades que produzem em seu conjunto e ao final alguma modificação importante. Já desde o princípio o desenvolvimento observado é de tipo revolucionário. Dito de outro modo, observamos a existência de mudanças bruscas e essenciais no próprio tipo de desenvolvimento, nas próprias forças motrizes do processo. E é bem sabido que a coexistência de mudanças revolucionárias com as evolutivas não é indício que exclua a possibilidade de aplicar a esse processo o conceito de desenvolvimento. (VIGOTSKI, 1991a, p. 156)

O desenvolvimento humano na perspectiva vigotskiana é caracterizado por mudanças qualitativas na própria evolução do sujeito. Esse desenvolvimento não é gradualmente cumulativo. É revolucionário (apresenta saltos e rupturas) e se dá pela interação social.

O processo de apropriação da cultura pela criança é um processo mediatizado, que exige a interação com os adultos que já se apropriaram da mesma cultura, no qual cresce ilimitadamente a força do intelecto e da vontade humana (LEONTIEV, 1978, 1981). Ao explicar as funções psicológicas superiores para além dos limites do organismo, Vigotski 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”, Vigotski (1995) afirma que as formas inferiores não se aniquilam, mas continuam existindo como instância subordinada às funções superiores. A psiquê

[...] é uma parte da própria natureza, ligada diretamente às funções da matéria altamente organizada de nosso cérebro. Assim como a própria natureza, não tem sido criada, pois tem surgido em um processo de desenvolvimento. Suas formas embrionárias estão presentes desde o princípio: na própria célula viva se mantêm as propriedades de mudar sob a influência de ações externas e de reagir a elas. (VIGOTSKI, 1991a, p. 99-100).

---

<sup>17</sup> Em continuidade a essa argumentação sobre desenvolvimento, Duarte também localiza e discute a distância existente entre as concepções sobre o mesmo em Vigotski e em Piaget. Este entendia que a “transmissão social” seria um dos três fatores clássicos do desenvolvimento, juntamente com a hereditariedade e o meio físico (Piaget 1994, pp. 89-90); a esses três fatores deveria ser acrescentado um quarto fator, o processo de equilíbrio por auto-regulações, “mais geral que os três primeiros”, que poderia “ser analisado de forma relativamente autônoma”.

Ao defender que as funções psicológicas superiores têm origem na vida sociocultural do homem, Vigotski não desconsidera a importância do aspecto biológico, pois ele atenta para o fato das mesmas só são possíveis porque existem atividades cerebrais. Assim, mesmo sem não terem sua origem biológica, as funções superiores não existem sem o cérebro, pois se utilizam das funções elementares ligadas aos processos cerebrais. Desse modo, o cérebro é parte da constituição das funções psicológicas superiores e não é um mero suporte. Por isso, embora não negasse a importância do biológico no desenvolvimento humano, Vigotski afirmava que é ao longo do processo de assimilação dos sistemas de signos onde as funções psíquicas biológicas transformam-se em novas funções, em funções psíquicas superiores.

Para Vigotski, a concepção tradicional que se tinha do fenômeno do desenvolvimento psíquico era inadequada. Ela confundia diferentes aspectos no desenvolvimento psíquico da criança: o natural e o cultural; o natural e o histórico; o biológico e o social. Vigotski também afirmava que tal concepção promovia a decomposição dos elementos constituintes do fenômeno, reduzindo-os a processos de ordem elementar. Isso descaracterizava uma visão do caráter unitário das funções psicológicas superiores e de uma série de transformações qualitativas e dialéticas que elas sofrem ao longo do desenvolvimento ontogenético. Nesse sentido, Vigotski defendia que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores não ocorre de forma retilínea, como uma acumulação quantitativa. Elas são formadas de modo dialético e qualitativo, em estágios, mas que se distinguem por apresentarem uma organização específica da atividade psicológica, e por um complexo processo de desintegração e integração, que resulta no aparecimento de um dado comportamento.

Vigotski (2001b) concebe que uma função psicológica superior não se trata de uma função simples, mas de um sistema funcional que abrange outros sistemas. Desse modo, o desenvolvimento de cada função psíquica não é autônomo, pois depende de um todo do qual ela é parte (LURIA, 1992). Uma das características básicas dos sistemas funcionais é a realização de tarefas invariáveis por mecanismos variáveis que levam à execução do processo psíquico. Essa variação dos mecanismos psíquicos efetua-se no sistema funcional porque ele envolve as funções que não são realizadas isoladamente, mas em um sistema integral, ou seja, em relação ao todo. Outra característica do sistema funcional também encontrada

no sistema que compõe as funções psicológicas superiores é a sua composição complexa.

Entender essa relação sistêmica e complexa das funções psicológicas superiores era o desafio ao qual Vigotski se propôs a investigar. Ao destacar que o tempo humano é histórico, tanto do ponto de vista individual quanto social, Vigotski defendia a necessidade das ciências que estudam o homem em assumi-lo não como um objeto, mas como um ser histórico-social (SHUARE, 1990). Conforme dizia o próprio Vigotski (1988b, p. 69), “[...] o desenvolvimento psicológico dos homens é parte do desenvolvimento histórico geral de nossa espécie e assim deve ser entendido. A aceitação dessa proposição significa termos que encontrar uma nova metodologia para a experimentação psicológica”. Se nem todos os problemas analisados pela vertente histórico-cultural eram novos, como a questão da análise da consciência, a sua abordagem era. Por isso Vigotski apontou para a necessidade da construção de uma teoria geral da psicologia, uma psicologia geral, a “psicologia verdadeiramente científica”, que seria a psicologia marxista.

Vigotski entendia que para estudar as funções psicológicas superiores era preciso se desenvolver uma teoria para realizar a mediação entre o materialismo dialético, enquanto filosofia de máximo grau de abrangência e universalidade, e os estudos sobre os fenômenos psíquicos concretos. Essa psicologia geral seria “a teoria do materialismo psicológico ou a dialética da psicologia” (VIGOTSKI, 1991, p.389).

Segundo Rubinstein (1972), Vigotski tomou por base da sua teoria os seguintes princípios: i) o princípio da unidade psicofísica; ii) o princípio do desenvolvimento da psiquê como um fato histórico-social; iii) o princípio da unidade da teoria e da prática; e iv) o princípio da unidade da consciência e da atividade. Foi dessa matriz epistemológica, baseando-se principalmente em Marx, que ele utilizou um método de análise, para apreender e interpretar a gênese e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, introduzindo na psicologia a ideia de transformação, proporcionada pelo princípio histórico-cultural. A partir do método de Marx, nos seus estudos experimentais sobre a gênese e o desenvolvimento do psiquismo humano, ele analisou a psiquê utilizando o “método genético-experimental”. Segundo discute Duarte (1996, p.22), “[...] nesse contexto, método significa muito mais do que um mero conjunto de procedimentos, mas sim a síntese

de uma concepção do conhecimento que se respalda numa determinada concepção do homem como um ser sócio-histórico”.

Em Marx e Engels (1993), o conhecimento é explicitamente entendido como apropriação da realidade objetiva, como reprodução dessa realidade no pensamento. O concreto pensado é a apropriação dialética do concreto real através da mediação da análise, mediação do abstrato. Nesse sentido, apropriando-se das ideias de Marx, Vigotski defendeu e utilizou em suas pesquisas um método em que a apreensão da realidade pelo pensamento não se realiza de forma imediata, pelo contato direto com a aparência dos fenômenos: “[...] na realidade a essência interna dos objetos e sua manifestação externa não coincidem” (VIGOTSKI, 1984, p.253)<sup>18</sup>. Como ele afirmara: “O tipo de análise objetiva que defendemos procura mostrar a essência dos fenômenos psicológicos ao invés de suas características perceptíveis” (VIGOTSKI, 1998, p. 83).

Vigotski criticava os pesquisadores em psicologia que buscam compreender os fenômenos psicológicos a partir do isolamento dos elementos mais simples desses fenômenos e da análise desses elementos em si e por si mesmos:

Cremos que substituir esse tipo de análise por outro muito diferente é um passo decisivo e crítico para a teoria do pensamento e da linguagem. Teria de ser uma análise que segmentasse o complexo conjunto em unidades. Por unidade entendemos o resultado da análise que, diferentemente dos elementos, goza de todas as propriedades fundamentais características do conjunto e constitui uma parte viva e indivisível da totalidade. Não é a fórmula química da água senão o estudo das moléculas e do movimento molecular o que constitui a chave da explicação das propriedades definidoras da água. Assim, a célula viva, que conserva todas as propriedades fundamentais da vida, definidora dos organismos vivos, é a verdadeira unidade da análise biológica. (VIGOTSKI 1993, pp. 19-20).

Por isso, para a compreensão da totalidade, ele defendia o emprego do método da análise das unidades em substituição ao método da análise dos elementos. Mesmo conservando as características essenciais da totalidade, a unidade é objetivamente parte de um todo. Assim, busca-se algo que não seja reducionista e mantenha toda a complexidade do fenômeno a ser estudado. Para ele, a tarefa fundamental da

---

<sup>18</sup> Conforme, ele mesmo dissera “A essência de qualquer conceito científico é definida por Marx de um modo muito profundo: “se a forma de manifestação e a essência das coisas coincidissem, toda ciência seria supérflua” [...] Esse é o *quid* do conceito científico. Seria supérfluo se refletisse o objeto em sua manifestação externa como conceito empírico” (VYGOTSKY 1993, p. 216).

análise psicológica “[...] não é decompor o todo psicológico em partes ou fragmentos, mas destacar determinados traços e momentos do conjunto psicológico integral que conservam a primazia do todo” (VIGOTSKI, 1996, p.99-100).

A análise deve ser holística e não elementarista, pois os elementos só têm significação na totalidade em que estão integrados. Nesse sentido, Vigotski se apropria de dois princípios: i) a abstração e ii) a análise da forma mais desenvolvida. O processo de conhecimento deve caminhar da análise abstrata dessa unidade para a síntese concreta do todo no pensamento. Por isso, deve-se estudar os fatos no processo de vida social, no movimento de transformação, buscando apreender os fatores e relações que configuram e dão significado a tais fatos.

Vigotski considerava que uma nova abordagem metodológica das funções especificamente humanas deveria: i) visar processos, e não objetos; ii) analisar os processos na sua origem; e iii) ser explicativa, ou seja, não ser meramente descritiva. Ele considerava que os processos implicam em mudanças, de acordo com as suas variações temporais, cuja gênese e evolução podem ser seguidas em determinadas circunstâncias. A análise desse processo necessita de uma exposição genética e dinâmica dos pontos que constituem a sua história. Para se chegar à história constitutiva das funções especificamente humanas, não se deve limitar ao estudo de um evento no presente, mas no seu processo, no movimento de sua mudança, pois: “*Estudar alguma coisa historicamente significa estudá-la no processo de mudança: esse é o requisito básico do método dialético*” (VIGOTSKI, 1998, p. 85-86, grifo do autor). Por isso, os processos psicológicos devem também ser analisados nas suas origens, onde “[...] o passado e o presente se confundem e o presente é visto à luz da história” (VIGOTSKI, 1984, p.74). Com base na dialética entre o lógico e o histórico, o pensamento humano analisa a lógica da fase mais desenvolvida do objeto e vai à história para compreender a gênese desse objeto e compreender as fases anteriores do processo histórico.

Vigotski também se opõe a uma análise meramente descritiva, pois defende uma análise psicológica explicativa na qual se revele os nexos dinâmico-causais determinantes da origem e desenvolvimento dos fenômenos. Na compreensão de determinado fenômeno psicológico, ele diferenciava claramente a análise que se reduz à descrição do mais imediatamente visível e a análise que vai além das aparências porque ele entende ser preciso revelar a gênese e as bases dinâmico-causais das funções psíquicas superiores características do homem. Trata-se de

superar as explicações superficiais, que se pautam pela aparência e, nessa medida, deixam de revelar a origem das referidas funções psíquicas. Segundo Davidov (1985, p.51), o princípio explicativo é um conceito que "reflete certa realidade que, por sua vez, determina fenômenos mentais e torna possível sua reconstrução" (DAVIDOV, 1985, p.51).

Situado o contexto histórico e introduzindo alguns aspectos teóricos e ideológicos em tono do Enfoque Histórico-Cultural, parte-se agora para discutir alguns dos seus principais conceitos que fundamentam a epistemologia da Escola de Vigotski: mediação, interiorização, zona de desenvolvimento próximo e atividade. Tais conceitos influenciam diretamente a concepção da aprendizagem, de educação e das formas de organização do processo de ensino-aprendizagem segundo as intencionalidades educativas desse referencial. Apesar de se propor uma apresentação separada por tópicos, deve-se ter em mente a interconexão entre esses conceitos em sua relação de espiral dialética, organizada em torno visão histórica proporcionada pelo materialismo dialético e histórico. Com essa base, ficará mais evidente o papel atribuído ao ensino escolar, incluindo-se a formação de habilidades, como a habilidade de identificar álcoois, no processo de desenvolvimento da psiquê humana e da constituição do sujeito.

## 1.2 FUNDAMENTOS DO ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL PARA O ENSINO ESCOLAR

A importância atribuída pela Escola de Vigotski à aprendizagem como uma forma de atividade humana enfoca o seu caráter social. Esse destaque também assume que ela não é um processo direto, mas uma relação mediada. Tal concepção põe em destaque a categoria teórica que será discutida a seguir: a mediação.

### 1.2.1 A importância da mediação para a aprendizagem

Conforme destacado anteriormente, Vigotski (2001, 2000) concebe a aprendizagem como um processo de apropriação e re-elaboração pelo homem de conhecimentos, habilidades e hábitos elaborados pelas gerações antecedentes. No entanto, esse processo é mediado sob condições de interação social e influenciado

por aspectos histórico-culturais: “[...] a base estrutural das formas culturais do comportamento é a atividade mediadora, a utilização de signos externos como meio para o desenvolvimento posterior da conduta” (VIGOTSKI, 2001b, v. 3, p. 153). Na concepção vigotskiana, a aprendizagem é importante e precede o desenvolvimento psíquico e não ocorrem fora do âmbito da mediação. Sendo assim, o homem se desenvolve porque aprende.

A interação com pessoas mais experientes, outras crianças e, principalmente, com adultos, permite a criança se apropriar e transferir formas sociais de pensamento e formas de colaboração coletiva para o plano intrapessoal, onde se constituem suas funções psicológicas. Como ele destaca, “[...] o caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social” (VIGOTSKI, 1998, p. 40). 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. 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 intercomunicação com os adultos tem esse significado decisivo, porque a aquisição de um sistema linguístico supõe a reorganização de todos os processos mentais da criança. A palavra passa a ser assim um fator excepcional que dá forma a 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, Vigotski (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. Diferentemente dos animais, os humanos podem “[...] 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). Ao dominar a linguagem, o homem penetra em diversos campos da atividade consciente, elevando-a a um novo nível e passa a dirigi-la arbitrariamente, enquanto que nos animais esse processo é regido pelas leis biológicas.

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 circundante, ou seja, da aquisição de um conhecimento somente por via sensorial. Ela potencializa esse processo permitindo-o passar a dispor de um conhecimento racional mediatizado da experiência social acumulada pela espécie no decorrer de sua história. Isso torna a percepção “mais profunda, seletiva, generalizada e permanente” (LURIA, 1991, p. 82). Dessa forma, o papel mediador gerado pela comunicação da experiência social pode proporcionar o pensamento abstrato. No entanto, este inexistente se a linguagem não estiver interiorizada.

A mediação contribui decisivamente para o desenvolvimento mental. De acordo com a concepção vigotskiana, esse desenvolvimento é marcado pela interiorização das funções psicológicas.

### **1.2.2 O processo de interiorização**

Vigotski (1998) usa o termo interiorização para designar a transformação de um processo interpessoal para um processo interno, intrapessoal. Para ele, o processo de interiorização das funções psicológicas superiores é histórico. Assim, as estruturas de percepção, atenção voluntária, emoções, linguagem, pensamento, memória, formação de conceitos e comportamento assumem diferentes formas, relacionadas com o contexto histórico-cultural.

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). O pensamento é tomado como a fala interior, e sua base é formada pela reconstituição interna da fala egocêntrica (da criança consigo) advinda fala externa (entre pessoas). Tal processo também ocorre para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Assim, para Vigotski, no processo de interiorização, a transformação dos conteúdos externos em conteúdo 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 processo 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” para os processos de desenvolvimento de funções psicológicas superiores também interessa particularmente ao contexto escolar, uma vez que a educação escolar se direciona a interiorização de objetos e fenômenos culturais que precisam ser apropriados. Na teia de relações formativas da ação mediadora para o processo de interiorização, há o destaque dado por Vigotski ao valor da aprendizagem: “A aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança as características humanas, não naturais, mas formadas historicamente” (VIGOTSKI, 1988, p. 114). Nesse sentido, surge um criativo e importante conceito vigotskiano, também diretamente relacionado à aprendizagem: a zona de desenvolvimento próximo<sup>19</sup>.

### **1.2.3 A zona de desenvolvimento próximo**

A aprendizagem desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Para Vigotski (1989), a aprendizagem antecede e impulsiona o desenvolvimento humano, ampliando-o e possibilitando a sua ocorrência pela apropriação mediada de objetos e processos culturais. Assim, dialeticamente, a aprendizagem interdepende de uma relação entre o indivíduo e o contexto, e se realiza em decorrência de uma atividade social. 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 (NÚÑEZ, 2009). Na aprendizagem ocorre uma articulação de processos externos e internos, visando a interiorização de signos culturais pelo indivíduo, o que gera uma qualidade auto-reguladora às ações e ao comportamento.

A mediação e a importância da linguagem são dois aspectos destacados na teoria histórico-cultural e que atraem a atenção de muitos educadores e pesquisadores interessados na Escola de Vigotski. No entanto há um aspecto de

---

<sup>19</sup> Conforme acontece com outros termos em russo, há outras traduções para esse conceito vigotskiano, como: zona de desenvolvimento proximal, área de desenvolvimento potencial e zona de desenvolvimento iminente.

fundamental importância para o Enfoque Histórico Cultural quanto ao ensino dos conteúdos escolares e que se distancia de algumas visões e propostas educacionais, inclusive das que fazem uso do nome e ideias tanto da Escola de Vigotski. Esse aspecto 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. Conforme ressalta Duarte (1996), o papel da apropriação da experiência sócio histórica no desenvolvimento psíquico do indivíduo está presente de forma marcante em todos os trabalhos da Vigotski, seus colaboradores e seguidores. Essa questão se associa a um aspecto importante da apropriação: a transmissão de experiências, de conhecimentos.

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. Por considerar tanto o indivíduo quanto o conhecimento como essencialmente sociais, essa linha teórica defende que o indivíduo não pode elaborar seu próprio conhecimento individual. Para conseguir tal finalidade, 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 esta envolve a transmissão de conhecimentos. Mas não se trata de um processo mecânico. Pelo contrário, ele é consciente. Duarte traz uma importante discussão quanto a esse aspecto e afirma que “[...] isso não significa que todas as vezes que falarmos em transmissão de conhecimentos estaremos assumindo o modelo pedagógico tradicional [...]” e continua:

Se assim fosse, Vigotski 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 [...]. 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.

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 próximo.

Analisando as relações entre o ensino e o desenvolvimento intelectual na idade escolar, Vigotski destaca a importância 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, Vigotski formulou o conceito de zona de desenvolvimento próximo (ZDP).

A ZDP é "[...] 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). Desse modo, pode-se dizer que o nível de desenvolvimento de uma criança se caracteriza pelo o que ela consegue fazer de forma independente (o nível de desenvolvimento atual) e o que ela consegue fazer com a ajuda ou imitando outras pessoas, a zona de desenvolvimento próximo. Porém, o potencial de imitação das duas crianças nem sempre é igual. Como uma pode ter potencial de aprendizagem maior, uma vez que sua zona de

desenvolvimento próximo é maior, não é qualquer coisa que uma criança pode imitar, ou seja, existem limites para a imitação. Além disso, o fato de se imitar algo não garante a aprendizagem.

*Essa divergência entre a idade mental ou o nível de desenvolvimento atual, que se determina com a ajuda das tarefas resolvidas de forma independente, e o nível que alcança a criança ao resolver as tarefas, não por sua conta, mas sim em colaboração, é o que determina a zona de desenvolvimento próximo. [...] Isto se revela em primeiro lugar na dinâmica de sua evolução mental durante a instrução e no relativo êxito desta. 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)*

O desenvolvimento da criança ocorre quando o conteúdo da aprendizagem exige a utilização de capacidades que ainda não estão formadas, ou seja, que ainda se encontram na zona de desenvolvimento próximo.

Vigotski considerava que a relação entre desenvolvimento e aprendizagem é imbricada e que esta antecede e impulsiona o desenvolvimento. No entanto, ele também ressalva “Nas crianças, o desenvolvimento não segue nunca a aprendizagem escolar do mesmo modo que uma sombra segue o objeto que a projeta” (VIGOTSKI, 1981, p.125). Conforme Núñez (2009) também comenta sobre esse posicionamento, Vigotski atenta que as relações entre desenvolvimento e aprendizagem são muito complexas e dinâmicas, de modo que esses processos não se realizam de igual medida e bi univocamente.

Os estudos de Vigotski investigam as relações entre desenvolvimento e aprendizagem. Ele destaca que, embora a criança inicie sua aprendizagem muito antes de frequentar o ensino formal, a aprendizagem escolar introduz elementos novos no seu desenvolvimento. A educação e o ensino exercem forte importância na aquisição de patamares mais elevados de desenvolvimento. A educação é um processo de apropriação de signos culturais, enquanto “instrumentos psicológicos” da cultura historicamente elaborada pelas gerações antecedentes, que ajudam os indivíduos a organizar seu comportamento e suas ações por meio do processo de interiorização (VIGOTSKI, 1984). O ensino exerce o papel de mediação na relação entre desenvolvimento intelectual e aprendizagem escolar. No entanto, Vigotski critica a aprendizagem que se limite ao nível de desenvolvimento atual, pois, para ele o bom ensino é justamente aquele que trabalha com a zona de desenvolvimento próximo. Nesse sentido, vale colocar citações desse autor, que, embora longas,

refletem a centralidade outorgada ao conceito de ZDP para a aprendizagem escolar na Escola de Vigotski.

A investigação mostra sem lugar a dúvidas que o que se acha na zona de desenvolvimento próximo num determinado estágio que se realiza e passa no estágio seguinte ao nível de desenvolvimento atual. Com outras palavras, o que a criança é capaz de fazer hoje em colaboração será capaz de fazê-lo por si mesma amanhã. Por isso, parece verossímil que a instrução e o desenvolvimento na escola guardem a mesma relação que a zona de desenvolvimento próximo e o nível de desenvolvimento atual. Na idade infantil, somente é boa a instrução que vá avante do desenvolvimento e arrasta a este último. Porém à criança unicamente se pode ensinar o que é capaz de aprender. A instrução é possível onde cabe a imitação. (...). *O ensino deve orientar-se não ao ontem, mas sim ao amanhã do desenvolvimento infantil.* Somente então poderá a instrução provocar os processos de desenvolvimento que se acham agora na zona de desenvolvimento próximo. (VIGOTSKI, 1984, p.242[grifos do autor]).

Quando observamos o curso do desenvolvimento da criança durante a idade escolar e no curso de sua instrução, vemos que na realidade qualquer matéria exige da criança mais do que esta pode dar nesse momento, isto é, que esta realiza na escola uma atividade que lhe obriga a superar-se. Isto se refere sempre à instrução escolar sadia. Começa-se a ensinar a criança a escrever quando todavia não possui todas as funções que asseguram a linguagem escrita. Precisamente por isso, o ensino da linguagem escrita provoca e implica o desenvolvimento dessas funções. Esta situação real se produz sempre que a instrução é fecunda. [...] Ensinar a uma criança aquilo que é incapaz de aprender é tão inútil como ensinar-lhe a fazer o que é capaz de realizar por si mesma. (VIGOTSKI, 1984, p.244-5).

Vigotski defende que não se deve esperar que as capacidades necessárias a um determinado conteúdo amadureçam na criança para, conforme discute em relação à alfabetização na língua materna, para depois lhe ensinar esse conteúdo. Pois, se assim o fosse, o ensino iria atrás do desenvolvimento. Desse modo, tem-se que ensinar aquilo que a criança é capaz de aprender e o que ela é incapaz de fazer por si mesma para que sejam despertados os processos de desenvolvimento que se localizam na zona de desenvolvimento próximo.

A possibilidade de criar ZDP no processo de ensino-aprendizagem permite o estímulo de uma série de processos internos, além do trabalho com funções e processos ainda não amadurecidos nos estudantes. Nesse sentido, esse conceito vigotskiano atenta para que “[...] o domínio inicial de qualquer das ações de aprendizagem só proporciona a base para o sub-seguinte desenvolvimento de processos internos mais complexos” (NÚÑEZ, 2009, p.31).

O conceito de ZDP traz fortes implicações pedagógico-didáticas, conforme tem sido destacado nas propostas que adotam essa linha teórica no campo educacional, trazendo importantes considerações para a educação escolar na atualidade. Apesar da valorosa contribuição de Vigotski para a educação tanto em sua época quanto até os nossos dias, ele não desenvolveu sistematicamente uma teoria sobre o ensino. Essa tarefa foi realizada por alguns dos seus colaboradores e seguidores voltados mais especificamente para a educação escolar, como Elkonin, Davidov, Talízina e Galperin.

O estudo da atividade objetual considerando a unidade entre a atividade prática (externa) e a atividade psíquica, mental (interna), ganhou uma nova dimensão pelos colaboradores e seguidores de Vigotski. Nesse sentido, a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem são exemplos das diversas atividades que o homem pode desempenhar. Elas são importantes para o desenvolvimento humano e, conforme ocorre com qualquer atividade, diferenciam-se das outras atividades por várias razões, mas fundamentalmente pelo seu objeto, conforme será abordado a partir do tópico a seguir.

#### **1.2.4 O conceito de atividade de aprendizagem**

A atividade humana é uma categoria central no materialismo dialético e histórico e um conceito-chave da Escola de Vigotski. Ela foi inspirado no conceito de trabalho, de Marx e Engels, e vinculado ao princípio do reflexo, de Lênin (DUARTE, 2002). Expressão maior da atividade, no trabalho o objeto produzido é a objetivação da própria atividade do homem e a atividade prática sensorial dá origem ao desenvolvimento histórico social dos homens e, conseqüentemente, ao seu desenvolvimento individual (MARX, 1972). Adicionalmente, de acordo com Davidov (1998), as características peculiares extrínsecas e intrínsecas dos objetos se revelam tanto nas imagens sensoriais quanto conceituais não por meio de uma mera contemplação, mas pelas diferentes formas de atividade.

Segundo Leontiev (1983, p. 82), “[...] a ideia da análise da atividade como método na psicologia científica do homem foi formulada nos primeiros trabalhos de L. S. Vygotsky”. Assim, dentro desse referencial, apesar de ter sido trabalhado principalmente por Leontiev, o conceito de atividade também está presente já em

Vigotski<sup>20</sup>, assim como foi investigado por outros pesquisadores dessa Escola, como Davidov, Galperin, Bozhovich, Elkonin, Zaporoyetz e Levina (GOLDER, 2002). No entanto, em Vigotski, a atividade material está predominantemente ligada à interação semiótica, à comunicação.

Integrando novos elementos à ênfase vigotskiana, a corrente histórico-cultural passou 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. De acordo com Davidov (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-objetal, transformadora, das pessoas. Na atividade se revela a universalidade do sujeito”.

O processo de apropriação da cultura ocorre por meio da participação do indivíduo nas várias formas de atividade produzidas pelo homem: “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” (LEONTIEV, 1978c, p.266). Em continuidade Leontiev 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, 1978c. p.268).

Desse modo, o desenvolvimento é tomado como a expressão de avanços qualitativos que vão acontecendo dentro da atividade reprodutiva e na composição das capacidades assimiladas. Segundo Leontiev, esse desenvolvimento sempre envolverá o coletivo e sua ocorrência pelo indivíduo isoladamente é impraticável. Adaptando-se esse raciocínio de Leontiev à apropriação do conhecimento científico (das Ciências), está fora de questão que a experiência individual de um homem, por

---

<sup>20</sup> Ele afirmou: “O fato central de nossa psicologia é o fato da ação mediada” (VIGOTSKI, 1991a, p.130).

mais rica que seja, baste para produzir a formação de um pensamento lógico ou científico abstrato e sistemas conceituais correspondentes aos mesmos. Sozinho ele não consegue, pois necessita apropriá-los dentro de atividades voltadas a essa finalidade.

Leontiev dedicou grande atenção à categoria atividade e sistematizou-a conceitualmente na “teoria psicológica geral da atividade”.

A análise da atividade constitui o ponto decisivo e método do conhecimento científico do reflexo psíquico, da consciência. No 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. Esse novo sentido dado à categoria atividade também a considera e a coloca como o objeto de investigação pelo Enfoque Histórico-Cultural.

Para Leontiev, a atividade mediada pelo reflexo psíquico da realidade é a unidade da vida que orienta o sujeito no mundo dos objetos. Assim, “[...] a principal característica constitutiva da atividade é o seu caráter objetal” (LEONTIEV, 1983, p. 75). Tanto os processos de comunicação quanto as funções psíquicas superiores envolvidas nos mesmos se efetivam primeiramente na atividade externa (interpessoal) que, em seguida, é internalizada pela atividade individual, regulada pela consciência. Portanto, não se considera que consciência se reduza a um mundo interno e/ou seja biologicamente suscitada. Ela é uma expressão das relações do indivíduo com os outros homens e com o mundo. O trânsito da consciência social para a consciência individual, do mundo externo (social) ao mundo interno (psíquico) não ocorre de um modo diretamente transposto, pois um não é cópia do outro. Nessa passagem, a linguagem e a atividade coletiva exercem um papel fundamental.

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.

A natureza da atividade não se restringe aos processos cognoscitivos, estende-se também às emoções. É justamente essa esfera que dirige e regula a atividade concreta em um meio objetual por meio das necessidades.

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).

Utilizando ideias das análises feitas por Marx (1989, 1983; MARX; ENGELS, 1979), Leontiev mostra como as diferenças entre a estrutura da atividade animal e a estrutura da atividade humana produzem modificações qualitativas entre a estrutura do psiquismo animal e a do psiquismo humano<sup>21</sup>. A estrutura da atividade animal é caracterizada por uma relação imediata entre o objeto da atividade e a necessidade que leva o animal a agir sobre aquele objeto; existe uma coincidência entre o objeto e o motivo da atividade, resultando na satisfação da necessidade que levou à atividade, caso esta seja bem sucedida. Na mente humana há, portanto, uma relação indireta, mediatizada, entre o conteúdo da ação e o motivo desta. Assim, nem todo processo é uma atividade, mas somente aquele que é movido por uma

---

<sup>21</sup> Segundo Duarte (2002), pode-se destacar alguns aspectos da obra de Marx que serviram de base para essa concepção, por exemplo, em suas ideias sobre: as diferenças entre a atividade vital humana e a atividade animal; a dialética entre objetivação e apropriação; as relações entre a atividade material e a atividade da consciência; e as consequências da divisão social do trabalho em termos da alienação dos seres humanos; acerca do processo de trabalho.

necessidade. Tal aspecto é muito importante ao remetermos ao processo de ensino-aprendizagem, ou seja, o estudante deve ter uma necessidade de aprender.

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. Para tanto, ele precisa desenvolver ações, que são consideradas os constituintes fundamentais da atividade. Uma ação é definida 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 “mecânicas”, elas se transformam em operações. Essa situação é verificada, por exemplo, no caso de identificação de representações estruturais das funções orgânicas, como a função álcool.

Em termos gerais, com base em Leontiev (1978), os níveis de análise da teoria da atividade podem ser apresentados 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. Assim, uma atividade é regulada por sua motivação, englobando ações regidas por objetivos distintos, que são alcançados por meio de ações concretizadas por determinadas operações, definidas a partir de condições específicas. Uma atividade reflete a sua motivação, uma ação reflete a sua meta e uma operação reflete as condições da ação.

Atividade e consciência são dois elementos fundamentais à psicologia histórico-cultural e compreendidos como unidade dialética<sup>22</sup>. O comportamento consciente do homem está relacionado à sua própria atividade e a diferencia da atividade dos animais. Luria (1979, p.73) afirma que:

Diferentemente do animal, cujo comportamento tem apenas duas fontes - 1) os programas hereditários de comportamento, subjacentes no genótipo e 2) os resultados da experiência individual -, a atividade consciente do homem possui ainda uma terceira fonte: a grande maioria dos conhecimentos e habilidades do homem se forma por meio da assimilação da experiência de toda a humanidade, acumulada no processo da história social e transmissível no processo de aprendizagem. [...] A grande maioria de conhecimentos, habilidades e procedimentos do comportamento de que dispõe o homem não são o resultado de sua experiência própria, mas adquiridos pela assimilação da experiência histórico-social de gerações. Este traço diferencia radicalmente a atividade consciente do homem do comportamento animal.

Na natureza, existe apenas a necessidade e não liberdade, pois no meio natural (biológico) operam apenas os processos espontâneos, causais, ou seja, há a ausência da ação movida por objetivos conscientes. Assim como pode ser visto nessa explanação de Luria, de acordo com a Escola de Vigotski, a consciência é construída por meio das relações sociais humanas e o princípio do condicionamento histórico-social do desenvolvimento do psiquismo humano pela apropriação da cultura mediante a comunicação com outras pessoas está na base da atividade externa.

Conforme indica Duarte (2004, p.52) “[...] existe na atividade animal uma relação direta entre o conteúdo da atividade (o que o animal faz) e o motivo da atividade (por que o animal realiza essa atividade)”. No entanto, de modo distinto da atividade animal, na atividade humana deixa de existir essa relação imediata entre o motivo e o objeto da atividade. Por isso, surge outra e mais complexa estrutura de

---

<sup>22</sup> Para Vigotski a consciência é mediada por signos, enquanto que para Leontiev a mente e a consciência são mediadas por ferramentas e objetos (KOZULIN, 2003).

atividade, bem como outra e mais complexa estrutura psicológica. Os animais agem para satisfazer suas necessidades; os seres humanos para produzir os meios de satisfação de suas necessidades, que incidem no surgimento de novas necessidades relacionadas à produção material da vida humana (MARX; ENGELS, 1993, p. 39-40).

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 de trabalho e adquirindo uma existência objetiva. Esse processo é denominado “objetivação”<sup>23</sup>, no qual a atividade física ou mental dos seres humanos transfere-se para os produtos dessa atividade. Portanto,

“[...] 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” (DUARTE, 2004, p.50).

Segundo Leontiev (1978), 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 processo de objetivação do gênero humano é cumulativo. Portanto, no significado de um objeto ou fenômeno cultural está acumulada a experiência histórica de gerações. Por exemplo, isso acontece com um conceito científico, como o conceito de álcool. 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. Segundo Leontiev, a consciência humana trabalha com as relações entre o significado e o sentido da ação. O sentido da ação é dado por aquilo que liga, na consciência do sujeito, o objeto de sua ação (seu conteúdo) ao motivo dessa ação; o significado da ação é aquilo que o sujeito faz, é a resposta à pergunta: O que o indivíduo está fazendo?

---

<sup>23</sup>, O termo “objetivação” foi incorporado por Leontiev da linguagem de Marx.

Ou, por exemplo, por que se estar estudando química? Por que estudar álcoois? Ou, quais as aplicações dos álcoois?

Ao analisar a ruptura entre o significado social e o sentido pessoal nas atividades humanas em geral na sociedade capitalista, Leontiev (1978) afirma que quando não ocorre a correspondência entre o significado social e o sentido pessoal das ações na atividade se assume como uma atividade alienada. Nesse caso, o cerceamento do processo de desenvolvimento da personalidade humana é uma de suas consequências psicológicas. Conforme reforça Duarte (2004), além de tal análise, Leontiev também atribui que esse processo de alienação ocorre pela criação de obstáculos que têm impossibilitado muitas pessoas se apropriarem das grandes riquezas materiais e não materiais (existentes socialmente), que deveriam se constituir em patrimônio de todos os seres humanos. Isso inclui a apropriação de conceitos químicos.

O sentido pessoal é produzido pelas condições objetivas do viver e varia de acordo com as necessidades humanas nos diferentes momentos da vida. Por isso, as atividades humanas podem ser distintas. Por exemplo, elas podem variar de acordo com: a forma, os métodos de realização, a intensidade emocional e requisitos de tempo e de espaço. Porém, como afirma Leontiev (1994, 2001), certas atividades são mais relevantes para o desenvolvimento do indivíduo do que outras, e são entendidas como principais ou dominantes.

Uma atividade principal ou dominante é composta por outras atividades que a estruturam e a modelam. Ela atua na formação ou organização de processos psíquicos e é definida pela posição que o indivíduo ocupa no sistema de relações, e a sua diferenciação procede a partir do conteúdo da própria atividade. Na idade infantil, atividade dominante é a brincadeira, depois passa a ser a aprendizagem escolar e, na idade adulta, o trabalho. No ensino-aprendizagem escolar, a mediação é uma categoria importantíssima para a apropriação conceitual, como será visto em continuidade.

### 1.3 O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO TEÓRICO DO ESTUDANTE: O PAPEL PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM ESCOLAR

A educação e o ensino são considerados formas universais e necessárias do desenvolvimento mental do ser humano (VIGOTSKI, 2007). Esse processo está associado a fatores socioculturais e às condições internas dos indivíduos. A formação do ser humano ocorre por meio da relação entre objetivação e apropriação, que sempre se efetiva no interior de relações concretas com outros indivíduos, que atuam como mediadores com o mundo humano, o mundo da atividade humana objetivada (DUARTE, 2004). Essa formação sempre é um processo educativo e pode ser direta ou indireta, intencional ou não-intencional.

A educação se desenvolve sobre uma base que recebe influências de agentes socializadores, como instituições, organizações, e pessoas, incluindo a comunidade e a família. De forma direta ou não, a educação se relaciona a questões econômicas e exerce influência sobre todas as esferas da vida social. Uma importante instituição educativa é a escola, pois concentra as influências educativas da sociedade.

Vigotski mostrou em seus estudos a relevância da escolarização para o desenvolvimento das capacidades de pensamento, a partir da assimilação da produção cultural da humanidade. O ensino formal faz parte dessa cultura e, nas sociedades escolarizadas, a escola exerce papel especial na possibilidade de inserção do homem na coletividade como cidadão pleno. Nesse sentido, ela é considerada a maior responsável pela construção de bases para o desenvolvimento psíquico. Por isso, na perspectiva vigotskiana, a aprendizagem está diretamente ligada ao ensino, que tem a função de educar. Na aprendizagem escolar tal processo deve ser sempre ativo, ou seja, a criança deve ser compreendida tanto como objeto e como sujeito do seu desenvolvimento.

Ensinar e aprender são fenômenos contrários, a essência de um opõe-se à do outro; no ensino há um processo de exteriorização, enquanto que a aprendizagem é um processo de interiorização. Porém, essa interiorização está condicionada a uma prévia exteriorização. A aprendizagem é um tipo de processo cognoscitivo que se desenvolve em condições específicas; no processo de ensino, criam-se as condições favoráveis para a assimilação.

A Escola de Vigotski considera a concepção entre o ensino e a aprendizagem como sendo dialética, assim, tem-se um processo de ensino-aprendizagem. 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. 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. Ele é um processo qualitativamente unitário e integral, que conserva as particularidades de cada um deles.

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, 2003, 1996). 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 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, num processo sistematizado. De acordo com Leontiev (LEONTIEV, 1978b, 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”. Davidov (2002) considera que a estrutura da atividade é verdadeira quando permite ao indivíduo realizar a atividade correspondente no plano reprodutivo. 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.

O pensamento teórico é uma função psíquica superior. Ele representa uma característica universal do ser humano, em um contexto sócio-histórico mediado pela cultura. Portanto, ele deve ser desenvolvido nas atividades humanas nas quais os sujeitos se envolvem, sendo assim, considera-se que a escola é o contexto

apropriado para promoção do desenvolvimento do pensamento teórico. Conforme atenta Libâneo (2008, p. 177):

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 desfoçam esta centralidade, podem estar incorrendo em risco de promover a exclusão social.

Essa colocação de Libâneo destaca a peculiaridade da atividade da aprendizagem, em relação aos outros tipos de atividade. Ela reforça o seu objetivo, 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 do conceito de álcoois. Esse tipo de atividade também está vinculada à organização de situações de ensino que promovam o desenvolvimento das funções psicológicas superiores dos estudantes por meio do processo de ensino-aprendizagem, como é projetado para o Ambiente Virtual de Aprendizagem, Quimicol. Caso a escola se distancie desse aspecto central, ela contribuirá para que muitos sujeitos não consigam desenvolver um pensamento teórico e usufruir as condições universais humanas. Com isso, eles ficarão restritos às condições particulares por causa do processo de alienação promovido pela própria estrutura social, como também atentam diferentes educadores, como Bernardes e Moura (2009).

Davidov considera que “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” (DAVIDOV, 2002, p. 49). O desenvolvimento do pensamento teórico ocorre com o domínio dos procedimentos lógicos do pensamento que, pelo seu caráter generalizador, permite a sua aplicação em vários âmbitos da aprendizagem, por exemplo: definições, classificações, descrições, justificações e explicações.

Com base no materialismo dialético e histórico, para Davidov (1987), o pensamento teórico se caracteriza como o método da ascensão do abstrato para o concreto. Esse é um processo no qual se revela a essência dos objetos de conhecimento e há a aquisição de métodos e estratégias cognitivas gerais de cada

ciência para analisar e resolver problemas teóricos e situações concretas da vida prática. Assim, o desenvolvimento do pensamento teórico não se vincula a se pensar apenas abstratamente com um conjunto de proposições fixas, mas de se exercer uma *instrumentalidade*. Com isso, desenvolve-se uma generalização capaz de caracterizar o conteúdo/conceito e de relacioná-lo a uma diversidade de problemas específicos, ou seja, as relações mais particulares são deduzidas de uma relação geral.

Conforme afirma Davidov (1981), o processo de formação do pensamento teórico é uma alusão ao movimento que vai do geral para o particular, remetendo-se à lógica dialética e em similaridade com o método genético marxista-vigotskiano. Nessa perspectiva, a atividade de ensino vincula-se ao caráter específico da apropriação dos conceitos científicos.

Vigotski atribui que um fator determinante na evolução do pensamento verbal nas crianças é a formação de conceitos. Na perspectiva vigotskiana, os conceitos são instrumentos culturais orientadores das ações dos sujeitos em suas interlocuções com o mundo e, nesse sentido, a palavra se constitui no signo para o processo de formação conceitual (VIGOTSKI, 2004, 2001). O conceito é uma ferramenta importante para a formação do pensamento e a linguagem exerce um papel principal na sua formação, pois, a palavra inicialmente tem o papel de meio e, posteriormente, torna-se seu símbolo (VIGOTSKI, 1989). Por exemplo, a palavra álcool exprime o conceito de álcoois, caso seja apropriada teoricamente; de meio (verbeta) se torna símbolo (químico-conceitual).

Os conceitos na criança são formados por duas vias, qualitativamente distintas e equivalentes do ponto de vista funcional: i) via espontânea, desencadeada na vida cotidiana e ii) via do contexto escolar (VIGOTSKI, 1993, 2001). No cotidiano são formados os conceitos espontâneos, enquanto que na escola se formam os conceitos científicos. Nesse caso, tal concepção talvez mereça uma reflexão/estudo mais detalhada(o), em outro momento, sobre a representação social em torno do termo álcool e sua vinculação ao etanol.

Para Vigotski (2001, 2005), os conceitos científicos e espontâneos seguem direções ascendentes opostas. Os conceitos espontâneos não estão separados dos conceitos científicos, mas se relacionam em um contínuo processo, complexo e interativo. Enquanto os conceitos espontâneos partem do concreto para o abstrato, os científicos partem do abstrato para o concreto, porém, dialeticamente, apesar de

se desenvolverem em trajetórias inversas, eles estão conectados, complexa e intimamente. Nesse sentido, o desenvolvimento dos conceitos científicos se apoia em um nível de maturação dos conceitos espontâneos, que atinge grau cada vez mais elevado conforme a criança segue cronologicamente o seu percurso escolar.

Vigotski (1993, 2001) caracteriza o conceito espontâneo como um conceito naturalmente desenvolvido pela criança, a partir das suas experiências cotidianas. Esses conceitos não resultam da organização de um conjunto de relações consistentes e sistemáticas, mas para uma orientação direcionada ao objeto nele representado. Sendo assim, um conceito espontâneo não se relaciona para o próprio ato de pensamento que o abrange. Eles são formados em termos de percepções sensoriais, funcionais ou contextuais do indivíduo, dando origem a um conjunto de representações do sujeito possui sobre o seu mundo (PANOFSKY; JOHN-STEINER; BLACKWELL, 2002). Por outro lado, “[...] os conceitos científicos são os portões através dos quais a tomada de consciência penetra no reino dos conceitos infantis” (VIGOTSKI, 2001, p. 295). A formação do conceito científico na concepção vigotskiana é uma função psicológica superior e tem origem nos processos de ensino, por meio das suas atividades intencionais e estruturadas, com a mediação dos professores.

A sociogênese dos conceitos na criança é proposta por Vigotski como resultado de diferentes estágios desenvolvidos no transcorrer de três etapas ou fases básicas: pensamentos sincréticos, pensamento por complexos e pensamento conceitual. Tais etapas não se relacionam exclusivamente à maturação biológica do ser humano, mas a periodização do desenvolvimento do seu pensamento. Inicialmente, mesmo sem se orientar por princípios firmes, a criança interioriza o significado de determinada palavra. Porém, orientando-se por conexões subjetivas, sem muitas finalidades e fundamentos, utilizando critérios frágeis e variáveis. Essa é a etapa do pensamento sincrético. Em um segundo momento, a criança passa a selecionar os objetos se baseando em alguma atribuição concreta, estabelecendo nexos, de modo que as palavras passam a ganhar um sentido de generalização. Essa fase de pensamento por complexos é a que ocorrem os pseudo-conceitos, pois as conexões que formam os complexos agrupamentos de objetos e fenômenos realizados pela criança não são abstratas; elas são concretas, reais, decorrentes do sentido de realizar um agrupamento por semelhanças e/ou contrastes espaciais. De acordo com as singularidades externas da generalização, eles podem se

assemelhar aos conceitos, mas são semelhantes aos complexos pelo tipo de processo utilizado para conduzir à generalização (DAVIDOV, 1983). Assim, os pseudo-conceitos podem ser fenotipicamente semelhantes a um conceito, porém psicologicamente diferentes dos mesmos.

Para Vigotski (1981), a o pensamento por complexos na sua fase mais avançada combinado com o domínio da abstração é o que forma os conceitos verdadeiros. Na concepção vigotskiana, nessa terceira etapa, os conceitos verdadeiros ocorrem quando a síntese abstrata se transforma no principal instrumento do pensamento. Conforme afirma Núñez (2009, p.37): “Estes conceitos enquanto funções psicológicas superiores representam generalizações em um nível abstrato, consolidando-se na função simbólica da linguagem”. Para que eles sejam formados, a criança direciona um novo significado à palavra, onde as operações intelectuais são realizadas em um plano lógico-verbal.

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. De modo distinto ao que acontece na formação dos conceitos espontâneos, os conceitos científicos não se desenvolvem pela experiência concreta imediata, mas mediados por meio do processo da instrução e de procedimentos de análise. De acordo com Vigotski (2001, p. 279). “[...] a questão está justamente aí, pois o desenvolvimento consiste nesta progressiva tomada de consciência dos conceitos e operações do próprio pensamento”.

Os conceitos encontram no objeto a sua materialização e sua essência é revelada pelas relações estabelecidas entre os sujeitos e os objetos em um contexto histórico-cultural de significações. Vigotski (2005, p.104) destaca que: “Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização”. Ele considera que 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). Assim a apropriação conceitual não é um processo passivo ou uma simples formação por associação.

O processo de formação dos conceitos é considerado um tipo de atividade específica do processo de apropriação, resultando em um aprendizado de forma consciente (TALÍZINA, 1987). Nesse sentido, de acordo com Vigotski, (2001, p. 285,

grifo do autor): **“a mudança da estrutura funcional da consciência é o que constitui o conteúdo central e fundamental de todo o processo de desenvolvimento psicológico”**. O movimento de aprendizagem do conhecimento científico vai se deslocando de algo preso à experiência, à percepção, para atingir a abstração. Conforme destaca Davidov (1982), é fundamental nesse processo a compreensão conceitual pelo estabelecimento de relações provenientes de uma análise sistêmica.

O conhecimento científico deve ultrapassar a descrição dos fenômenos para revelar a essência, como nexos internos dos mesmos. 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). Assim, as características necessárias e suficientes de um conceito genérico podem fazer parte de um conceito menos genérico (específico), por estarem nele generalizadas. A presença de uma hidroxila no conceito de álcool exemplifica esta discussão.

A formação de conceitos no ser humano tem seu início muito cedo, ainda na infância. Porém, as funções intelectuais que formam a base psicológica e possibilitam a plena formação conceitual têm o seu amadurecimento somente na fase da adolescência. Independentemente do desenvolvimento individual, a formação de conceitos sempre será o resultado de operações complexas, com a palavra ou o signo, nas quais estão envolvidas todas as funções intelectuais básicas. Vygotsky considera que a adolescência é um período de crise e amadurecimento do pensamento e, no seu transcorrer, o pensamento sincrético e o pensamento por complexos vão sendo substituídos pelos conceitos verdadeiros.

O pesquisador deve ter como objetivo a compreensão das relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento, e deve considerar a formação de conceitos como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método do seu raciocínio. O novo e significativo uso da palavra, a sua utilização **como um meio para a formação dos conceitos**, é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência. (VIGOTSKI, 2005, p. 73, grifo do autor).

A capacidade do adolescente para a utilização significativa da palavra, agora como um conceito verdadeiro, é o resultado de um conjunto de transformações

intelectuais que se inicia na infância. Para Vigotski (2001), as forças que engendram estes processos e acionam os mecanismos de amadurecimento encontram-se, na verdade, fora do sujeito. As determinantes sociais criando problemas, exigências, objetivos e motivações 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. Porém, isso não significa que a partir da adolescência aconteça o total abandono dessas formas de pensamento, mas uma prioridade a ser dada na educação escolar em se promover no estudante um modo de pensar tendo como referência as características da ciência. Essa discussão é importante para relacionar o 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. Como um ser social, ele possui sentimentos, vontades, necessidades e interesses, que condicionam a sua própria atividade de aprendizagem. Tais aspectos interferem na atenção, na concentração e na motivação de todo o processo de ensino-aprendizagem. Talízina (2009) considera que na educação escolar, ao longo da realização das atividades de ensino-aprendizagem, o principal objetivo dos sujeitos é a busca pela assimilação da experiência social. O objetivo da atividade escolar é obter conhecimentos. Por isso, ela depende diretamente de que motivos formam os sentidos nos escolares.

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. Os melhores motivos são os cognoscitivos, que servem de motivação interna, ou seja, a obtenção de conhecimentos participa como objetivo da atividade do estudante e não como meio para se obter alguns outros objetivos. Somente neste caso tem-se a atividade de aprendizagem que satisfaz a necessidade cognitiva de maneira imediata, mas esse fato nem sempre é observado.

Muitos estudantes exibem efetivamente nas vivências das atividades escolares motivos externos, ou seja, não relacionados com a assimilação de conhecimentos. Tais motivos externos se relacionam a satisfação de outras necessidades que não são cognitivas. Neste caso, o motivo não corresponde ao objetivo, e aprendizagem escolar pode estar servindo para o estudante conseguir outros objetivos, por exemplo, dar satisfação aos pais, manter uma “bolsa-família”, passar na disciplina e/ou conseguir um diploma. De acordo com os autores do Enfoque Histórico-Cultural, a motivação cognitiva deve estar associada à motivação social, voltada a motivos sociais amplos, coletivo, distanciando-se do estímulo a um processo de envaidecimento, um “orgulho cognitivo”.

A motivação interna do estudante pode ser desenvolvida fazendo com que ele se envolva com a aprendizagem de modo a ser auxiliado a visualizar o objeto de conscientização para que, com base em Leontiev (1981), o conteúdo estudado se encontre perante o sujeito como o objeto ao qual está orientada diretamente a sua ação. Esse processo não é simples e exige uma mediação intencional, conseqüentemente, exige a organização do ensino orientado capaz de produzir novas formações psíquicas, para também produzir novas necessidades e motivos.

As discussões realizadas acima reforçam dois importantes aspectos atribuídos pelo Enfoque Histórico-Cultural ao processo de ensino-aprendizagem. Um deles refere à relevância dada à apropriação ativa pelo indivíduo dos conhecimentos produzidos historicamente e que já existem objetivamente no mundo. Em relação a tal aspecto, reforça-se que, embora seja um sujeito ativo do seu processo de aprendizagem, o estudante precisa de uma orientação, para direcionar os seus esforços para poder aprender e se desenvolver. Tal consideração de associa a outro importante aspecto atribuído por essa vertente ao processo de

ensino-aprendizagem: a consideração dos processos de aprendizagem, conscientemente dirigidos pelo educador, como sendo qualitativamente superiores aos processos espontâneos.

Vigotski afirma que “[...] uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental [...]” (VIGOTSKI, 1998, p. 115). No entanto, como atenta, isso não se refere a qualquer ensino, mas ao “bom ensino” e “[...] o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento” (correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental [...])” (VIGOTSKI, 1998, p. 114). Desse modo, não basta ao indivíduo frequentar escolas e ter acesso a conceitos científicos para que seus processos internos de desenvolvimento sejam desencadeados. É preciso que haja sempre a manutenção e o acesso a uma situação de ensino adequada. Nesse sentido, conforme nos alerta Vigotski (1998, p. 109): “[...] a instrução e a aprendizagem desempenham um papel predominante na sua aquisição. Descobrir a relação complexa entre a instrução e o desenvolvimento dos conceitos científicos é uma importante tarefa prática”.

A atividade de aprendizagem ressalta a importância da atividade de ensino e a centralidade do professor nesse processo. Tanto Vigotski (1988) quanto Leontiev (1978) enfatizam o caráter mediador do trabalho do professor no processo de apropriação dos produtos culturais. O professor é o mediador entre o conhecimento e o estudante, entre os produtos culturais humanos e seres humanos em desenvolvimento.

Saviani (2000, p. 17) sintetiza o objetivo da atividade educativa: “[...] trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens”. 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. A atividade do professor é um conjunto de ações intencionais, conscientes, dirigidas a essa finalidade (BASSO, 1998). O professor, enquanto sujeito condutor da atividade pedagógica é o responsável por essa transmissão. A significação social da atividade pedagógica do educador é justamente proporcionar condições para que os alunos aprendam, ou melhor, engajem-se em atividades de aprendizagem. 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.

Vigotski (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. Nesse sentido, torna-se importante o uso de estratégias mentais planejadas e desenvolvidas intencionalmente com base em aspectos teórico-metodológicos visando uma intervenção sistematizada para a apropriação do conceito científico. Galperin traz esse tipo de proposta em sua teoria, que vem sendo utilizada para a apropriação de conceitos pela via da formação de habilidades, conforme será verificado em continuidade, a partir da abordagem da habilidade de identificar álcoois.

## CAPITULO 2. A HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS

O termo “habilidade” é polissêmico e possui múltiplas compreensões, de acordo com o viés que o analisa, seja psicológico, pedagógico, sociológico e/ou filosófico. Os autores do Enfoque Histórico-Cultural consideram que as habilidades são elementos psicológicos que constituem a personalidade, conforme visto em Petrovski (1980, p.248):

[...] as habilidades são ações complexas que favorecem o desenvolvimento de capacidades. É o que permite que a informação se converta em um conhecimento real. Portanto, a habilidade é um sistema complexo de atividades psíquicas e práticas necessárias para a regulação conveniente da atividade, dos conhecimentos e dos hábitos que um indivíduo possui.

Para outro importante representante desse referencial, Leontiev (1982), uma habilidade é a ação que se executa com um alto nível de domínio e que se subordina a um objetivo. Nessa perspectiva, uma habilidade é considerada como um elemento psicológico bastante complexo e amplo, vinculado à capacidade adquirida pelo homem de utilizar seus conhecimentos e hábitos, tanto na atividade teórica quanto na prática (DANILOV; SKATKIN, 1978).

As habilidades surgem e se manifestam a partir das relações construídas socialmente. Elas precisam ser formadas e desenvolvidas na atividade, no processo de interação do sujeito com a natureza e com a sociedade. Especificamente em relação às habilidades intelectuais: elas precisam ser formadas na escola (NÚÑEZ, 2009). As habilidades intelectuais são formações psicológicas em que o sujeito manifesta de forma concreta a dinâmica da atividade. Nesse sentido, tem-se o objetivo de elaborar, transformar, criar objetos, resolver problemas e situações, e atuar sobre si mesmo.

Na perspectiva do Enfoque Histórico-Cultural, os componentes conhecimento e habilidade constituem um par dialético. Desse modo, eles se pressupõem mutuamente e se complementam. Por isso, a atividade de formação de habilidades está ligada, indissolivelmente, à formação dos conhecimentos. Conforme destaca Talízina (2001, p.13):

Podemos falar sobre os conhecimentos dos alunos na medida em que eles sejam capazes de realizarem determinadas ações com estes conhecimentos. Isso é correto já que os conhecimentos sempre existem unidos estreitamente a uma ou outras ações

(habilidades). Os mesmos podem funcionar em grande quantidade de ações diversas.

Assim, uma habilidade não pode ser concebida sem um corpo de conhecimentos para apoiá-la, ou seja, não é possível entender os dois sistemas como independentes ou paralelos (NÚÑEZ, RAMALHO, 2012). Por exemplo, no caso de funções orgânicas algo precisa ser identificado, seja: uma cetona, um éster, uma amida, um álcool etc. Porém, no processo de ensino-aprendizagem, muitas vezes, a formação de habilidades não é trabalhada intencionalmente e de forma dialética. Isso pode levar o estudante a desenvolver limitações, inclusive quanto a generalizações (NÚÑEZ, RAMALHO; UEARA, 2012).

Os autores do Enfoque Histórico-Cultural vinculam o processo de formação de habilidades intelectuais ao processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, assumem-no como uma atividade de assimilação, de apropriação, que se dá em condições concretas de um processo organizado para tal fim, ou seja, em um processo de ensino (TALÍZINA, 1984).

Uma das habilidades de interesse para o ensino de química é a de identificar as substâncias (BRASIL, 2006; NÚÑEZ, 1996; 1992). Outras habilidades de natureza mais específica contribuem para o seu desenvolvimento, como é o caso da habilidade de identificar álcoois.

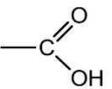
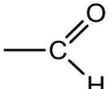
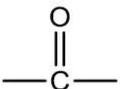
A palavra álcool deriva do árabe, *al-kuhul*, e se refere a um fino pó de antimônio, produzido pela destilação do antimônio, e usado como maquiagem para os olhos (DEVEREUX, 1984). Os alquimistas medievais ampliaram o uso do termo para referir-se a todos os produtos da destilação e isto levou ao atual significado da palavra. Por sua vez, acredita-se que a bebida alcoólica “álcool” teve origem na Pré-História, mais precisamente durante o período Neolítico, quando também houve o desenvolvimento da agricultura e a invenção da cerâmica (GOUVEIA *et al.*, 2009). Estima-se que, a partir de um processo de fermentação natural, ocorrido há aproximadamente 10.000 anos, o ser humano passou a consumir e a atribuir diferentes significados ao uso do álcool. Isso pode ser verificado na história de povos antigos, como os celtas, gregos, romanos, egípcios e babilônios, que registraram de alguma forma o consumo e a produção de bebidas alcoólicas (ROSA, 2017).

Quimicamente, o álcool é um termo genérico para designar uma família de substâncias químicas orgânicas estruturalmente semelhantes quanto à presença de

pelo menos uma hidroxila, como grupo funcional prioritário, ligado a um carbono saturado (IUPAC, 1997). O grupo funcional dos álcoois costuma ser representado por R-OH, em que “R” representa um grupo alquila. Há também álcoois, muitos, com mais de uma hidroxila.

A prioridade do grupo funcional é um critério que diferencia se uma substância é um álcool, no caso da existência de outros grupos funcionais na molécula. A hidroxila apresenta maior prioridade sobre substituintes alquílicos, sobre insaturações, e sobre halogênios. Por outro lado, ela exerce menor prioridade em relação a outros grupos, por exemplo: carbonila, acila e carboxila. O quadro1 ilustra essa ordem de prioridade.

**Quadro 1** - Ordem de prioridade de grupos funcionais característicos das funções orgânicas.

Ordem de prioridade	Função orgânica	Grupamento Funcional	Sufixo	Prefixo (quando a função não é a principal)
1 <sup>a</sup>	Ácido Carboxílico		ÓICO	-
2 <sup>a</sup>	Nitrila	-C≡N	NITRILA	CIANO
3 <sup>a</sup>	Aldeído		AL	OXO ou FORMIL
4 <sup>a</sup>	Cetona		ONA	OXO
5 <sup>a</sup>	Amina	-NH <sub>2</sub>	AMINA	AMINO
6 <sup>a</sup>	<b>Álcool</b>	<b>-OH</b>	<b>OL</b>	<b>HIDRÓXI</b>
7 <sup>a</sup>	Nitrocomposto	NO <sub>2</sub>	NITRO	NITRO
8 <sup>a</sup>	Haleto orgânico	-X (F, Cl, Br, I)	NOME DO ELEMENTO	NOME DO ELEMENTO
9 <sup>a</sup>	Éter	R-O-R'	OXI	OXI

Fonte: Autora(2020)

A nomenclatura oficial dos álcoois segue a mesma base de regras estabelecidas pela IUPAC (1997) para os hidrocarbonetos, considerando-se:

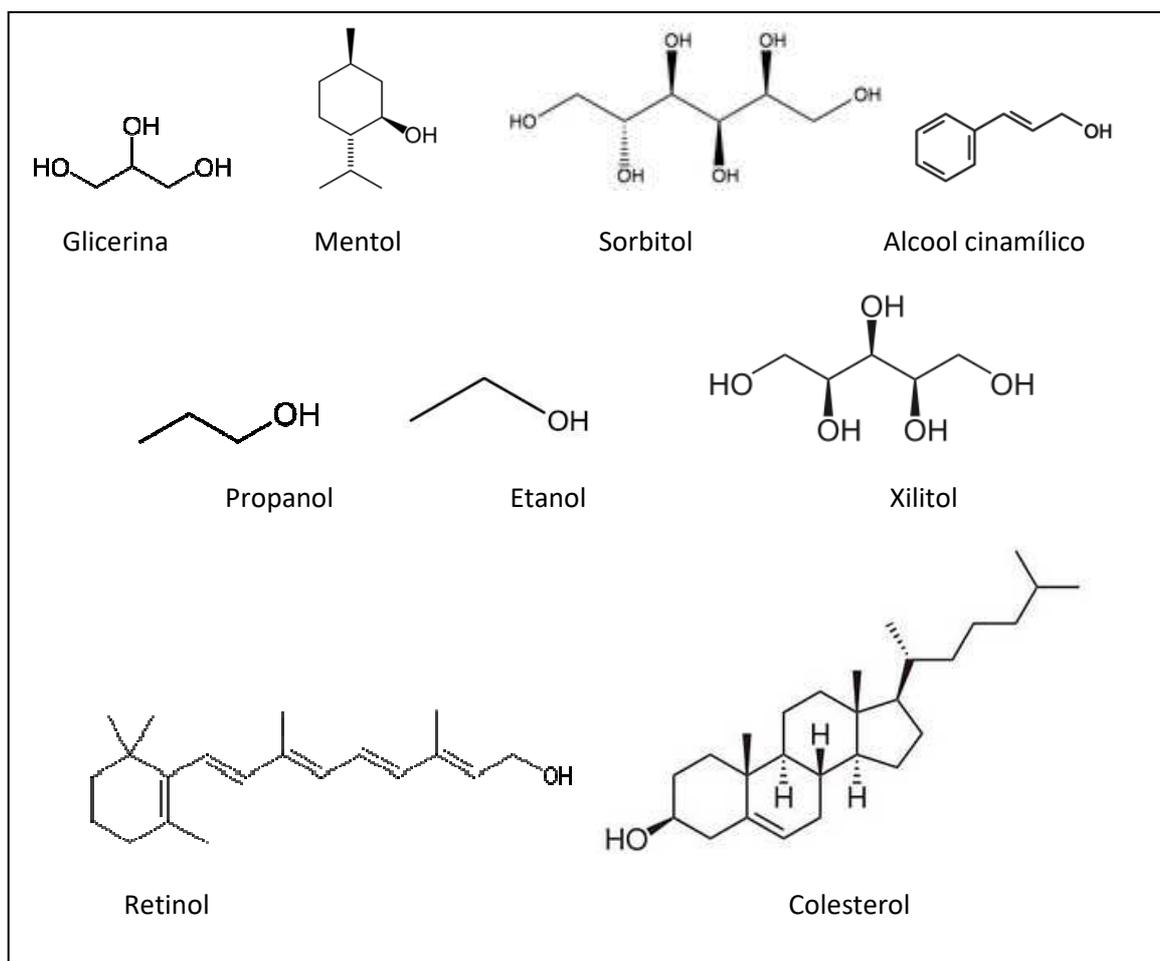
– a cadeia principal, como a maior sequência de carbonos que contenha o carbono ligado a hidroxila (OH);

- a numeração das cadeias carbônicas dos álcoois deve-se iniciar pela extremidade mais próxima da característica mais importante dos compostos, na ordem: grupo funcional > insaturação > radical;
- a nomenclatura é composta pelo prefixo indicativo ao número de carbonos + an, en ou in + ol.

O ensino escolar de química no Brasil tem sido historicamente caracterizado por privilegiar uma abordagem memorística, centrada na ênfase a nomes e fórmulas (BRASIL, 2009). Essa constatação ainda é mais contundente em alguns conteúdos tradicionalmente associados à química orgânica, como é o caso das funções orgânicas. Com isso, muitas vezes, enfatiza-se mais a busca pelo estabelecimento da nomenclatura de determinada classe de compostos que o próprio processo de identificação dessas substâncias e da avaliação do seu pertencimento a uma dada classe, a uma função orgânica. Adicionalmente, muitas vezes, as propriedades dessas substâncias não são valorizadas; em vários casos, sequer discutidas. Esse tipo situação didática é usualmente dedicada aos álcoois. Com isso, muitas vezes, impe-se que a riqueza da diversidade estrutural, das propriedades e das aplicações dessas substâncias sejam verificadas.

A figura 1 traz exemplos de representações estruturais de alguns álcoois, que possuem importantes funções biológicas e/ou aplicações tecnológicas.

**Figura 1** - Representações estruturais de alguns álcoois.



Fonte: Autora(2020)

Os exemplos apresentados ilustram um pouco da diversidade quantitativa e qualitativa dos representantes dessa função orgânica. A glicerina, o etanol e o propanol são solventes importantes.

O colesterol, o (3 $\beta$ )-colest-5-en-3-ol, é um álcool policíclico de cadeia longa, usualmente considerado um esteroide, encontrado nas membranas celulares e transportado no plasma sanguíneo de todos os animais (MORRISSON; BOYD, 2009). O retinol, (2E,4E,6E,8E)-3,7-dimetol são hyl-9-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)nona-2,4,6,8-tetraen-1-ol, é um álcool poli-insaturado, derivado da vitamina A e sua principal função está associada ao estímulo da renovação celular, o que o torna um grande aliado na prevenção e tratamento do envelhecimento (MCMURRY, 2011).

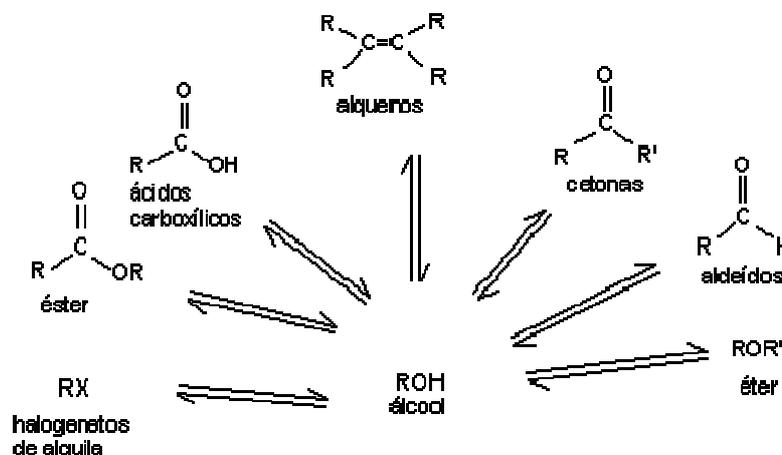
O álcool cinâmico, 3-fenil-2-propen-1-ol, é um composto sólido, amarelo claro, com um aroma agradável (aroma de canela). Já o mentol, (1R,2S,5R)-2-isopropyl-5-methylcyclohexanol, que possui aroma de hortelã, é um composto orgânico obtido

por síntese ou da extração do óleo de *Mentha piperita* ou outros óleos essenciais. Ele é famoso por suas propriedades anestésicas, e anti-inflamatórias, além de ser amplamente usado para combater inflamações na garganta. Além disso ainda atua como um fraco barrador de receptor opióide (CAREY, 2011). Essas substâncias são aromática e alicíclica, respectivamente, exercem funções ecofisiológicas.

O sorbitol, (2S,3R,4R,5R)-Hexano-1,2,3,4,5,6-hexol, e a glicerina, 1,2,3-propanotriol, são exemplos de polióis com ampla utilização. O sorbitol é um sólido branco cristalino de sabor doce, encontrado em várias frutas, tais como a maçã e a ameixa, e também pode ser obtido a partir da hidrogenação da glicose. Ele é utilizado em vários produtos alimentícios, como edulcorante (substância de baixo valor energético que confere sabor doce), antiulectante (previne perda de umidade) e agente de texturização (BRUICE, 2006). A glicerina têm diversas aplicações industriais, sendo utilizada na composição de alimentos, fármacos, solventes, cosméticos e muitos outros produtos. O xilitol, pentano-1,2,3,4,5-pentol, é obtido por hidrogenação catalítica da xilose. Esse poliálcool é um adoçante natural encontrado em muitos vegetais como o milho, a framboesa e a ameixa, podendo ser encontrado também em alguns tipos de cogumelo, usado em balas e gomas de mascar, ele, além de não causar cáries, também ajuda a evitá-las (CAREY, 2011). Ele também é usado em dentifrícios como edulcorante, pois também é tão doce quanto à sacarose.

Os álcoois ocupam uma posição central na química orgânica. A partir deles, é possível a síntese de muitas classes de compostos, tais como: alquenos, ésteres, haletos de alquila, ácidos carboxílicos, cetonas, aldeídos, éter, etc. Além da possibilidade de dar origem a outras funções, os álcoois também podem ser obtidos destas funções, conforme é indicado na figura 2.

**Figura 2** - Possibilidades reacionais envolvendo álcoois.



Fonte: <https://quiprocura.net/w/2019/06/12/alcool-mais-que-um-produto-uma-funcao-organica/>

Um dos objetivos do ensino de química é apresentar e contribuir para que os estudantes percebam: a diversidade qualitativa e quantitativa das substâncias; o papel histórico da quimiotaxonomia; e a relevância de procedimentos utilizados pela ciência, como a definição, a identificação e a classificação. Desse contexto, emerge o tratamento que deve ser dado à nomenclatura e à identificação quando se abordam as funções orgânicas. Um nome oficial (IUPAC) corresponde à aplicação de um critério identitário específico, às vezes altamente especializado, para a caracterização de uma substância, pois cada substância possui um nome único, que a diferencia de todas as demais. Por sua vez, a identificação de uma substância como membro de uma determinada classe permite-lhe conferir um atributo representacional específico, que lhe outorga um pertencimento, uma inclusão em um dado grupo de substâncias, como é o caso das substâncias pertencentes à função álcool.

As diversidades qualitativa e quantitativa dos álcoois nem sempre são aspectos enfatizados no ensino de Química, especialmente pela ênfase, às vezes limitante, dada ao etanol. Essa questão envolve um problema que pode acabar por incidir na habilidade de identificar álcoois. Por exemplo, Antunes *et al.* (2003) constataram que um grupo de estudantes brasileiros do ensino médio atribuíam diferentes significados à palavra álcool, porém, todas com fortes associações a aplicações do etanol.

A habilidade de identificar álcool precisa ser formada, assim como qualquer outra habilidade. Além disso, conforme destacam os autores do Enfoque Histórico-Cultural, como qualquer habilidade intelectual, a habilidade de identificar possui uma estrutura. Cada uma dessas estruturas é composta por um sistema executor – um conjunto de ações e operações – que se vincula a conhecimentos conceituais trabalhados nos conteúdos das disciplinas (NÚÑEZ, 2009).

O sistema executor de uma habilidade apresenta uma estrutura invariável, também chamada de invariante, e se relaciona a procedimentos lógicos. Por isso, na solução de qualquer problema químico relacionado à identificação, existe um conjunto de ações a serem realizadas. Quando se particularizam essas identificações, como na identificação dos tipos de álcoois, essas ações se desdobram em um conjunto de operações.

Os conceitos relacionados à função álcool auxiliam a identificar os objetos e os fenômenos envolvendo esse grupo de substâncias orgânicas. Com a ajuda desses conceitos químicos, conhece-se a essência de determinados objetos (estruturas químicas) e de fenômenos (propriedades), quando se abstraem e generalizam as suas características ou aspectos mais significativos.

Na perspectiva do Enfoque Histórico-Cultural, a estrutura de um conceito é definida por um conjunto de características necessárias e suficientes, que corresponde a se considerar o conteúdo e a totalidade de objetos a ele pertencentes (NÚÑEZ; RIBEIRO, 2004). A expressão “características necessárias e suficientes” parte das discussões filosóficas e aplica-se aos procedimentos lógicos, no sentido de expressar uma relação bicondicional. Na perspectiva de Davidov (1983), um conjunto de características necessárias e suficientes pode ser considerado como indícios substanciais que são “comuns” a certo grupo de objetos para distinguir o grupo dado dos demais. Talízina (1998) destaca o uso dessa expressão para a formulação de uma definição. As características necessárias permitem que a definição de um objeto se aplique a todos os objetos daquela classe, fazendo com que não se deixe de fora coisas que devem ser incluídas. Já as características suficientes fazem que a definição de um determinado objeto se aplique apenas àquela classe e a nada mais, ou seja, não se incluam coisas que devem ser excluídas.

Para incluir um objeto em um conceito é preciso conhecer a lógica geral do conceito e a lógica específica. A lógica geral leva à determinação da estrutura do

conceito pela avaliação se o sistema de características que o constitui está presente em uma das seguintes formas: disjuntiva (a presença de uma das características permite a identificação), conjuntiva (todo o conjunto de características tem de estar presente para que ocorra a identificação) e a mista (estão presentes ambas as estruturas, conjuntiva e disjuntiva)<sup>24</sup> (TALÍZINA, 2000). Na lógica específica serão determinadas as condições que se estabelecem no conceito segundo sua necessidade ou diferença para incluir ou não o objetivo no dito conceito e próprias da matéria objeto de estudo, como se deve fazer no caso da identificação dos álcoois.

Na estrutura conjuntiva, as características necessárias e suficientes do conceito interligam-se pela conjunção “e”. Essas características são utilizadas de forma complementar, mesmo porque nenhuma delas isolada permite o reconhecimento de qualquer objeto. Desse modo, no caso de uma das características do objeto estar ausente, há uma situação de não-pertinência, resposta negativa suficiente para excluir o objeto da classe dada (RIBEIRO, 1997). A estrutura do tipo conjuntiva se faz presente no conceito de álcoois, segundo é discutido a seguir.

O procedimento de qualquer identificação se refere ao estabelecimento da relação de pertinência de um ou mais objetos ao conceito dado, tendo como base orientadora da ação as características necessárias e suficientes que estão generalizadas nesses objetos (TALÍZINA, 1998; RIBEIRO, 2008; RIBEIRO; NÚÑEZ, 1997). Talízina (1988, 1987), uma representante do Enfoque Histórico-Cultural, pondera que a estrutura da habilidade identificar está relacionada ao seguinte conjunto de ações que devem ser assimiladas:

1. destacar o conceito no qual se pretende incluir um ou outro objeto; estabelecer em que condições um objeto pode pertencer ao conceito;
2. estabelecer se o objeto dado tem ou não o sistema de características necessárias e suficientes do conceito.

---

<sup>24</sup>Na estrutura disjuntiva, as características necessárias e suficientes da definição do conceito estão ligadas pela disjunção “ou”. O tipo de conceito determina aquelas características que devem estar antes e que devem estar depois da disjunção. Não há um complemento, mas uma combinação: uma ou outra característica ligada pela disjunção “ou”, pode ser suficiente para o reconhecimento do conceito (TALÍZINA, 2000). No caso de não pertinência, se as duas características não estiverem presentes, nem antes nem depois da disjunção “ou”, tem-se uma situação de resposta negativa. Na estrutura conjuntiva-disjuntiva, há característica(s) necessária(s) antes da conjunção “e”, e outra(s) necessária(s) depois da conjunção “ou” (RIBEIRO; NUÑEZ, 1997).

Percebe-se que muitos estudantes exibem dificuldades em aplicar esse conjunto de ações no processo de identificação de álcoois. Em alguns casos, eles se deixam levar por questões fenomenológicas distanciadas da essência do conceito. Por exemplo, Oliveira Neto (2018) verificou que estudantes do ensino médio e licenciando em Química apresentavam esse tipo de dificuldade ao se orientarem pelo sufixo “ol” e/ou pela presença de hidroxila quando solicitados a identificarem álcoois. Interessante que resultado similar foi constatado junto a professores de Química do ensino médio. Portanto, é possível que esses resultados sejam um indicativo de que a habilidade de identificar necessita, de modo geral, de mais atenção que a lhe se tem sido oferecida, incluindo a habilidade de identificar álcool.

No processo formativo da habilidade, recomenda-se que as ações relacionadas ao procedimento de identificação não devem ser tomadas de maneira isolada, pois, é importante a atribuição de significado ao novo conceito (NÚÑEZ; RIBEIRO, 2004; MARCELINO-JR, 2014). Uma das possibilidades nessa direção está em vinculá-las à contextualização dos conceitos, oferecendo diferentes tratamentos ao conteúdo, considerando as diferentes aplicações dessas substâncias. Esse tipo de associação implica, por exemplo, em abordar as diferentes propriedades biológicas, físicas e químicas exibidas pelos álcoois.

As características estruturais dos álcoois permitem a exploração de muitos aspectos. Por exemplo, com relação às propriedades físicas, temos que os álcoois primários e saturados de cadeia normal com até onze carbonos são líquidos incolores. Já os álcoois com até três carbonos possuem cheiro agradável e à medida que a cadeia carbônica aumenta, esses líquidos vão se tornando viscosos, menos voláteis e menos solúveis em água. Acima de onze carbonos, eles se tornam sólidos inodoros, semelhantes à parafina. A viscosidade e a solubilidade dos álcoois em água também aumentam se o número de hidroxilas aumentarem. Quanto maior o número de grupos (-OH), mais intensas serão as interações intermoleculares e maiores serão os pontos de fusão e ebulição dos álcoois. Os monoálcoois possuem pontos de fusão e ebulição mais elevados em comparação aos hidrocarbonetos de igual massa molecular, devido à formação de ligações por ligações de hidrogênio entre suas moléculas. Os de baixas massas molares são voláteis e têm cheiros característicos e agradáveis.

Com relação as propriedades químicas, o comportamento químico dos álcoois depende fundamentalmente da presença do grupo funcional hidroxila na molécula. O

grupo -OH dos álcoois é a sua parte mais reativa e estes compostos podem reagir de duas maneiras: i) rompendo a ligação  $C - O - H$ ; e ii) rompendo a ligação  $C - O - H$ . Neste último caso, sendo o grupo OH um grupo difícil de ser retirado de uma molécula (grupo de saída “ruim”), geralmente ele é protonado para ter a sua saída facilitada.

Os álcoois funcionam como substâncias anfóteras, isto é, comportam-se às vezes como ácidos e às vezes como bases, mas ambos muito fracos. No entanto, essa anfoterocidade vai depender principalmente da natureza do outro reagente. Porém, eles nunca podem ser considerados como bases de Arrhenius, pois não liberam essa hidroxila em meio aquoso. A acidez dos álcoois se deve ao fato de existir um hidrogênio ligado a um átomo muito eletronegativo, o oxigênio. O caráter ácido dos álcoois segue a seguinte ordem de intensidade: álcool primário > álcool secundário > álcool terciário. Isso ocorre por causa do efeito indutivo +I do grupo alquilo (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Quanto mais radicais existirem, maior será a densidade eletrônica no oxigênio, e mais fortemente ligada estará o hidrogênio.

As propriedades exibidas pelos álcoois se relacionam tanto com a complexidade da cadeia hidrocarbônica quanto com o número de hidroxilas presentes nas estruturas de suas moléculas. Essa dependência estrutural pode resultar em grandes variações na reatividade e em outras propriedades, como a solubilidade em água (SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

O processo de identificação de álcoois é importante para a compreensão de outros conceitos relacionados a essa função orgânica. No intuito de favorecer esse processo de ensino-aprendizagem, diferentes estratégias podem ser utilizadas. A teoria de Galperin exhibe uma atrativa potencialidade nesse sentido, como será abordado a seguir.

### **CAPÍTULO 3. A FORMAÇÃO DE HABILIDADES PELA VIA DAS ETAPAS DA TEORIA DE GALPERIN**

Os autores do Enfoque Histórico-Cultural consideram que os componentes conhecimentos e habilidades constituem um par dialético e que a sua apropriação ocorre no processo de aprendizagem, uma atividade de assimilação que se dá em condições concretas de um processo organizado para essa finalidade (NÚÑEZ, 2009). Galperin propôs uma operacionalização de muitos conceitos da psicopedagogia soviética para a instrumentalização do processo de aprendizagem, com a sua Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos.

A essência da teoria de Galperin está no tratamento de converter uma ação material em uma ação mental, própria do pensamento. A teoria propõe que se deve, primeiramente, encontrar a forma adequada da ação; segundo, encontrar a forma material de sua representação; e, terceiro, transformar essa ação externa em interna. Nessa transformação, que passa por esses três momentos, são produzidas mudanças na forma da ação, pois, segundo a teoria, o conteúdo permanece o mesmo (GALPERIN, 2001d). Quando uma ação completamente nova se estrutura, sua forma é, inicialmente, material, em seguida, verbal e, por último, mental, possibilitando que as funções mentais superiores se desenvolvam (GALPERIN, 1986).

Galperin (2001d) considera o estudo como um tipo específico de atividade cujo cumprimento conduz os estudantes a novos conhecimentos e hábitos. Cada tipo de atividade é um sistema de ações unidas por um motivo que, em conjunto, assegura o alcance do objetivo da atividade que se assimila. O processo de assimilação do conceito é também o processo de sua aplicação em forma de atividade. Conforme Galperin, o processo de internalização da atividade externa em interna é concebido como um ciclo cognoscitivo, no qual se destacam momentos funcionais (TALÍZINA, 1986). Essas etapas são:

- 1ª etapa - etapa motivacional, etapa base de motivação para a ação;
- 2ª etapa - estabelecimento da base orientadora da ação (BOA);
- 3ª etapa - formação da ação no plano material ou materializado;

4ª etapa - formação da ação no plano da linguagem externa, socializada na comunicação com os outros;

5ª etapa - formação da ação no plano da linguagem externa, socializada na comunicação “para si”;

6ª etapa - etapa mental.

O modelo de ensino pautado na teoria de formação das ações mentais (conceitos) deve seguir uma diretriz que estabelece a progressão das formas externas de expressão – ação e linguagem – para formas internas de pensamento. Segundo Galperin (GALPERIN, p. 67), a necessidade de memorização dos conceitos teóricos, apresentados pelo professor de uma forma abstrata, dissociada da realidade prática, compromete a qualidade da aprendizagem obtida por meio do modelo de ensino tradicional.

Dentro da concepção galperiana, o processo de internalização dos conceitos assume uma dimensão funcional e não apenas informativa (NÚÑEZ, 2009). Esse nível de compreensão também garante a fixação do conteúdo, pois, ao contrário do modelo tradicional de ensino, no qual o aprendiz, mesmo quando tem sucesso na aprendizagem, tende a esquecer os conceitos aprendidos, a assimilação da lógica de formação dos conceitos permite-lhe desenvolver um método de estudo que lhe possibilita, a qualquer momento, seguir novamente os mesmos passos analíticos que conduziram à formulação inicial dos conceitos (GALPERIN, 2001a). Sendo assim, ao invés de aprender a repetir, como está definido pela estrutura de ensino proposta pelo modelo tradicional, o modelo de ensino formativo-conceitual se propõe a assegurar ao aprendiz a oportunidade de aprender, por meio da prática, não só a fazer, mas, progressivamente, a entender e depois a explicar como e porque age desta ou daquela maneira.

O modelo de ensino formativo-conceitual favorece o desenvolvimento de outras propriedades mentais, até então não contempladas pelo modelo tradicional: a) a consciência, capacidade de interpretar as relações entre cada uma das situações específicas e o seu contexto de ocorrência, b) a aplicação automática, capacidade de transferir a aprendizagem para outras situações equivalentes, que respondem da mesma maneira à aplicação dos conceitos referenciais fornecidos pela *base orientadora da ação* (GALPERIN, 2001b).

No modelo de ensino formativo-conceitual, a ação não é formada de uma maneira fragmentada, parte por parte, nem isolada do contexto em que está

inserida. A ação é formada a partir de um esquema conceitual que conjuga, ao mesmo tempo, todas as características da ação: orientação, execução, situação-problema e contexto.

Em continuidade, são discutidas algumas das principais características das etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin, ao qual escolhemos para fundamentar a elaboração do ambiente virtual.

### 3.1 ETAPA MOTIVACIONAL

A etapa motivacional é o marco inicial do processo de formação da habilidade. Ainda sem ação e sem introdução de conhecimentos, ela traz a apresentação de elementos para estimular motivações internas e externas, com intuito de preparar os estudantes para o aprendizado de novos conhecimentos (TALÍZINA, 1986). As situações apresentadas devem se vincular diretamente à experiência dos estudantes, ao seu cotidiano, para que eles fiquem mais motivados a constatarem a utilidade prática de novos conhecimentos a serem adquiridos. Ela antecede a etapa que prepara para a operacionalização do processo, a etapa da formação da base orientadora da ação.

### 3.2 BASE ORIENTADORA DA AÇÃO (B.O.A.)

A Base Orientadora da Ação (BOA) constitui o modelo de atividade e, assim sendo, deve refletir todas as partes estruturais e funcionais da atividade (orientação, execução e controle). A BOA deve estabelecer a relação entre a parte material, representada pelos componentes de execução, e a parte mental da ação, que reúne os componentes de orientação e de execução, direcionando o sujeito para uma percepção clara e precisa da situação-problema e para a realização de uma ação consciente, referenciada em conceitos que buscam uma solução ideal da situação-problema (GALPERIN, 1989c). No modelo *formativo-conceitual*, a principal função das orientações não consiste em fornecer um esquema preliminar de ação, que prescreva os passos que obrigatoriamente devem ser seguidos pelo aprendiz, e sim em orientá-lo na interpretação da situação-problema, capacitando-o para encontrar, na prática, a solução mais adequada para o problema.

Para Galperin (1971) a orientação é o sinônimo de compreensão, pelo papel objetivo que desempenha na ação. Enquanto a base orientadora da ação é um modelo representativo externo da ação a ser desempenhada, as orientações próprias do aprendiz são o reflexo desse modelo conceitual dentro da sua mente, antes de se tornarem um verdadeiro mecanismo psicológico de ação do indivíduo. As orientações do sujeito demonstram a conexão existente entre os conceitos a serem aprendidos, como exemplo o álcool e a capacidade do aprendiz de compreendê-los, assimilá-los e aplicá-los na prática. Enquanto a base orientadora da ação se mantém constante, as orientações próprias do sujeito variam de acordo com o refinamento obtido por meio da prática (GALPERIN, p. 81).

Na teoria de Galperin, foram estudados oito possíveis tipos de bases orientadoras da ação, considerando três parâmetros fundamentais: seus graus de complementação, de generalidade e de independência. Porém a mais indicada e que segue estes objetivos da pesquisa é a do tipo III. Segundo é destacado por Núñez (2009), os aspectos positivos da utilização da BOA do tipo III se relacionam à:

- oferta de grandes possibilidades para o trabalho independente, por proporcionar o aumento das oportunidades de trabalho criativo;
- maior produtividade, por causa do seu caráter generalizado;
- assimilação de um método único, no qual o estudante perceba a essência de cada representação específica, isentando-o de estudar cada fenômeno particular de um assunto, ou seja, de estudar muitos casos particulares com métodos particulares;
- aplicação de uma orientação que, por penetrar na essência dos fatos, consegue contribuir de forma planejada para o desenvolvimento do pensamento teórico;
- garantia de uma generalização adequada dos conteúdos, na forma de um sistema de conhecimentos e de habilidades;
- rapidez inerente ao processo de orientação e execução de tarefas, apresentando poucas falhas, estabilidade e possibilidade de maior transferência dos conteúdos para novas situações;
- economia do tempo didático necessário para o aprendizado.

A etapa de construção da BOA é um processo de negociação de significados, por parte dos estudantes, por meio de uma postura dialógica. Ela permite que os estudantes desenvolvam um mapa da atividade, um guia, contendo um conjunto de

ações e de operações para resolver uma série de tarefas dentro do processo de ensino-aprendizagem, que se inicia propriamente na etapa seguinte, a etapa de formação da ação na forma material ou materializada.

### 3.3 ETAPA DE FORMAÇÃO DA AÇÃO NO PLANO MATERIAL OU MATERIALIZADO

A forma inicial da ação pode ser material ou materializada (GALPERIN, 1969). A diferença entre as duas não está no lado operacional, mas no modo de representação do objeto de estudo. Na forma material serve de objeto de estudo o objeto real, enquanto na forma materializada serve seu substituto, o modelo, que contém os aspectos essenciais do objeto de assimilação, ou seja, uma representação do objeto, por exemplo, uma figura ou um modelo molecular. Ademais, a materialização pode ser tanto do objeto de estudo, quando se refere a um conceito determinado, ou pode ser da própria ação, quando esta é o objeto de aprendizagem.

É nesta etapa em que ocorre o início da ação, porém no plano externo. Para Galperin (2001/1957a), a assimilação exitosa de uma nova ação necessita da presença do objeto material, completamente ou em parte, a sua representação (forma materializada). Ele indica que nessa etapa é muito importante contar com um sistema de instrumentos e formas de ação para orientar os estudantes: livro, quadro ou um material personalizado, por exemplo, um cartão ou uma ficha de estudo, o mapa da atividade (TALÍZINA, 1984). Essa forma materializada deve ser utilizada para todas as ações na qual os objetos são inacessíveis ao conhecimento sensorial, como é o caso dos conhecimentos químicos.

Nesta etapa de formação da ação no plano material ou materializado, o trabalho executado pelo aluno deve ocorrer de forma colaborativa, em pares ou em grupos. É indicado que haja ações manipulativas externas (ações, operações) com os próprios objetos e fenômenos.

Galperin (2001a) recomenda que as tarefas envolvam três tipos de situações-problema diferentes: de pertinência, de não pertinência e indefinidas (sem solução). Além disso, ele sugere que a variação das tarefas deve ocorrer pelo princípio do contraste, oferecendo-se uma ordem que exiba uma alternância na utilização das

mesmas. Desse modo, as tarefas se modificam por uma sequência e não por seu grau de dificuldade.

De acordo com a teoria de Galperin (2001b), a materialização considera que a ação é uma fonte dos conhecimentos humanos. Desse modo não basta ver ou escutar algo relacionado com o tema objeto de estudo, é preciso fazer algo, realizar alguma ação com seu conteúdo. Por isso, ele afirma que, mesmo estando diante do objeto de assimilação, mesmo não havendo ação, precisa-se encontra-la, se não é evidente a forma de materializar os elementos que a compõem, suas relações e vínculos, uma vez que esse plano é o que garante a formação de uma nova ação mental (GALPERIN, 1986).

No próximo momento funcional, o plano da ação muda. A sua ênfase deixa de estar no material e passa a valorizar o verbal, no plano da linguagem externa ocorre tanto na comunicação com os outros quanto “para si”.

#### 3.4 ETAPA DE FORMAÇÃO DA AÇÃO COMO LINGUAGEM VERBAL EXTERNA “PARA OS OUTROS”

Nessa etapa a ação é representada de forma verbal (oral ou escrita). O estudante tem acesso aos símbolos que representam os objetos, e resolvem as tarefas, utilizando palavras e conceitos verbais. No começo, essa ação verbal se estrutura como um reflexo verbal exato da ação realizada com o objeto, a qual o sujeito se refere o tempo todo e se esforça em representar (GALPERIN, 1959b). No entanto, a representação dos objetos vai se tornando cada vez mais fraca e o significado das palavras com que se expressa a ação passa a ser cada vez mais compreendido diretamente. A linguagem verbal, a comunicação, a socialização ganha mais força. A ação vai se transformando até atingir a lógica dos conceitos e começar a generalizar. O trabalho nesta etapa também terá que ser realizado em duplas ou grupos, como na etapa material.

Nesta fase um estudante deve solucionar os problemas em voz alta ou escrevendo/digitando e o outro atuar como controlador, utilizando o mapa da atividade, os cartões de estudo; num segundo problema se modificam essas funções e assim se age sucessivamente (TALÍZINA, 1984). O estudante deve expressar os seus posicionamentos tanto ao resolver um problema ou quando ao assumir o papel de crítico ou de monitor na atividade. Desse modo, a formação da ação no plano da

linguagem falada depende da forma de comunicação. Em continuidade, o ciclo cognoscitivo vai se tornando mais personológico, como pode ser visto na linguagem externa “para si”.

### 3.5 ETAPA FORMAÇÃO DA AÇÃO NA LINGUAGEM EXTERNA NA COMUNICAÇÃO “PARA SI”

Na etapa da linguagem externa para si, a ação de orientação realiza-se de forma semelhante à etapa anterior, mas sem som, sem comunicação externa. O indivíduo resolve a tarefa por conta própria, de modo muito detalhado e consciente das operações que realiza (TALÍZINA, 1984). Essa etapa é uma ação interna, porém dirigida ao exterior (a si mesmo), como se o indivíduo estivesse falando para si mesmo. Essa forma de ação transmuta-se numa ação mental, numa linguagem interna (imagens, representações mentais). O estudante pode resolver a atividade de forma independente e o resultado da atividade é revelado à percepção.

Para Galperin (1959a,b), a partir desse momento, a linguagem oral começa a cumprir uma nova função. Ela passa a se estruturar não apenas como um reflexo real da ação realizada com o objeto, mas também como uma comunicação subordinada às exigências da compreensão e o sentido específico que deve ter para outras pessoas. Considerando-se o mecanismo de formação psicológica do conceito, pretende-se transitar gradualmente por formas cada vez mais abreviadas da ação, de modo que o processo seja reduzido, sintetizado, até última etapa, a sua formação no plano mental.

### 3.6 ETAPA DA FORMAÇÃO DA AÇÃO NO PLANO MENTAL

A última etapa do processo de aprendizagem proposto por Galperin se dá na formação da ação mental. Nesse momento funcional, ocorre a mudança da ação externa (material) em ação interna (psíquica). A expressão *ação mental* sugere a existência de uma correlação entre dois aspectos usualmente considerados dissociados entre si. Enquanto o termo *ação* relaciona-se com uma dimensão prática, influenciada pelas condições materiais e objetivas (externas), o termo *mental* refere-se a algo que acontece numa dimensão psicológica (interna), que envolve elementos de natureza abstrata e imaterial (GALPERIN, 1968). É nessa etapa,

quando as características do conceito são utilizadas mentalmente, que o sujeito se transforma em “dono” absoluto do material estudado (GALPERIN, 1957a), em que tanto o objeto da ação como a sua composição operacional passam a ter caráter de imagem, sendo mais complexos, e a solução das tarefas deve ocorrer de forma independente.

Essa forma mental é a transformação da ação externa em interna. Pela sua origem, a ação mental está relacionada com a ação material, e é o seu reflexo. A ação pode ser trasladada totalmente para o plano mental. De acordo com Galperin (2001/1965a; 1986/1965b), nessa etapa se começa a “trabalhar de acordo com uma fórmula” (uma palavra), pois, por trás de cada imagem se oculta uma ação mental generalizada, abreviada e automatizada. Com isso, o estudante “vê diretamente” por trás de cada imagem formada na etapa da ação mental um objeto (por exemplo, um álcool), mas agora como um conceito. No processo formativo, os tipos de problemas propostos aos estudantes devem ser semelhantes aos das etapas anteriores.

Existem diferentes possibilidades para se tentar operacionalizar o ciclo cognoscitivo proposto por Galperin para determinado objetivo. Em nossa proposta, optamos por uma estratégia ainda pouco explorada para essa finalidade e desenhamos e utilizamos o Quimicol, um Ambiente Virtual de Aprendizagem, para formar a habilidade de identificar álcoois. Discussões nesse sentido serão realizadas no próximo tópico.

## **CAPÍTULO 4. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) ALIADA À TEORIA DE GALPERIN: POSSIBILIDADES E DESAFIOS**

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são caracterizadas por processos de transmissão de dados por meio de dispositivos eletrônicos e recursos óticos (COSTA *et al.*, 2011). Essas tecnologias oferecem diferentes possibilidades de aprender, por integrarem várias linguagens e recursos, e afetarem, entre diversos outros aspectos, a mudança dos modos de comunicação e interação. As TIC têm seu maior produto na internet, que é considerada um poderoso instrumento de comunicação, pois diminui distâncias, interliga pessoas e permite que a informação produzida seja facilmente localizada em acervos.

O uso das TIC na educação tem-se tornado bem mais frequente em todo o mundo. O Brasil tem acompanhado essa tendência, apesar das disparidades ainda constatadas na implantação, manutenção e permanência dessas tecnologias nas escolas de muitos outros países e das diferentes regiões do Brasil. Apesar disso, a maioria das instituições brasileiras já possuem ao menos um computador e 91% das escolas públicas afirmam ter uma rede sem fio<sup>25</sup>.

Com o desenvolvimento tecnológico e científico, também cresceu dentro do ambiente escolar o interesse e necessidade de inclusão de produtos de TIC, como computadores, *smarthphones*, celulares, *tablets*, lousa digital, microscópio com *tablet*, laboratório virtual, mesa interativa, jogo interativo, entre outros. Acredita-se que tais recursos têm: melhorando a qualidade da educação, contribuindo para a diminuição da evasão escolar e incentivando a despertar a curiosidade, a inovação e a criticidade dos estudantes, inclusive para a ciência (DWYER, 2007). Aqueles que os defendem, creditam que esses recursos tornam o aprendizado mais promissor e significativo, além de contribuir para que as aulas sejam mais atrativas e descontraídas para os estudantes.

A informática pode se efetivar, inegavelmente, como uma ferramenta de apoio para os professores (COURE, 2009). Ela lhes possibilita a inclusão de meios para inserir nas suas aulas uma grande variedade de recursos: textos, imagens, sons e efeitos. Essa ferramenta também auxilia no aprendizado dos estudantes, pois, em se tratando de uma geração inserida no mundo tecnológico, eles parecem se sentir

---

<sup>25</sup> Dados do Censo Escolar, computados pelo Todos pela Educação em 2015.

mais atraídos a aprender quando utilizam a tecnologia atrelada aos demais materiais pedagógicos.

O ensino de química se descortina de uma perspectiva desafiadora, considerando-se as demandas de uma geração digital e o avanço das TIC nos espaços escolares (PASSARELLI *et al.*, 2014). Estudantes e professores convivem e fazem uso de um conjunto de recursos tecnológicos que propiciam agilidade no processo de comunicação, transmissão e distribuição de informações, notícias e conhecimentos. Por sua vez, ao processo de ensino-aprendizagem, os recursos da Internet, os diferentes dispositivos digitais e os *softwares* educacionais oferecem novas possibilidades. Com isso, diferentes instituições, em diversos países, inclusive no Brasil, têm vivenciado a possibilidade de um novo modelo de aprendizagem, centrada no estudante, no qual ele passa a ter um papel mais ativo e autônomo no seu aprendizado (LOCATELLI, 2015).

O uso das TIC pode possibilitar a construção de ambientes de aprendizagem aliados a formas diferentes de ensinar, por meio das múltiplas possibilidades que proporciona, tanto na tradicional forma presencial quanto na semipresencial ou na modalidade Educação a Distância (EAD). Nesse contexto de evolução das tecnologias digitais e de necessidades socioeducativas, surge a educação *on-line*.

A educação *on-line* é considerada como o conjunto de ações de ensino-aprendizagem desenvolvidas com o emprego de meios telemáticos, como a Internet, e o uso de todos os seus dispositivos informacionais e comunicacionais (MORAN, 2003). Os cursos e atividades *on-line* podem arquitetar ambientes auxiliares aos processos de aprendizagem e de desenvolvimento humano, considerando dialeticamente aspectos informativos e instrutivos, aliados a aspectos construtivos, criativos, reflexivos e cooperativos. Desse modo, os ambientes virtuais de aprendizagem podem fomentar um tipo de ensino a distância, proporcionando o ensino colaborativo, interativo e flexível, que ao mesmo tempo contribua para a autonomia, dentro da realização de atividades individuais. É nesse sentido que pretendemos fundamentar o desenvolvimento de um ambiente virtual com base na teoria de Galperin, associada a estratégias que colaborem para a autonomia do estudante, em prol de uma aprendizagem ativa e orientada, pelo professor.

Teixeira e Brandão (2003) afirmam que a utilização do computador na educação só faz sentido na medida em que os professores o concebem como uma ferramenta de auxílio as suas atividades didático-pedagógicas, como instrumento de

planejamento e realização de projetos interdisciplinares, como elemento que motiva e ao mesmo tempo desafia o surgimento de novas práticas pedagógicas. Desse modo, ele atua como uma ferramenta contributiva para tornar o processo ensino-aprendizagem uma atividade inovadora, dinâmica, participativa e interativa.

O computador pode ser utilizado de diferentes maneiras pelos estudantes. Por exemplo, o estudante pode aprender por meio da utilização de programas tutoriais, programas de exercícios, jogos educacionais, simulações e realidade virtual. Há *softwares* também onde ele utiliza aplicativos para construir, instruir, modificar, inovar, criar e/ou resolver problemas na elaboração de projetos usando uma linguagem computacional como, por exemplo, o LOGO. Na educação é comum o uso de recursos que podem ser materializados em objetos, *softwares* e métodos que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem. Dentre esses, destacamos os *softwares*, que podem ser educativos ou educacionais.

Existe uma diferença entre *software* educacional e *software* educativo. O termo *software* educacional tem sido aplicados a *softwares* produzidos para outras finalidades, mas que também são utilizados no processo de ensino-aprendizagem. Trata-se de um “produto [...] adequadamente utilizado pela escola, mesmo que não tenha sido produzido com a finalidade de uso no sistema escolar” (OLIVEIRA, 2001, p. 73). Sendo assim, um determinado *software* pode ter o uso modificado/adequado para fins educacionais, por exemplo, uma aplicação, conforme pode acontecer com um *chat*, jogo, tutorial, modelagem, objeto de aprendizagem, ou rede social.

Um *software* educativo (SE) ou aplicativo (app) educacional é um sistema computacional cujo objetivo é auxiliar no processo de ensino-aprendizagem ou de autoaprendizagem. Devem ter objetivos pedagógicos e sua utilização deve estar inserida em um contexto e em uma situação de ensino baseados em uma metodologia que oriente o processo, por meio da interação, da motivação e da descoberta, facilitando a aprendizagem de um conteúdo. Uma das principais características que distinguem um *software* educativo é o seu desenvolvimento fundamentado em uma teoria de aprendizagem e a capacidade que o estudante tem de construir de forma autônoma o conhecimento sobre determinado assunto.

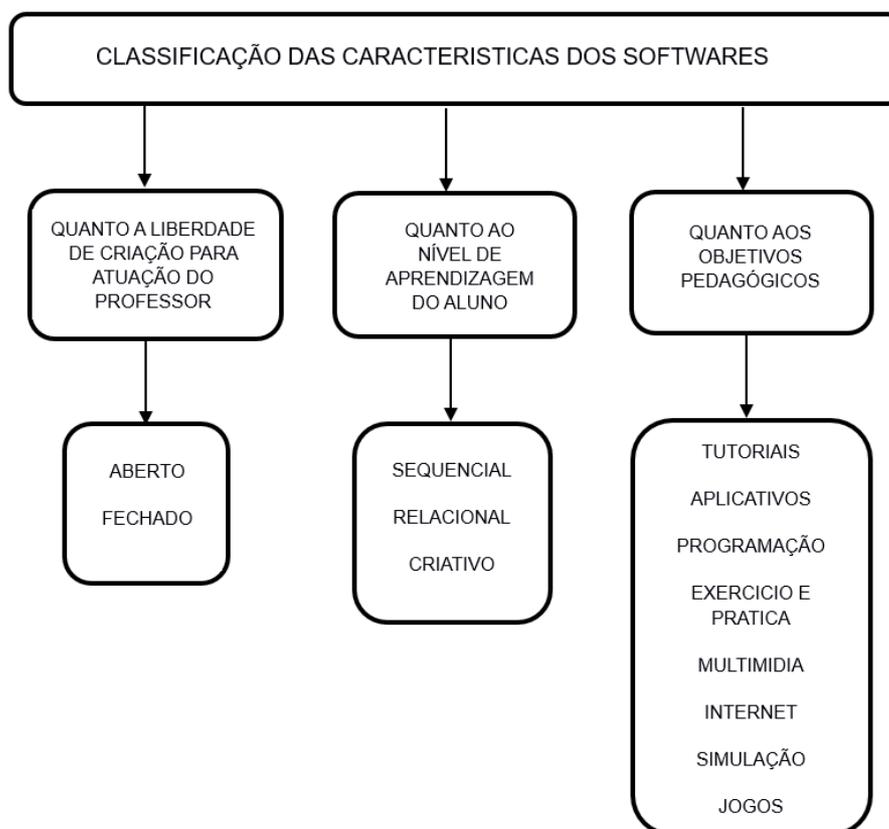
No SE deve existir uma relação entre a proposta pedagógica, decisões de *design* e processos de aprendizagem. De acordo com Moraes (2003). O ciclo de vida de um software educativo tem as seguintes etapas:

- **concepção** – projeto do *software*, explicitando assuntos e objetivos que se pretende atingir;
- **escolha do paradigma pedagógico** – escolha de um dos paradigmas pedagógicos, que indicará de que forma o *software* contribuirá para o aluno na aprendizagem do assunto escolhido na fase de concepção;
- **análise interdisciplinar** – análise do *software* buscando uma interligação entre conhecimentos de diferentes áreas, e acrescentado aos conhecimentos das áreas de aplicação, buscando objetivos comuns;
- **implementação** – desenvolvimento do *software* seguindo os objetivos, o paradigma pedagógico escolhidos nas fases anteriores.
- **validação** – testes reais do *software* para determinar a sua eficácia.
- **implantação** – distribuição do *software* nas instituições de ensino para sua utilização.

Quanto ao enfoque dado à aprendizagem, um *software* educativo pode direcionar para uma aprendizagem algorítmica ou heurística. Em um *software* de aprendizagem algorítmica a ênfase está na transmissão de conhecimentos, na direção que vai do sujeito que domina o saber para aquele que quer aprender. No modelo algorítmico o desenvolvedor de *software* tem o papel de programar uma sequência de instruções planejadas para levar o educando ao conhecimento. Já em um *software* orientado pelo modelo de aprendizagem heurística predominam as atividades experimentais em que o programa produz um ambiente com situações variadas para que o aluno as explore e construa conhecimentos por si mesmo (INFOESCOLA).

Segundo Lyra *et al.*, (2003) e Gomes e Padovani (2005) para avaliar os *softwares* é necessário utilizar diversos critérios na classificação de *softwares* educativos. De maneira mais ampla, podemos resumir a classificação quanto à liberdade de atuação do professor no ambiente de aprendizagem, quanto ao nível de aprendizagem proporcionada para o estudante e quanto aos objetivos pedagógicos, resultando em uma configuração, como explicitada na figura 3.

**Figura 3** – Proposta de critérios para classificação de *softwares* educativos.



Fonte: Autora(2020)

Quanto ao critério de classificação em relação à liberdade de criação do professor, o *software* fechado se refere a pouca ou nenhuma criação de situações problemas por parte dos professores e são aqueles que não aceitam modificações de usuários. Já o *software* aberto possui interfaces flexíveis, permitindo os professores e estudantes criarem problemas e proporem soluções. De acordo com Lyra (2003), o tipo de paradigma de aprendizagem do *software* fechado pode se aproximar mais ao *behaviorismo* e os do segundo tipo, aberto, tendem a seguir orientações mais construtivistas.

Quanto ao nível de aprendizagem do estudante, de acordo com Vieira (1999), pode ser agrupado em três classes:

- **sequencial**: quando o *software* apenas transfere as informações, na perspectiva do ensino como apresentador de conteúdos e o estudante recebe as informações de forma passiva, por meio da memorização e repetição;

- **relacional**: o estudante é parte central do processo de ensino, no qual utiliza o *software* para a aquisição de habilidades, possibilitando relacionar com outros fatos ou outras informações;
- **criativo**: o estudante assume uma posição mais participativa, pois o *software* está relacionado com a criação de novos esquemas mentais, havendo assim uma maior interação entre as pessoas e a tecnologia.

Baseando nos objetivos didáticos, Valente (1998) e Gomes e Padovani (2005) destacam as seguintes categorias:

- **tutorial**: a interação do estudante se restringe à leitura de textos ou a assistir vídeos ou animações, com reduzida interatividade. O computador assume uma postura de máquina de ensino;
- **aplicativos**: são programas como processadores de texto, planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados, que não são criados especificamente direcionados à educação, mas podem ser aproveitados no ambiente escolar auxiliando no processo de ensino-aprendizagem;
- **exercícios e prática**: apresentam lições do conteúdo e uma série de exercícios avaliativos. O estudante só pode ingressar em uma nova etapa das atividades após ser analisado seus resultados nas etapas anteriores. É bastante utilizado para revisar assuntos vistos em sala de aula, principalmente aqueles que requeiram memorização e repetição;
- **ambientes de programação**: nesse meio o próprio estudante programa o computador processando informações e transformando-as em conhecimento, ao passo que a recodifique na sua transmissão ao sistema através da programação;
- **multimídia e Internet**: ambiente propício à busca de informações que apoiam atividades didáticas e reforçam a aprendizagem. Sistemas interativos que variam de acordo com o gênero e suas estratégias;
- **simulações**: simulam o acontecimento de fenômenos no computador e dependendo do sistema, o estudante pode manipular um modelo de fenômeno através da criação de hipóteses, dos testes, da análise dos resultados, e do refinamento dos conceitos. O estudante pode ainda simplesmente ver os fenômenos sem interferência, no caso dos sistemas mais fechados.
- **jogos**: ambiente dinâmico no qual o sistema desafia o estudante e este pode competir com o programa ou com o colega desenvolvendo o raciocínio. O estudante

aprende os campos conceituais através dos jogos e é desafiado a resolver problemas que, em alguns momentos, necessita de conhecimentos prévios.

Um *software* educativo é desenvolvido visando possibilitar que o estudante assimile/construa um determinado conhecimento referente a um conteúdo didático. Por isso, “A utilização de um software está diretamente relacionada à capacidade de percepção do professor em relacionar a tecnologia à sua proposta educacional” (TAJRA, 2001, p.74). O *software* deve apresentar algumas características didáticas positivas para sua aplicabilidade e usabilidade. Aplicabilidade o efeito ou característica do que se consegue aplicar, colocar em prática e usabilidade é a facilidade com que as pessoas podem empregar uma ferramenta ou objeto a fim de realizar uma tarefa específica, na interação homem-computador, normalmente se refere à simplicidade e facilidade com que uma interface, um programa de computador ou um *website* pode ser utilizado, e diante disso incluir uma fundamentação pedagógica que permeie todo o seu desenvolvimento e a adequação do nível de abordagem do conteúdo ao nível cognitivo dos estudantes. Ele também deve ter característica que atraiam e mantenham a atenção dos estudantes, sendo: desafiador, estimulante e que possibilite o tratamento do erro

O *software* educativo pode tornar o ensino de química mais interessante, atrativo e compreensivo, e conferir ao professor o papel de mediador do processo de aprendizagem, dentro de um contexto colaborativo, interativo e flexível, que ao mesmo tempo contribua para a autonomia, dentro da realização de atividades colaborativas e individuais. Foi nessa perspectiva que imaginamos e desenvolvemos um ambiente virtual voltado à formação da habilidade de identificar álcoois, com base na teoria de Galperin. O percurso metodológico para instrumentalizar a proposta de desenvolvimento e de utilização do ambiente virtual é proposto em continuidade.

## CAPITULO 5. METODOLOGIA

Neste capítulo apresentamos a metodologia utilizada na pesquisa, visando atingir os objetivos propostos. O texto a seguir aborda a natureza da pesquisa desenvolvida, o seu contexto e os sujeitos participantes, além dos métodos, instrumentos e procedimentos usados para o desenvolvimento do Quimicol, para a sua utilização e para a coleta e para o tratamento dos dados obtidos.

### 5.1 NATUREZA DA PESQUISA

Corroborando com as proposições de Wertsch (1998), optou-se por um viés de pesquisa histórico-cultural por se procurar entender tanto o funcionamento da mente humana quanto a sua relação com os contextos culturais, históricos e institucionais. A pesquisa circundou em torno do processo de desenvolvimento do Quimicol e de uma experiência didática quanto a sua utilização para a formação da habilidade de identificar álcoois. Esse processo foi organizado e conduzido pela pesquisadora, tendo por fundamento as contribuições teórico-metodológicas do Enfoque Histórico-Cultural, em especial na teoria da formação por etapas das ações mentais e dos conceitos, de Galperin (2001, 1986), e nas proposições sobre a mesma elaboradas por Talízina (2009, 1987) e Núñez (2010, 2009, 1999).

Esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa. Nesta direção e por apresentar convergência com as ideias dos autores do Enfoque Histórico-Cultural, considera-se a perspectiva de Chizotti (2000, p. 79), ao afirmar que:

A abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. O conhecimento não se reduz a um rol de dados isolados, conectados por uma teoria explicativa; o sujeito-observador é parte integrante do processo de conhecimento e interpreta os fenômenos, atribuindo-lhes um significado. O objeto não é um dado inerte e neutro; está possuído de significados e relações que sujeitos concretos criam em suas ações.

Assumisse também que investigação aqui realizada está estruturada na mediação tecnológica, considerando que ela desempenha um papel de ferramenta cultural e pode propiciar formas inovadoras de ensino-aprendizagem, possibilidades de documentação/registros e de recursos para a avaliação (GIBSON, 2003). A perspectiva adotada se alinha àquelas que, como também destaca Chizotti (2000, p.

79), "[...] se fundamentam em dados coletados em interações interpessoais, na coparticipação das situações dos informantes, analisadas a partir do significado que estes dão aos seus atos. O pesquisador participa, compreende e interpreta". Desses pressupostos, situa-se o contexto da pesquisa e os critérios de seleção dos sujeitos participantes, conforme apresentado em continuidade.

## 5.2 O CONTEXTO E OS SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa se situou em um contexto em que tanto deve se investigar a formação dessa habilidade quanto onde ela deve ser formada, ou seja, junto a estudantes de Química. Considerando os interesses acadêmicos do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e profissionais da pesquisadora, optamos por investigar o processo formativo junto a estudantes do ensino médio.

O trabalho transcorreu em duas partes principais: i) desenvolvimento do Quimicol; e ii) formação da habilidade de identificar álcool com a utilização do *software*. O Quimicol foi desenvolvido dentro de um trabalho multidisciplinar, conforme será detalhado posteriormente.

O processo formativo foi realizado junto a 6 (seis) estudantes, que já haviam estudado o conteúdo função orgânica álcool no 2º (segundo) ano do ensino médio, no semestre anterior à realização da pesquisa, realizada no período de férias escolares. Todos os participantes da pesquisa estavam matriculados em escolas da rede de ensino do Recife, Pernambuco, 1 (uma) pública-federal e 2 (duas) privadas, nas quais iriam cursar o 3º (terceiro) ano do Ensino Médio em 2020. Os estudantes realizaram a atividade em duplas, dentro da seguinte composição: D1 – ambas mulheres, com 17 anos, de uma mesma escola pública; D2 – ambas mulheres, com 16 anos, de uma mesma escola privada; e D3 – ambos homens, com 17 anos, de uma mesma escola privada. As duplas receberam um convite eletrônico para acessarem ao Quimicol e tiveram livre escolha quanto ao momento de realizarem a atividade, mas, que só poderia ser iniciada com a participação conjunta.

### 5.3 O DESENVOLVIMENTO DO QUIMICOL

O *software* educativo Quimicol foi desenvolvido por cerca de 6 (seis) meses, em trabalho de cooperação entre a pesquisadora, licenciada em química, e um bacharel em Ciências da Computação. A sua concepção, desenvolvimento e usabilidade visaram proporcionar a formação da habilidade de identificar álcoois, seguindo as etapas propostas na teoria de Galperin, aliada à estratégia de ensino por problemas.

O Quimicol foi desenvolvido com o intuito de atuar como uma aplicação web que pode ser acessada, em duplas que estiverem *on-line*, em qualquer lugar. Para tanto, necessitando-se apenas que cada usuário disponha de um computador com acesso à internet e um navegador web. Com base nos critérios propostos por Almeida (2015), a produção do Quimicol foi realizada em 5 (cinco) etapas: i) **concepção** - a análise e o planejamento do que seria o produto educacional; ii) **modelagem** - a construção dos modelos conceituais, de interface e de navegação, tendo o objetivo de facilitar a compreensão antes de seu uso; iii) **implementação** - a integração de todas as mídias; iv) **validação** – realização de testes e correções; v) **implantação** – utilização pelos usuários (três duplas de estudantes).

#### 5.3.1 Etapa de concepção do Quimicol

A etapa de concepção do *software* concentrou-se em torno da definição dos objetivos de aprendizagem e do estabelecimento dos requisitos para que o Quimicol se adequasse às recomendações teórico-metodológicas galperianas para proporcionar a formação da habilidade de identificar álcoois.

O objetivo principal do Quimicol ficou definido em termo da habilidade específica a ser formada: identificar álcoois. Os indicadores qualitativos estabelecidos para formação dessa habilidade foram os seguintes:

- **alto grau de generalização** - resolver exitosamente a metodologia geral que orienta a atividade aos casos possíveis, reconhecendo limites de aplicação do conhecimento/procedimento, dentro dos limites de aplicação da da função álcool;

- **alto grau de consciência** - saber argumentar as ações para a solução correta da tarefa, manifestando compreensão da atividade, tanto do ponto de vista conceitual quanto procedimental;
- **alto grau de independência** - executar as tarefas independentemente, sem nenhum tipo de apoio, nem de outro colega nem de outra ajuda externa.
- **forma mental da ação** - assimilar no plano mental o procedimento geral que permite orientar-se na resolução de várias tarefas dentro do limite de generalização estabelecido.

Inicialmente, estabelecemos 4 (quatro) diferentes níveis (1, 2, 3 e 4) para cada um desses indicadores. Apesar de complexo, por causa das múltiplas possibilidades de interação entre os 4 (quatro) indicadores qualitativos escolhidos e entre cada um desses 4 (quatro) níveis, seria possível quantificar dentro do próprio sistema o grau de domínio da habilidade exibido por cada estudante em cada etapa do processo formativo. Porém, considerando a demanda de tempo necessária para operacionalizar essas especificidades dentro da programação do *software* e para os possíveis ajustes, resolvemos declinar dessa opção e explorá-la em projetos vindouros ao trabalho dissertativo.

Como a essência da teoria de Galperin está no tratamento de converter uma ação material em uma ação mental, própria do pensamento (GALPERIN, 2001d), outro aspecto delimitado dentro da concepção do Quimicol foi a vinculação de um conjunto de telas às etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin. Adicionalmente, para cada uma das telas, as etapas do ciclo cognoscitivo também foram associadas a um conjunto de tarefas. Estabelecemos que as tarefas seriam variadas e trariam informações que atuassem como um incremento do modelo e fossem operacionais frente ao objetivo delimitado. Desse modo, almejávamos que o conjunto de telas possuiria uma funcionalidade que proporcionasse ao Quimicol a característica de produto didático.

Os critérios escolhidos para a etapa de concepção do Quimicol estão sumarizados no quadro 2.

**Quadro 2 – Planejamento realizado na etapa de concepção do Quimicol**

<b>OBJETIVOS DO QUIMICOL</b>				
<b>OBJETIVO GERAL</b>	Formar a habilidade de identificar álcoois.			
<b>INDICADORES QUALITATIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto grau de generalização.      - Alto grau de consciência.</li> <li>- Alto grau de independência.      - Forma mental da ação.</li> </ul>			
<b>CARACTERÍSTICAS PARA A USABILIDADE DO QUIMICOL</b>				
<b>TELA(S)</b>	<b>MOMENTO</b>	<b>TAREFA</b>	<b>FORMA DE TRABALHO</b>	<b>RECURSOS UTILIZADOS</b>
Tela de entrada	Acesso	Acessar o Quimicol	Individual	Convite eletrônico
Tela para levantamento de concepções prévias	Determinação do grau de desenvolvimento da habilidade	Responder ao questionamento sobre álcoois e sobre o procedimento para identificá-los	Dupla	<i>Chat</i> (diálogo entre a dupla)
Telas para a etapa motivacional	Etapa motivacional	Assistir vídeo sobre os álcoois Dialogar com o colega sobre as suas aplicações	Dupla	Vídeo <i>Chat</i> (diálogo entre a dupla)
Telas para a etapa do estabelecimento da BOA	Etapa do estabelecimento da BOA	Identificar estruturas de álcoois Dialogar com o colega Construir mapas da atividade	Dupla	Representações estruturais 2D <i>Chat</i> (diálogo entre a dupla)
Telas para a etapa materializada	Etapa materializada	Resolver problemas Dialogar com o colega	Dupla	Problemas centrados no plano da linguagem materializada <i>Chat</i> (diálogo entre a dupla)
Telas para a etapa da linguagem externa para os outros	Etapa da linguagem externa para os outros	Resolver problemas Dialogar com o colega	Dupla	Problemas centrados no plano da linguagem verbal <i>Chat</i> (diálogo entre a dupla)
Telas para a etapa da linguagem externa para si	Etapa da linguagem externa para si	Resolver problemas	Individual	Problemas centrados no plano da linguagem verbal
Telas para a etapa mental	Etapa mental	Resolver problemas	Individual	Problemas centrados no plano da linguagem mental

Fonte: Autora (2020).

Estabeleceu-se também que as tarefas da base orientadora da ação (BOA) e aquelas voltadas às etapas da aprendizagem (materializada, verbal para si, verbal para os outros e mental) seriam realizadas na forma de resolução problemas, e de construção e/ou de uso dos mapas da atividade (os esquemas da BOA), que contêm o conjunto de características necessárias e suficiente para a identificação de álcoois. O conjunto de tarefas busca estimular a atividade produtiva do estudante – a sua capacidade humana para se apropriar do novo, do desconhecido ou de se atualizar frente ao já adquirido – e desenvolver a independência cognoscitiva. Com base em Talízina (197), as tarefas provêm características ao processo, de tal forma que sejam: i) suficientes, no sentido manter a mesma essência ao contemplarem um mesmo tipo de ação; ii) variadas, ou seja, que impliquem em diferentes modos de atuar; e iii) diferenciadas, de modo a atender ao desenvolvimento que está sendo alcançado pelo aprendiz em cada formação da ação: material, verbal ou mental.

Após a concepção do Quimicol, a etapa seguinte para a produção do *software* foi a etapa de modelagem. Ela se concentrou em desenvolver estratégias para viabilizar esse processo por meio do estabelecimento da construção dos modelos conceituais, de interface e de navegação, conforme será abordado a seguir.

### 5.3.2 Etapa de Modelagem do Quimicol

Seguindo o proposto por Falkembach (2005), a etapa modelagem englobou a elaboração de 3 (três) modelos: o conceitual, o de navegação e o de interface.

O modelo conceitual foi estabelecido via: i) seleção do conjunto de características necessárias e suficientes do conceito de álcoois, com base nos critérios estabelecidos pela IUPAC (1991); ii) seleção de um conjunto de representações estruturais de diferentes álcoois, relacionando-os a alguma de suas propriedades/aplicações; iii) criação de um banco de problemas, classificados de acordo com as etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin

De acordo com a IUPAC (1991), a invariante de conhecimento e de procedimento da identificação de álcoois corresponde ao seguinte conjunto de ações:

1. verificar se a estrutura apresenta uma ou mais hidroxila;
2. conferir se a(s) hidroxila(s) se encontra(m) ligada(s) em um carbono saturado;
3. avaliar se a hidroxila é o grupamento prioritário da molécula.

As tarefas para a formação da habilidade são diversificadas e consideram que, ao longo do ciclo cognoscitivo, a forma da ação muda (material, verbal e mental), mas o seu conteúdo permanece o mesmo. Nessas tarefas, há apresentação de um conjunto de representações estruturais de álcoois. Realizamos um levantamento, buscando diferentes estruturas de álcoois, e escolhemos um grupo 34 (trinta e quatro) estruturas (Apêndice A). Esse conjunto representa a diversidade qualitativa e quantitativa dos membros dessa função orgânica, tanto em termos estruturais quanto em termos de aplicações. Elas foram divididas em grupos e disponibilizadas nas tarefas.

O modelo conceitual também contou com um conjunto de 13 (treze) problemas inéditos (Apêndice B) que estão vinculados às etapas do ciclo cognoscitivo de Galperin. Nas etapas de aprendizagem (materializada à mental), os problemas são tratados, preferencialmente, como situações problematizadoras, com ênfase nos aspectos contextuais. Os problemas utilizados para dar suporte à formação/avaliação da habilidade de identificar álcoois possuem as características gerais apresentadas em continuidade.

*Quanto ao campo de conhecimento* - são problemas científicos, pois visam o conteúdo (sistema de conhecimentos e habilidades) e se centram nas estratégias de resolução, que devem ser realizadas pelo estudante com o uso de uma ação de pensamento ascendente do concreto ao abstrato, considerando o sistema de conhecimento e de ações, baseado no conjunto de características necessárias e suficientes do conceito de álcool.

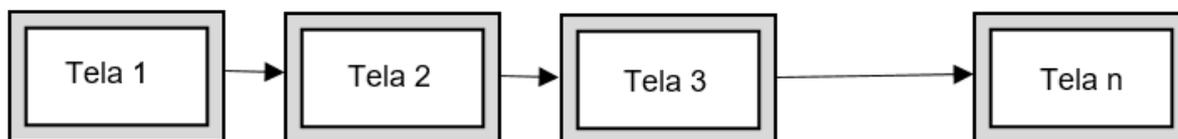
*Quanto ao tipo* - são problemas de natureza qualitativa, devendo ser resolvidos de por seleção (via cursor) ou por forma argumentativa, escrita e/ou verbal. (via teclado).

*Quanto à natureza do enunciado e às características da resolução* - são problemas fechados ou abertos, a depender da etapa, nos quais se espera um modo de atuar com o conceito, explicitando as decisões tomadas.

O modelo conceitual foi articulado com o modelo de navegação e com modelo de interface. O modelo de navegação resultou na definição das estruturas de elos, na forma de roteiros guiados: os menus, índices, *chat* e apresentação de problemas. Ele buscou tornar a navegação do usuário intuitiva, visando facilitar a interação e o diálogo, e diminuir a sobrecarga cognitiva e evitar a desorientação. A estrutura de navegação das telas é sequencial e os quadros foram dispostos linearmente (figura

4): A primeira tela está direcionada para o acesso ao *software* e as demais veiculam as informações (conteúdo) e tarefas às etapas da teoria de Galperin.

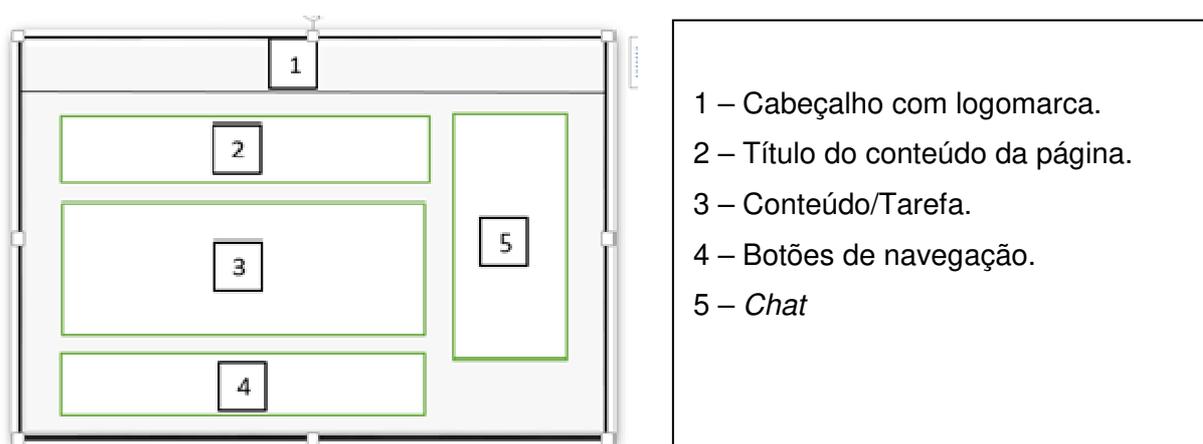
**Figura 4** - Disposição dos quadros na navegação sequencial utilizada no Quimicol



Fonte: Autora (2020)

O modelo de interface compatibilizou o modelo conceitual e o de navegação. O *design* de interfaces buscou criar uma identidade visual do produto. Há um conjunto de elementos que apresentam a organização das informações e a organização das informações e a apresentação estética. A tela de acesso traz uma diagramação diferente das subsequentes, que obedecem certa padronização quanto à posição dos botões ou de outro objeto comum a todas as telas. De um modo geral, a figura 5 expressa a diagramação seguida na maioria das telas.

**Figura 5** – *Design* prioritário seguido no Quimicol



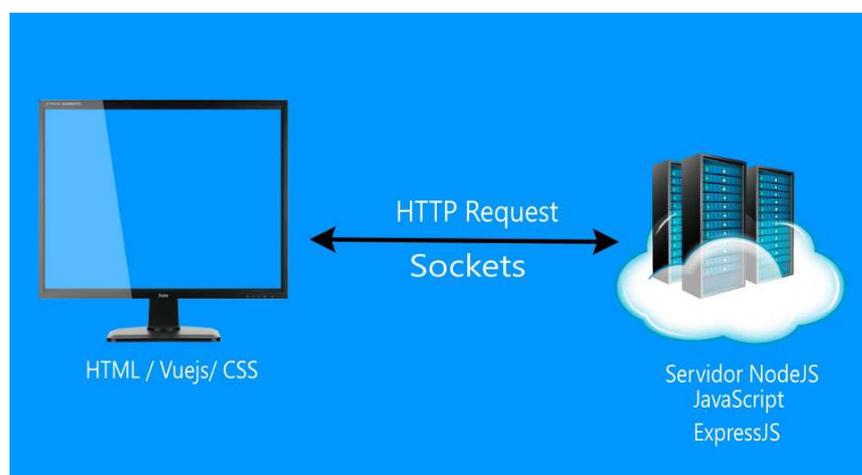
Fonte: Autora (2020)

### 5.3.3 Etapa de implementação do Quimicol

Esta etapa constou da construção uma estrutura lógica e interativa do *software*, ou seja, a viabilização do desenvolvimento por meio de uma linguagem de programação computacional, seguindo os modelos apresentados anteriormente. Na sua produção foram utilizadas: a linguagem de marcação HTML, a linguagem de programação JavaScript/Vuejs, CSS para estilos, utilizando as ferramentas *Integrated Development Environment* (IDE), Visual Studio Code da Microsoft. Utilizando *softwares* específicos, foram criadas, inseridas e integradas todas as mídias do projeto - as imagens e os vídeos.

A disponibilização do Quimicol ocorreu pelo sistema web. O servidor utilizado foi o Nodejs que permite interpretar a linguagem de programação Javascript pelo (no lado) do servidor; para auxiliar o desenvolvimento foi utilizado o framework Expressjs e o socket.io. Quanto ao usuário (no lado do usuário), o Quimicol é executado pelo navegador, por isso, utilizou-se o framework Vuejs, que facilita a codificação. A figura 6 ilustra esse tipo de processo.

**Figura 6** – Programas utilizados na interação servidor-usuário para utilização do Quimicol



Fonte: Autora (2020)

O *Hypertext Markup Language* (HTML) (em português, Linguagem de Marcação de Hipertexto) foi uma das linguagens que utilizamos para desenvolver os *websites*, visto que o HTML é a base de todo *site*. Já o *Cascading Style Sheets* (CSS, em português, Folhas de Estilo em Cascata) é uma linguagem de marcação que permite produzir o *design*, o estilo que dá cores, formas, formatações e divisões

de uma linguagem de marcação como o HTML. Também permitiu a criação de tabelas, as variações de *layouts*, ajustar imagens para suas respectivas telas e outras operações tanto ao conteúdo quanto da representação visual do *site*.

O Vue.JS, VueJS ou simplesmente Vue é uma biblioteca (*lib*) javascript para o desenvolvimento de componentes reativos para interfaces *web* modernas (*Reactive Components for Modern Web Interfaces*). São “pedaços de código” que contêm marcação, estilo e comportamento HTML, CSS e JavaScript. O JavaScript (JS) é uma linguagem de programação utilizada principalmente em páginas *web*. Ele foi utilizado para mostrar mensagens e outras informações interessantes, fazer verificações ou mudar dinamicamente a apresentação visual das páginas, conforme o comportamento desejado.

O Node.js é um interpretador de JavaScript assíncrono com código aberto orientado a eventos, focado em migrar a programação do JavaScript do cliente (*fronted*) para os servidores. Ele permite criar aplicações de alta escalabilidade (como um servidor web), manipulando milhares de conexões/eventos simultâneos em tempo real numa única máquina física.

O Socket.IO permite comunicação em tempo real, bidirecional e baseada em eventos. Ele funciona em todas as plataformas, navegadores ou dispositivos, focando igualmente em confiabilidade e velocidade. Foi utilizado para o desenvolvimento do *chat* e interação do usuário em tempo real. Ele possui duas partes: uma biblioteca do lado do cliente, que é executada no navegador e uma biblioteca do lado do servidor, para o Node.js. O Express é um framework para aplicativo da web do Node.js, mínimo e flexível, que fornece um conjunto robusto de recursos para aplicativos web e móvel.

Utilizou-se também o MondoDB, um *software* de banco de dados, para armazenar as respostas dos problemas e do questionário, e os diálogos do *chat*. Ele é orientado a documentos livres, de código aberto e multiplataforma, escrito na linguagem C++. Suas características permitem com que as aplicações modelem informações de modo muito mais natural, pois os dados podem ser aninhados em hierarquias complexas e continuarem a ser indexáveis e fáceis de buscar.

O servidor ficou hospedado no Heroku, uma plataforma como serviço, que já disponibiliza o servidor nodejs, sendo necessário apenas enviar um código. O Heroku é uma plataforma em nuvem, como serviço (PaaS) que suporta várias linguagens de programação. Um PaaS é um ambiente de desenvolvimento e

implantação completo na nuvem, com recursos que permitem o fornecimento de diversos tipos de materiais, de aplicativos simples a sofisticados. Esse PaaS é criado para dar suporte ao ciclo de vida do aplicativo Web completo: compilação, teste, implantação, gerenciamento e atualização.

O Quimicol é uma aplicação *web* formada por 2 (duas) partes principais: uma chamada de *backend*, que é executada no servidor web, e outra chamada de *frontend* que é enviada do servidor para executar no navegador web do usuário. Viabilizar esse tipo de concepção foi uma tarefa um pouco complexa, pois os usuários deveriam acessar concomitantemente o sistema e desenvolver a atividade em duplas, em que teriam de se comunicar em tempo real. Desse modo, ao invés de ser apenas uma aplicação *web*, o Quimicol se constituiu em uma aplicação *web* em tempo real.

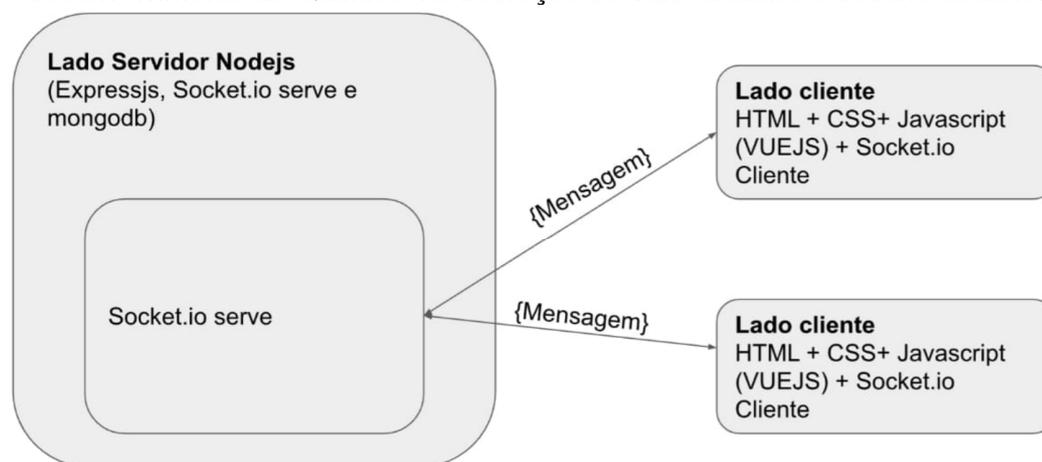
A codificação da aplicação foi realizada na linguagem javascript, tanto para o *backend* quanto para o *frontend*. O *backend* ficou responsável por servir as informações ao *frontend* e pelo armazenamento de dados em um banco de dados. Para ser possível utilizar a linguagem javascript para funcionar no servidor, utilizou-se o Nodejs, responsável por interpretar o código do javascript em tempo real. No entanto, visando auxiliar o processo de desenvolvimento e tornar ainda a codificação mais rápida, utilizou-se o *framework Expressjs*. Adicionalmente, para tornar a aplicação em tempo real, tornou-se necessário o uso do *framework Socket.io*. Este permite uma comunicação bidirecional entre o *backend* e outra no *frontend*, mecanismo necessário tanto para manter a dupla conectada quanto para manter o *chat* funcionando, permitindo a comunicação entre os dois usuários.

O *backend* também foi responsável por armazenar as informações dos usuários, que foram mantidas em um banco de dados chamado mongodb. Desse modo, quando um usuário faz uma requisição ao servidor (acessando o *site*) o servidor envia vários arquivos (tais como: HTML, CSS e javascript), que são interpretados pelo navegador do usuário, permitindo a visualização da aplicação.

Para auxiliar o desenvolvimento do *frontend* para o javascript foi utilizado um *framework* denominado VUEJS. A sua utilização permitiu um desenvolvimento mais fácil e rápido do *fronted*. Nesse processo também foi necessário utilizar o Socket.io, para se efetivar a comunicação com o Socket.io do *backend* e funcionar como um intermediário entre os usuários (clientes) recebendo a mensagem de um deles e repassando ao outro.

A figura 7 sintetiza e ilustra a discussão. Nela há a relação entre os programas e as linguagens de programação utilizados no desenvolvimento do Quimicol e na interação servidor-usuário e usuário-usuário, via servidor.

**Figura 7** – Relação entre os programas e linguagens de programação utilizados no desenvolvimento do Quimicol na interação servidor-usuário e usuário-usuário.



Fonte: Autora (2020)

A estilização da aplicação utilizou o CSS. Ele possibilitou dar estilo aos elementos do HTML, como botões, caixa de textos, seletores e formulários. Visando proporcionar uma aparência mais elegante e profissional, agregou-se também o *framework* Materialize, que permitiu a estilização das páginas. Com isso, assim que o servidor é acessado, ele serve os arquivos necessários para a aplicação no navegador do usuário. Quando iniciado, ele abre uma comunicação entre o Socket.io, de modo que, quando o usuário digita o nome, este *socket* cria uma sala, mas é necessário se aguardar o acesso de outro usuário para ser adicionado na mesma sala. Desse modo, o *software* permite a formação de outras n-duplas, de acordo com a ordem de acesso.

Nesta etapa de implementação foram estabelecidos diferentes parâmetros para o sistema: i) requisitos funcionais, que especificam as funcionalidades e serviços do sistema; ii) gerenciamento de usuários; iii) controle de acesso de usuários; iv) indicação de desempenho do estudante; v) exibição de perfil do usuário; vi) autenticação do usuário; vii) gerenciamento de exemplos de álcoois (representações estruturais/aplicações); viii) geradores de banco de problemas, considerando as etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin; ix) gerenciamento de tarefas, de acordo com os níveis de desenvolvimento das formas

das ações (êxitos nas etapas); x) Configuração de rede dialógica, para apoio a consultas (mapa da atividade) e para registros (*chat* - campo de texto para que o usuário possa digitar a resposta das perguntas e os diálogos com o colega); xi) registro de resposta; xii) registro de progresso; xiii) verificação de respostas; xiv) salvamento de desempenho.

Também foram estabelecidos os requisitos não funcionais, ou seja, aqueles que especificam as propriedades e restrições do sistema: i) banco de dados; ii) segurança; iii) usabilidade; iv) linguagem de programação; v) compatibilidade; vi) padrão MVC; vii) *hardware* e *software*. Em relação a estes dois últimos aspectos, o *software* foi desenvolvido de modo a que atendesse a requisitos de diferentes tipos de máquinas e sistemas operacionais, sendo compatível com *tablets* e computadores pessoais.

Ainda dentro da etapa de implementação foi editado um vídeo curto (duração de 2min46s para ser utilizado na etapa motivacional (apêndice C). Essa mídia foi produzida a partir montagem de fragmentos selecionados de vídeos educativos livres, disponibilizados no YouTube. Esses vídeos contêm cenas de aplicações de alguns álcoois: etanol, metanol, glicerina, mentol, colesterol, sorbitol, xilitol, etilenoglicol e propilenoglicol. A pesquisadora escreveu um pequeno texto descrevendo um pouco da utilização desses álcoois no dia a dia. A leitura desse texto foi gravada e sobre esse áudio foram superpostas as cenas escolhidas.

#### **5.3.4 Etapa de validação do Quimicol**

O Quimicol foi avaliado e validado pela utilização do método de critério de expertos. Esse método se baseia na análise do planejamento para investigações teóricas e/ou experimentais por um grupo de pessoas com atuação profissional reconhecida na área da pesquisa. Foram escolhidos 2 (dois) expertos para a validação do Quimicol. Ambos eram professores universitários, com mais de 20 (vinte) anos de atuação na docência e na pesquisa educacional, e com experiência nos fundamentos teórico-metodológicos da teoria de Galperin. Os expertos avaliaram a qualidade e efetividade do Quimicol, por 3 (três) vezes. Só então ele foi submetido à experiência didática.

### 5.3.5 Etapa de implantação do Quimicol

O Quimicol foi utilizado por 3 (três) duplas de estudantes do Ensino Médio. A atividade para formação da habilidade foi realizada em duplas. Os convites de acesso ao Quimicol foram enviados a cada uma das duplas. Voluntariamente e após preencherem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), inserido dentro do próprio ambiente virtual (Apêndice D), os componentes de cada dupla acessaram o Quimicol ao mesmo tempo e desenvolveram as tarefas concomitantemente e em cooperação.

### 5.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O sistema gera um banco de dados que permite registrar todos os passos efetuados, respostas e opiniões dadas por cada usuário quando da utilização do Quimicol. Adicionalmente, os estudantes avaliaram a experiência formativa ao responderem um questionário *on line*, de respostas fechadas, disponibilizado na última tela do Quimicol, em relação aos seguintes aspectos: i) recursos, ii) formatação das telas, iii) funções, interface, iv) facilidade ou não de aprendizado; v) a interação entre o estudante, o *software* e outro estudante.

A análise dos dados foi realizada por meio dos relatórios de registros e das respostas ao questionário. Esse conjunto de resultados e a discussão sobre eles foram realizadas no próximo capítulo, como será visto a seguir.

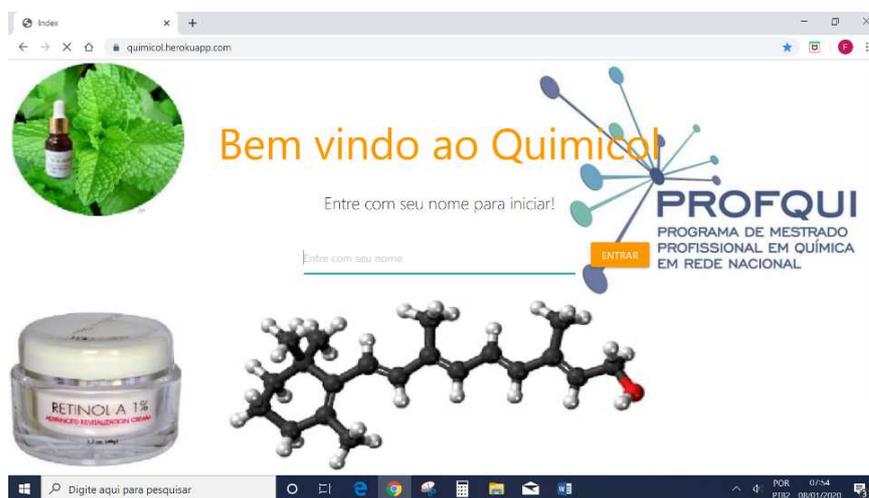
## CAPÍTULO 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos e discutimos os resultados da pesquisa desenvolvida. Em um primeiro momento, a abordagem se direciona a ponderações sobre a utilização do Quimicol. Em seguida, apresentam-se as características desse *software* educativo e, então, parte-se para as discussões sobre o processo de formação da habilidade de identificar álcoois pelos sujeitos participantes da pesquisa. Por fim, é realizada uma análise das avaliações dos estudantes sobre o Quimicol.

### 6.1 A UTILIZAÇÃO DO QUIMICOL

O QUIMICOL foi disponibilizado na internet, por meio do *Uniform Resource Locator* (URL) <https://quimicol.herokuapp.com/>. Cada estudante participante da pesquisa recebeu um convite, via correio eletrônico, contendo um *login*, e acessou o Quimicol individualmente, por meio da tela inicial (figura 8).

**Figura 8** – Tela para acesso ao Quimicol.

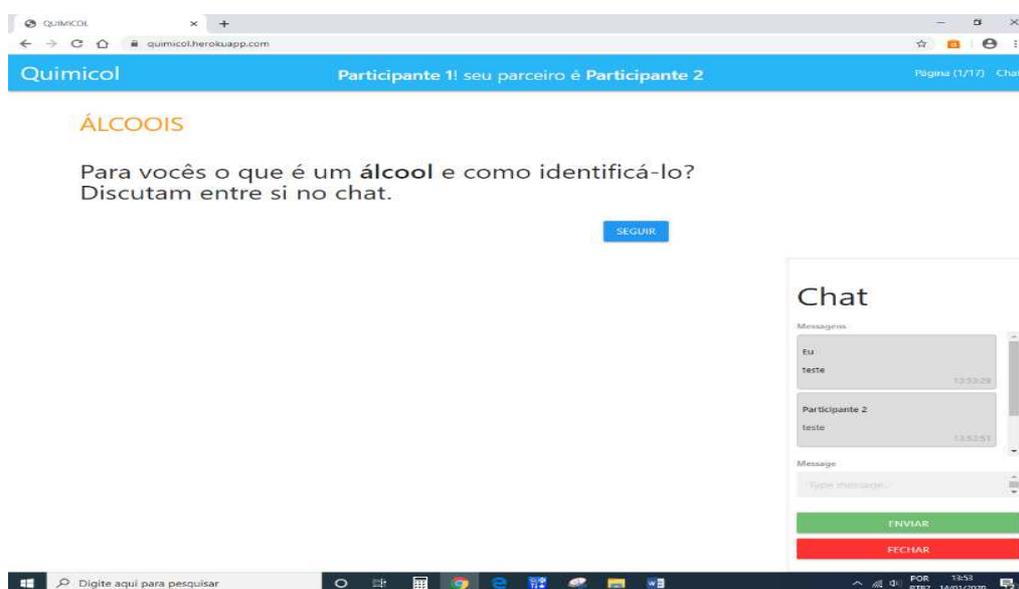


Fonte: Autora (2020)

Os usuários do Quimicol só podem iniciar atividades conjuntamente e avançar tela a tela. Além disso, não é possível retroceder a uma tela já acessada. Caso um dos usuários seja desconectado da internet, ambos devem sair do programa e acessá-lo novamente. Por isso, após realizar o *login*, o usuário acessava o sistema,

mas a continuidade de navegação só era realizada em dupla, ou seja, a dupla teria de estar *online* ao longo do processo. Caso houvesse apenas um usuário *on line*, era emitida a seguinte mensagem: “Você está conectado! Aguardando o outro usuário conectar.”. Assim que ambos usuários estivessem *on line*, eles eram direcionados à tela destinada ao levantamento de concepções sobre álcoois e sobre o procedimento de identificação (figura 9).

**Figura 9** - Segunda tela do Quimicol, usada para o levantamento de concepções prévias.



Fonte: Autora (2020)

Esta segunda tela buscou realizar um levantamento das concepções prévias dos estudantes, a partir da seguinte pergunta: “Para vocês o que é um álcool e como identificá-lo?”. Com as suas respostas a questões constantes na etapa da formação da BOA, esperávamos poder estimar o grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois para cada participante.

As primeiras hipóteses formuladas pelos estudantes podem auxiliá-los a buscar as respostas e a confrontar seus sentidos iniciais com os significados construídos ao longo da atividade, na interação com o colega e na sua auto regulação. Como defendem os autores do Enfoque Histórico-Cultural, o processo de conhecimento é concebido como fenômeno cuja produção depende da relação de troca, de interação, que se efetiva principalmente pela mediação social. Nessa direção, como recurso tecnológico para estimular o diálogo e as trocas de ideias entre os usuários, o Quimicol contou com um *chat*.

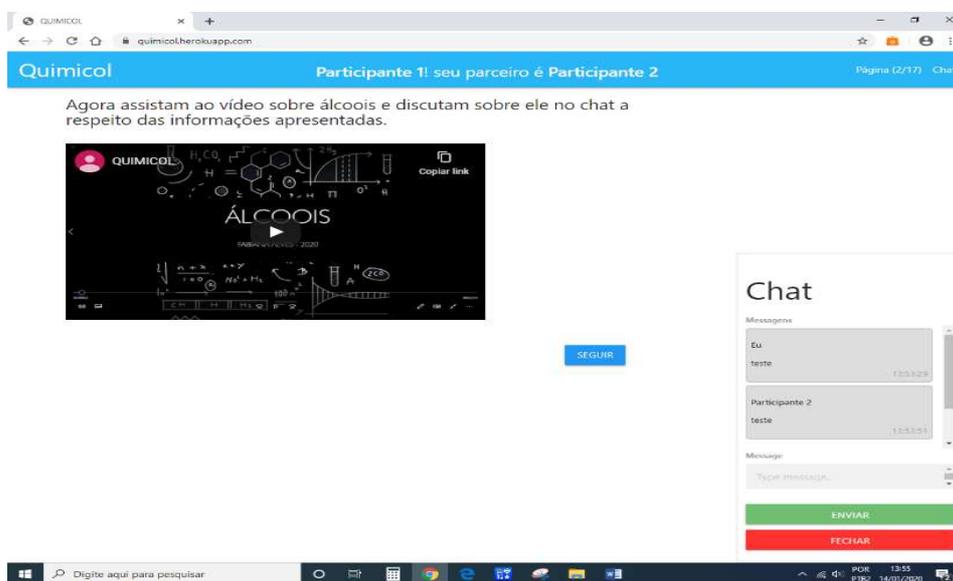
O *chat* também atuou como um recurso adicional para liberar a realização da tarefa das telas relacionadas da parte do processo compreendido a partir da etapa motivacional até a etapa do plano da linguagem externa para os outros. Em alguns casos, ao entrar em nova tela, cada usuário tinha de enviar mensagem(ns) no *chat* para poder avançar.

Após responderem a pergunta sobre álcoois, os estudantes passavam a avançar, linearmente, pelas próximas telas. Essas se relacionavam às etapas do ciclo cognoscitivo galperiano: i) etapa motivacional; ii) etapa do estabelecimento da base orientadora da ação (BOA); iii) etapa da formação da ação no plano materializado; iv) etapa da formação da ação como linguagem verbal externa; v) etapa da formação da ação no plano da linguagem externa; na comunicação para si; e vi) etapa da formação da ação no plano mental. As abordagens realizadas nessas telas são apresentadas e discutidas nos próximos tópicos.

### 6.1.1 A tela do Quimicol relacionada à etapa motivacional

A tela do Quimicol dedicada à etapa motivacional é apresentada na figura 10.

**Figura 10** - Tela do Quimicol voltada à etapa motivacional.



Fonte: Autora (2020)

Na tela correspondente à etapa motivacional, os estudantes tiveram a tarefa de assistir o vídeo e de dialogar sobre ele. O objetivo foi a preparação para que eles tivessem interesse em assimilar os novos conceitos científicos nas etapas seguintes.

Na etapa motivacional ainda não havia nenhum tipo de ação voltada à aprendizagem, nem foram introduzidos conceitos, houve apenas exemplificação, conforme é recomendado por Talízina (2001).

A etapa motivacional foi centralizada na utilização e discussão sobre um vídeo curto sobre álcoois, desenvolvido para essa finalidade. Produziu-se a narrativa do vídeo (Apêndice C) e preparou-se um roteiro, a partir da divisão dos fragmentos do texto, para qual se projetaram imagens que deveriam estar associadas. Essas imagens foram obtidas de vídeos de livre acesso, disponibilizados no YouTube. A narrativa do vídeo e as URL das produções coletadas no YouTube estão disponibilizadas no apêndice C.

O vídeo sobre álcoois foi editado de modo que os fatos macroscópicos apresentassem um pouco da diversidade dos representantes dessa função orgânica. Como resultado dessa composição, há diferentes aplicações relacionadas a álcoois distintos. Com isso, pretendeu-se também mostrar que a função álcool é bem diversificada e não se restringe apenas ao etanol.

Diferentes estudos realizados com base nos autores do Enfoque Histórico-Cultural têm mostrado que estudantes ficam mais motivados ao constatarem a utilidade prática de seus novos conhecimentos na atividade criativa (NÚÑEZ; RAMALHO, 2017). A linguagem audiovisual contida no vídeo pode contribuir para reforçar essa aplicabilidade e auxiliar na motivação pela atividade. No entanto, destacamos que esse tipo de recurso não é normalmente utilizado nas estratégias que utilizam a teoria de Galperin (MARCELINO-JR, 2014).

Ainda que o ciclo cognoscitivo proposto por Galperin inicie o processo com uma etapa de motivação, reconhece-se que ela deve ser mantida durante todo o processo de assimilação. A motivação deve garantir aos estudantes compreender e aceitar o valor cognitivo do novo conhecimento, sua importância para o desenvolvimento intelectual e social. Nas etapas posteriores, buscou-se favorecer a motivação pelo interesse a partir de problemáticas questões apresentadas e pela interação das duplas nas suas resoluções.

Após a discussão sobre o vídeo, em *chat*, os estudantes passaram para a tela seguinte, a primeira da etapa da formação da base orientadora da ação, a BOA.

### 6.1.2 As telas do Quimicol relacionadas à etapa da formação da base orientadora da ação (BOA)

O Quimicol possui duas partes (I e II) destinadas à etapa de formação da BOA. Para o processo formativo, considerando a logística do processo de modelagem, utilizou-se 1 (uma) tela para a parte I e 2 (duas) para parte II.

A tela da parte I da etapa de construção da BOA exibia dois conjuntos de representações estruturais: i) álcoois e ii) outras substâncias que não são álcoois. Cada uma dessas estruturas estava relacionada ao seu nome (IUPAC ou coloquial) e a uma de suas aplicações. A tela também contava com o *chat*. Adicionalmente, havia uma caixa de diálogo contendo as opções para se montar o conjunto de características necessárias e suficientes dos álcoois, a serem preenchidas escolhendo-se “três condições para que uma substância seja identificada como um álcool”. A tela referente à parte I é mostrada na figura 11.

Um participante só podia realizar a tarefa de identificação na tela quando o outro usuário também a acessasse. Caso apenas um dos usuários estivesse na tela, o sistema emitia uma mensagem avisando para aguardar a chegada do outro componente da dupla. Quando ambos acessavam a tela, os estudantes observavam e analisavam as estruturas químicas, podendo dialogar no *chat* e, individualmente, escolhendo o seu conjunto de condições para identificar um álcool. Após selecionarem o seu conjunto, o sistema emitia uma mensagem na forma de caixa de texto para cada usuário, indicando se houve acerto ou erro, neste caso, indicando as três condições para que uma substância seja identificada como um álcool, via preenchimento interno dessas opções com a coloração verde.

**Figura 11** - Tela do Quimicol voltada à parte I da etapa da elaboração da BOA.

Quimicol Participante 1! seu parceiro é Participante 2 Página 3/17 Chat

Análise todas as estruturas representativas de álcoois e não álcoois

Estruturas de Álcoois	Estrutura de Não Álcoois
<chem>COc1ccc(OCC(O)CO)cc1</chem> Guafenesina Espécimen usado no combate à tosse.	<chem>CC1(CCN1)C(=O)O</chem> Gabapentina Fármaco usado no tratamento de epilepsia.
<chem>CC1(C)C(O)CC1</chem> Utilizada em preparações cosméticas e de higiene.	<chem>CC1=CC=C(C=C1)C(O)C(C)C</chem> Cafeína Estimulante.
<chem>CCCCC(O)CS</chem> 4-heptanol-1-ol Produto da fermentação do vinho.	<chem>CCOC(=O)CCSC</chem> 3-sulfetilpropionato de etila Produto da fermentação do vinho.

Há três condições para que uma substância seja identificada como um álcool:

- Possui HIDROXILA
- Possui CARBOXILA
- Ligada ao carbono saturado
- Ligada ao carbono insaturado
- É grupo funcional principal
- É grupo funcional Minoritário

VERIFICAR

SEGUIR

Chat

Chat

Messages

Eu  
teste 13:57:29

Participante 2  
teste 13:53:51

Message  
Type message...

ENVIAR

FECHAR

Fonte: Autora (2020)

A passagem para a próxima tela (a primeira da parte II) da etapa da construção da BOA só era permitida após cada participante selecionar o seu conjunto de condições. Caso houvesse a tentativa de seguir sem que essa tarefa fosse executada, o sistema emitia uma caixa de texto solicitando-lhe: “Responda o quadro de condições para seguir”. Desse modo, a realização da tarefa em cada uma das telas da etapa da BOA permaneceu vinculada à presença concomitante dos dois usuários no mesmo ambiente.

Na tela da parte I da etapa da BOA, a interatividade com as estruturas químicas era baixa, baseava-se apenas na linguagem sensório-perceptual, via observação das representações de cada um dos dois conjuntos. A partir dos conjuntos apresentados, cada estudante elaborava um guia de procedimento para a identificação, selecionando 3 (três) entre as 6 (seis) opções apresentadas.

Nas duas telas seguintes (parte II), solicitava-se um pouco de atenção da parte do usuário, pois, as representações estruturais de álcoois e de não álcoois

eram apresentadas conjuntamente, misturadas, dentro de uma mesma área. Uma das telas da parte II da etapa da construção da BOA é mostrada na figura 12.

**Figura 12** – Uma das telas do Quimicol voltadas à parte II da etapa da elaboração da BOA.

The screenshot shows the Quimicol application interface. At the top, it says "Quimicol" and "Participante 1! seu parceiro é Participante 2". Below this, the instruction is "Selecione os compostos que são ÁLCOOIS". There are eight chemical structures displayed in a grid:

- Vanilina** (Não Álcool): CC1=CC=C(C=C1)C(=O)O
- Treonina** (Não Álcool): CC(O)C(N)C(=O)O
- Glicerol** (Álcool): OCC(O)CO
- Etilglicol** (Álcool): OCCO
- Guafenesina** (Álcool): CC1=CC=C(C=C1)OC(O)C
- Galopiridina** (Não Álcool): C1CCN(C1)C(=O)O
- Trisnololamita** (Álcool): OCC(O)CN(C)C
- Cafina** (Não Álcool): CN1C=NC2=C1C(=O)N(C)C2=O

Below the structures, there are six conditions for identifying an alcohol:

- 1 Possui **HIDROXILA**
- 2 Possui **CARBOXILA**
- 3 **Ligada ao carbono saturado**
- 4 **Ligada ao carbono insaturado**
- 5 **É grupo funcional principal**
- 6 É grupo funcional Minoritário

At the bottom, there is a chat window with the title "Chat" and a message input field. The Windows taskbar is visible at the bottom of the screen.

Fonte: Autora (2020)

Com o auxílio do cursor, cada usuário teria de selecionar as estruturas que eles identificavam como álcool. Os estudantes também acessavam a caixa de diálogo para construção do mapa da atividade (BOA) e deveriam dialogar no *chat* sobre as escolhas realizadas. O conjunto das representações estruturais selecionadas para essas telas da BOA envolve uma diversidade de álcoois. Ele também considera algumas das dúvidas e/ou concepções alternativas dos estudantes, já destacadas em outros estudos, como o de Oliveira Neto (2018). Nesse sentido, intencionalmente, há estruturas que poderiam levar a erros no critério de seleção, caso os estudantes se deixassem orientar por questões fenomenológicas, mas distanciadas da essência do conceito, por exemplo: apenas a presença do sufixo “ol” no nome utilizado; a presença de hidroxila, mas com prioridade inferior a outro grupamento; e a representação CHO para a aldoxila.

Nas telas da parte II da BOA, cada representação estrutural selecionada pelo estudante ficava inicialmente circundada com uma borda azul. O ambiente possuía um botão denominado “VERIFICAR”, localizado abaixo do quadro das estruturas que, após ser acionado, permitia que o sistema indicasse as estruturas marcadas correta e/ou incorretamente, além de classificar todas as estruturas apresentadas em álcoois e não álcoois. As estruturas marcadas corretamente eram circundadas com borda na cor verde, as incorretas com borda vermelha e as demais (não marcadas) com borda cinza.

A outra parte da tarefa a ser realizada era a elaboração do procedimento de identificação. Assim como ocorreu na tela da parte I da etapa da construção da BOA, cada usuário selecionava as opções que considerava como as “três condições para que uma substância seja identificada como um álcool”. Tais opções equivaleriam aos critérios que o fizeram selecionar as representações entre o grupo de substâncias indicado. Novamente, o sistema analisava as opções assinaladas, indicando acerto ou erro e, se necessário, apontava quais as 3 (três) características necessárias e suficientes corretas, conforme mostrado na figura 12. Na outra tela da parte II da elaboração da BOA, esse processo era repetido, porém, utilizando-se um conjunto de estruturas diferentes.

As representações estruturais apresentadas nas 3 (três) telas da etapa da elaboração da BOA representavam a complexidade do objeto escolhido, do conceito químico álcool. As estruturas foram vinculadas a problemas bem simples, centrados na diversidade, tanto do aspecto representacional quanto da aplicação/propriedade.

Como Galperin(1981) propõe, nessa etapa de elaboração da BOA, a ação é externa, materializada. Por isso, delimitamos que a ênfase da linguagem residisse no sensório-perceptual, no visual, na observação.

As representações estruturais utilizadas nas telas para a elaboração da BOA buscaram refletir os casos típicos do conceito de álcool, das diferentes aplicações desse grupo de substâncias e da ação de identificação, para garantir sua generalização. Para este momento funcional do ciclo cognoscitivo, a busca pelo favorecimento da generalização envolveu dois tipos de situações: i) quando as estruturas se referiam à determinada classe, ou seja, eram de álcoois; e ii) quando não se referiam a essa classe. No entanto, evitou-se a utilização de muitas estruturas simples (álcoois inferiores, com poucos átomos de carbono) e/ou

visualmente semelhantes, para que não se estimulasse uma automatização prematura, conforme Galperin (2001) recomenda para o processo de generalização.

Considerando as recomendações de Talízina (1987), as estruturas dessas telas foram utilizadas com base no princípio do contraste, proporcionando que primeiro fossem utilizadas representações que mais se diferenciavam e depois as que mais se assemelhassem. Tal diversidade buscou facilitar a construção do mapa de atividade, para se trabalhar nas etapas consecutivas na solução de tarefas que correspondessem a quaisquer dos variantes dos álcoois e das suas manifestações, por exemplo, como é o caso dos álcoois: cíclicos, alicíclicos, aromáticos, monohidroxilados, poli-hidroxilados, ramificados, insaturados, com ou sem a presença de grupos funcionais de menores complexidades. Com base no destaque de Galperin (2001) para as possibilidades que o estudo do objeto em sua forma mais complexa traz, almejou-se que essa estratégia de diversificação estrutural e de aplicações dos álcoois (na etapa de elaboração da BOA) pudesse possibilitar um incremento qualitativo e uma diminuição quantitativa das futuras tarefas. Com isso, esperava-se contribuir para que nas próximas etapas houvesse uma sistematização mais elevada em um menor período, proporcionando ao estudante um grau de independência cognoscitiva cada vez maior.

Nas 3 (três) telas da etapa de construção da BOA, realiza-se uma mesma tarefa: criar o sistema de condições, o modelo da atividade, no qual o estudante se apoiará para cumprir uma atividade (realizar uma tarefa) nas etapas posteriores. Esse sistema envolve o conjunto de características necessárias e suficientes, que foi ofertado dentro de caixas de diálogo, nas quais os estudantes elencaram quais eram critérios para o processo de identificação desse grupo de substâncias. No conjunto de telas referentes às 2 (duas) próximas etapas, esse modelo da atividade foi disponibilizado, alternadamente, a um dos usuários para auxiliar o seu colega na resolução das suas tarefas, caso ele julgasse necessário. A seguir, é realizada a abordagem sobre as telas do Quimicol em relação às etapas de formação da ação no plano materializado e no plano da linguagem externa para os outros.

### 6.1.3 As telas do Quimicol relacionadas às etapas de formação da ação no plano materializado e no plano da linguagem externa para os outros

Apesar de a etapa da BOA possibilitar um primeiro nível de compreensão da ação, é necessário executá-la e isso inicialmente ocorreu no plano externo, de forma desdobrada, detalhada, realizando as operações que entram na sua composição a fim de que fossem usados os conceitos para a sua assimilação. Essa abordagem ocorreu nas etapas do plano da linguagem materializada e da linguagem externa para os outros. As telas relacionadas a essas 2 (duas) etapas possuíam uma estrutura semelhante, pois os estudantes resolviam os problemas em dupla. A figura 13 traz a captura de uma das telas do Quimicol voltada à etapa formação da ação no plano materializado.

**Figura 13** – Uma das telas do Quimicol voltada à etapa formação da ação no plano materializado.

The screenshot displays the Quimicol application interface. At the top, the browser address bar shows 'quimicolherokuapp.com'. The app header includes the name 'Quimicol', the user information 'Participante 1! seu parceiro é Participante 2', and the page number 'Página (6/17) Chat'. A yellow notification bar at the top reads: 'Atenção! Peça ajuda ao parceiro para responder essa questão, para isso utilize o chat'. Below this, the instruction 'Responda a questão abaixo' is followed by a text box: 'A lista de reagentes para síntese de fármacos apresentada abaixo foi enviada para o almoxarifado de uma loja. O conferente verificou que os álcoois listados estavam em falta. Indique-os.' Eight chemical structures, labeled A through H, are shown. A row of eight checkboxes is provided for selecting answers. A blue button labeled 'ENVIAR RESPOSTAS' is located below the checkboxes. A yellow notification bar at the bottom of the question area states: 'O parceiro ainda se encontra na etapa anterior, aguarde ele chegar nesse etapa para passar para próxima etapa.' On the right side, a 'Chat' window is open, showing a message history with two messages from 'Eu' and 'Participante 2', both labeled 'teste'. The chat window includes a text input field, an 'ENVIAR' button, and a 'FECHAR' button. The Windows taskbar at the bottom shows the search bar and system tray with the date '14/07/2020' and time '14:01'.

Fonte: Autora (2020)

Cada um dos problemas aparecia nas telas de ambos os usuários, porém apenas a um deles apareciam possibilidades de se marcar as respostas; o programa não permitia que outro colega resolvesse a questão visualizada em sua tela, pois ele

atuava no papel de controlador e auxiliador. O usuário que resolvia o problema tinha acesso a duas formas de ajuda, mediante a sua solicitação: 1 – o mapa de atividade, contendo as características necessárias e suficientes para identificar os álcoois; e 2 – o esquema da ordem de prioridade dos grupos funcionais. Essa ajuda ficava com acesso disponibilizado, apenas na tela do “controlador”, por meio de botões vermelhos, denominados de “IDENTIFICAÇÃO” e “ORDEM DE PRIORIDADE”, disponibilizados abaixo das alternativas de respostas aos problemas. Ao avançarem, na tela seguinte, os papéis eram invertidos. Dessa forma, ao longo dessas duas etapas, os problemas eram apresentados concomitantemente a ambos os componentes da dupla, mas as resoluções eram feitas por um único usuário e a possibilidade de acesso aos botões de ajuda só apareciam ao seu parceiro.

As respostas assinaladas em cada problema eram conferidas pelo sistema. Na tela do usuário que estava respondendo, o resultado era apresentado, exibindo-se a(s) resposta(s) correta(s) e uma possível ocorrência de erro. Em seguida, o processo era alternado.

Os problemas utilizados no processo formativo tinham dois formatos: i) fechado (etapas materializada e linguagem externa para os outros) e ii) aberto (linguagem externa para si e linguagem mental). Cada problema apresentava um formato composto por um enunciado e por um comando de resposta. O enunciado continha uma problemática, uma conjuntura envolvendo um contexto, que se configurava em um obstáculo a ser superado. Os problemas propostos envolviam os casos típicos de álcoois, as suas variações, refletidos nos objetos de assimilação, proporcionando ações detalhadas.

Os problemas da etapa materializada e do plano da linguagem para os outros se situavam no plano interpessoal. Ao serem resolvidos de modo dialógico, os estudantes precisavam elencar as características necessárias e suficientes dos álcoois, e destacar as operações que deviam ser realizadas com os objetos propostos, apresentando a sequência da execução tomada para identifica-los.

A oferta do conjunto desses problemas, nas suas telas correspondentes, foi formatada para seguir o princípio do contraste. Tal característica é importante, pois considerou-se que as tarefas se modificam por uma sequência e não por seu grau de dificuldade, uma vez que, de acordo com Galperin (2001, p.88): “[...] a dificuldade perde a sua importância decisiva se as condições concretas da ação tiverem corretamente confeccionadas”.

Houve também uma variação na tipologia dos problemas procurando que eles contivessem situações de ensino paulatinamente contributivas para o aumento do grau de consciência e da generalização das ações, tanto conceitual quanto procedimental, sem que houvesse uma rápida automação ação. A diversificação dos problemas também visava contribuir para que os estudantes percebessem a relação geral entre o conceito de álcool e o procedimento a ser seguido para a sua identificação.

As problemáticas de cada problema estavam direcionadas a criar um desafio intelectual, projetando proporcionar um estado motivacional que envolvesse o estudante na atividade de apropriação do conceito de álcool. Desse modo, almejava-se que o transitar pelas telas do Quimicol contribuísse para desenvolver as consciências dos estudantes sobre a necessidade de buscar, confrontar-se, indagar e poder dar solução ao desconhecido. Por sua vez, o comando da questão indicava a tarefa a ser resolvida e se apresentava como uma condição, uma exigência ou uma pergunta. Para resolver o problema, o estudante deveria mobilizar a estrutura da habilidade (conhecimentos, ações e operações), com ou sem a possibilidade de ajuda externa, exibindo determinada orientação na tomada de decisões.

A dimensão cooperativa é um ponto chave da teoria de Galperin. Na etapa materializada e na do plano da linguagem oral para os outros, o sistema indicava a cada componente do grupo que eles poderiam solicitar ou propor auxílio ao colega na resolução das tarefas. Nesse sentido eram lançadas as seguintes mensagens: “Atenção: Peça ajuda a seu parceiro, para responder essa questão, para isso utilize o *chat*” e “O parceiro ainda se encontra na etapa anterior, aguarde ele chegar nesta etapa para passar para a próxima etapa”. Também, estimulava-se que eles dialogassem no *chat*, compartilhando as suas escolhas e dúvidas.

Alguns problemas também vinculavam às problemáticas propostas de discussões específicas. Elas foram incorporadas como partes complementares aos problemas, tendo o papel de desenvolver e confrontar as atitudes e os valores dos estudantes, pois, como relembra Núñez (2009), nesse tipo de processo, o cognitivo não é separado do componente afetivo da personalidade. Por exemplo, no problema da etapa materializada (tela 8), que abordava os álcoois presentes nas cachaças, solicitava-se que os estudantes avaliassem aspectos positivos e negativos em torno da fabricação da cachaça para a sociedade brasileira e discuta alguns dos efeitos causados pela presença de álcoois em suas composições. Tais situações

pretendiam estimular a postura dialógica e que a formação da consciência no desenvolvimento da habilidade não se voltasse apenas à exibição de um pensamento químico, mas também ao que deve ser feito com esse pensamento químico.

Os problemas da etapa materializada foram planejados para contribuir para que ela se efetivasse como um momento de raciocínio teórico, estimulando que o estudante realizasse a atividade no plano prático, concreto, ou seja, de forma externa. Ela contou com 3(três) telas, cada uma contendo um problema diferente.

Na etapa materializada, a execução da atividade, a resolução da tarefa realizava-se de forma mais detalhada. A linguagem sensório-perceptual visual prevalecia e os problemas estavam centrados nas representações estruturais, 2D e 3D, conforme pode ser visto na figura 14.

**Figura 14** – Ênfase na linguagem visual em um problema contido em uma das telas do Quimicol voltada à etapa formação da ação no plano materializado.

The screenshot shows the Quimicol app interface. At the top, there's a blue header with the app name 'Quimicol' and the text 'Participante 1! seu parceiro é Participante 2'. Below the header, there's a yellow warning box that says 'Atenção! Peça ajuda ao parceiro para responder esta questão, para isso utilize o chat!'. The main content area contains a question: 'Responda a questão abaixo' followed by a paragraph about ethanol production in Brazil. Below the text, there are ten ball-and-stick molecular models labeled A through J. At the bottom of the main area, there are buttons for 'ENVIAR RESPOSTAS' and 'SEGUIR'. On the right side, there is a 'Chat' window with a message history and input fields.

Fonte: Autora (2020)

À medida que a dupla avançava, de tela em tela, o papel da linguagem ia se modificando. Na etapa da formação da linguagem oral para os outros, passou-se a privilegiar a linguagem oral-escrita. Nesse nível, a ação se realizava usando os recursos da linguagem externa (escrita).

Os problemas das etapas da linguagem verbal (para ou outros e para si) exigiam resoluções com graus de detalhamento menos elevados e os recursos

ilustrativos ganharam nova dimensão. Buscou-se que as representações ou não fossem mais necessárias ou passassem a ter menos destaque, pois podiam ser substituídas pelo uso da linguagem externa, ou pelo pensamento, conforme indica Galperin (2001b). Os problemas procuram estabelecer uma correspondência entre o objeto concreto e o verbal (dado no problema), estimulando os estudantes a transitarem de uma forma à outra. Com base nas recomendações de Talízina (2009), para não se direcionarem às características materiais, os tipos de álcoois apresentados nas tarefas das etapas do plano da linguagem verbal receberam três tipos de tratamentos: i) não apresentam representações (desenhos); e/ou ii) efetivam-se como representações moleculares que não correspondem às condições das situações propostas; e/ou iii) correspondam a uma representação a ser elaborada nas condições da situação proposta.

Na etapa do plano da linguagem para os outros, os estudantes continuaram resolvendo as tarefas em dupla, semelhante à etapa materializada, mas elas passaram a ser formatadas sobre a base das possibilidades que a linguagem escrita oferece. Procurou-se estimular a verbalização dos processos de solução, para que os estudantes dessem mais sentido à orientação geral ao resolverem os problemas, de modo a que a ação de orientação se traduzisse na lógica das representações dos álcoois e, portanto, fosse mais favorecido o processo de generalização.

Foram utilizadas 3 (três) problemas na esta etapa do plano da linguagem externa para os outros, conforme indicado nas figura 15 e 16.

**Figura 15** – Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano da linguagem verbal externa, para os outros, cujo tratamento contempla representações moleculares que não correspondem às condições das situações propostas.

The screenshot shows the Quimicol app interface. At the top, it says "Quimicol" and "Participante 1! seu parceiro é Participante 2". Below this, there is a blue banner with the text "Atenção! Peça ajuda ao parceiro para responder essa questão, para isso utilize o chat!". The main content area contains the instruction "Responda a questão abaixo" followed by a paragraph: "Uma indústria alimentícia resolveu acrescentar uma nova opção de sabor à sua linha de biscoitos e bolachas. Para tanto, decidiu utilizar um aromatizante que é um álcool. Com base nas opções abaixo, identifique o novo sabor para o produto." Below the text are ten chemical structures labeled: Uva, Morango, Hortelã, Tomate, Canela, Anis, Menta, Cereja, Milho, and Framboesa. At the bottom of the main area, there are two buttons: "ENVIAR RESPOSTAS" and "SEGUIR". On the right side, there is a chat window titled "Chat" with a message history showing "Eu: teste" and "Participante 2: teste". At the bottom of the chat window, there is a text input field and two buttons: "ENVIAR" and "FECHAR".

Fonte: Autora (2020)

**Figura 16** – Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano da linguagem verbal externa, para os outros, que não apresenta representações (desenhos).

The screenshot shows the Quimicol app interface. At the top, it says "Quimicol" and "Participante 1! seu parceiro é Participante 2". Below this, there is a blue banner with the text "Ajude seu parceiro (a) a responder essa questão, através do chat e usando os botões vermelhos abaixo.". The main content area contains the instruction "Responda a questão abaixo" followed by a paragraph: "Uma substância apolar oxigenada e contendo halogênios, isolada de um animal, apresentou uma forte atividade antitumoral. O resultado dessa pesquisa foi noticiado por um jornal que trazia a seguinte manchete: Álcool isolado de animal pode combater o câncer. Avalie se existe a possibilidade de que essa substância seja um álcool." Below the text are two buttons: "IDENTIFICAÇÃO" and "ORDEM DE PRIORIDADE". At the bottom of the main area, there is a "SEGUIR" button. On the right side, there is a chat window titled "Chat" with a message history showing "Eu: teste" and "Participante 2: teste". At the bottom of the chat window, there is a text input field and two buttons: "ENVIAR" and "FECHAR".

Fonte: Autora (2020)

A figura 15 traz a captura de tela que contém uma delas, cujo tratamento contempla representações moleculares que não correspondem às condições das situações propostas, pois, nesse problema não há estruturas que satisfaçam às condições propostas no enunciado, ou seja, não há álcoois. Por sua vez, a figura 16 traz uma tela que exibe um problema dessa etapa que não apresenta representações (desenhos), pois a ênfase estava na linguagem verbal-escrita.

O trabalho dos usuários na etapa do plano verbal para os outros seguiu o utilizado na etapa materializada. Um estudante solucionava o problema enquanto o outro atuava como controlador/auxiliador, utilizando os botões de ajuda e dialogando no *chat*. Porém, no transcorrer do processo, tal situação mudou. Na primeira tela do Quimicol referente à etapa da formação da linguagem no plano verbal para si, os estudantes passaram a não interagir mais. Uma caixa de texto surgia na tela e avisava que, a partir daquele momento, a atividade seria individual.

#### **6.1.4 As telas do Quimicol relacionadas às etapas de formação da ação no plano da linguagem externa para si e no plano mental**

Na etapa da linguagem externa para si, pretendeu-se favorecer que a ação de orientação de cada estudante se realizasse por conta própria, de modo detalhado e consciente das operações que se realizava, conforme é vislumbrado na aplicação da teoria de Galperin (GALPERIN, 2001; TALÍZINA, 1987). Assim, nesta etapa, foi retirada toda a ajuda externa, botões (mapa da BOA e prioridades) e *chat*.

Os problemas desenvolvidos e utilizados nessas duas etapas estimulam que a linguagem fosse utilizada individualmente, no plano interior, para o próprio estudante. Ao resolver um problema da linguagem para os outros, o estudante expressava os seus posicionamentos nos diálogos e, paulatinamente, deveria ir deixando de necessitar do controle externo e iria aprendendo a se controlar, transitando do externo ao interno. Essa autorregulação é reforçada nos problemas envolvendo a linguagem para si, ou seja, onde o estudante resolve a tarefa por conta própria, de modo mais detalhado e consciente das operações que realiza.

Os problemas desenvolvidos para a etapa verbal para si e para a etapa mental são semelhantes aos das etapas anteriores, porém mais complexos, pois, tanto o objeto da ação quanto a sua composição operacional passam a ter caráter de imagem. Com isso, almejou-se que o estudante passasse a resolver a atividade

de forma independente, pois a ação se automatizaria, transformando-se em fala interna. Em convergência com a proposta galperiana (GALPERIN, 2001), buscou-se que os problemas propiciassem o trabalho do estudante “de acordo com uma fórmula”, para ajudar a capacitá-lo a “ver diretamente” um objeto, por trás de cada imagem formada na etapa da ação mental, no caso um álcool, mas agora como um conceito.

Os problemas dessa etapa eram abertos e esperava-se que nas suas resoluções os estudantes exibissem na expressão de seus argumentos a sua crescente capacidade de abstração, demonstrada como um pensamento teórico (químico) coerente e fundamentado. Um exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem verbal para si é apresentado na figura 17.

**Figura 17** – Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano da linguagem verbal externa para si.

The screenshot shows a web browser window with the URL `quimicol.herokuapp.com`. The page header is blue and contains the text "Quimicol" on the left, "Participante 1: seu parceiro é Participante 2" in the center, and "Página 112/177" on the right. Below the header, the text "Responda a questão abaixo" is displayed. The main content is a chemistry problem in Portuguese: "Grande quantidade de uma substância foi apreendida em um container, recém-chegado a um porto. Identificada como um álcool cíclico, insaturado e nitrogenado, a substância é de uso controlado e sua comercialização é proibida. As empresas envolvidas na negociação foram multadas e processadas por causa do delito. Os advogados das mesmas resolveram entrar com um recurso, exigindo a anulação da sentença. Em seus argumentos, eles indicaram que substâncias com essas características não podem ser um álcool. Avalie se os argumentos dos advogados têm sustentação científica, capaz de ajudá-los na anulação da sentença." Below the text is a text input field with the placeholder "Escreva aqui a sua resposta:" and the text "Errado, pode ser um álcool sim". There are two buttons: "ENVIAR RESPOSTAS" (highlighted in blue) and "SEGUIR". At the bottom of the browser window, the Windows taskbar is visible, showing the search bar with the text "Digite aqui para pesquisar" and various system icons including the date and time "POR 14:10 14/07/2020".

Fonte: Autora (2020)

No mecanismo de formação psicológica do conceito, pretendia-se que a transformação mental da ação material inicial, até o pensamento propriamente dito, passasse a ser cada vez mais predominante. Nesse sentido, buscou-se que os problemas auxiliassem o estudante a transitar gradualmente por formas cada vez

mais abreviadas da ação, de modo que o processo fosse reduzido, sintetizado, até última etapa, a sua formação no plano mental.

A tela destinada à etapa mental se baseava também na resolução de um problema de modo independente, sem nenhum tipo de ajuda, conforme apresentado na figura 18.

**Figura 18** – Tela do Quimicol que veicula um problema da etapa formação da ação no plano mental

The screenshot shows a web browser window with the URL `quimicol.herokuapp.com`. The page header is blue and contains the text "Quimicol", "Participante 1! seu parceiro é Participante 2", and "Página (14/17)". The main content area has a white background and contains the following text:

Responda a questão abaixo

Determinada substância, naturalmente abundante em algumas espécies vegetais, é muito utilizada, na forma de solução, como aromatizante pelas indústrias de alimentos, cosméticos e de produtos de higiene bucal. Em uma atividade experimental realizada em sala de aula, uma pequena quantidade de cristais dessa substância foi transferida para um béquer contendo 250mL de água destilada. A solução foi agitada por 1h. Depois, verificou-se que não houve nenhuma dissolução dos cristais. Avalie se essa substância pode ser um álcool.

Escreva aqui a sua resposta:

Escreva algo

ENVIAR RESPOSTAS

SEGUIR

The bottom of the image shows a Windows taskbar with a search bar containing "Digite aqui para pesquisar", several application icons, and system tray icons including the date "14/01/2020" and time "14:11".

Fonte: Autora (2020)

Ao chegar a essa tela do Quimicol, a atividade de orientação do estudante deveria ocorrer no plano intrapsicológico, ou seja, a orientação passaria a ser um fato do pensamento. A ação deveria ser mais automatizada e a comunicação passaria a ser substituída pela reflexão para a transformação do objeto em produto.

A ênfase do problema veiculado estava na associação entre o conceito com o texto escrito. Ele exigia um processo de resolução que exibisse um ato do pensamento químico, decorrente de uma atividade automatizada e reduzida, realizada por fórmula (psicológica), na qual as palavras utilizadas pelo estudante nas suas explicações expressem o conceito de álcool.

A funcionalidade do Quimicol foi testada pelos elaboradores e pelos experts, previamente, para a sua validação. No entanto, de fato, ela foi realizada na aplicação do processo formativo ao grupo de estudantes, conforme será apresentado e discutido no próximo tópico.

## 6.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS COM A UTILIZAÇÃO DO QUIMICOL

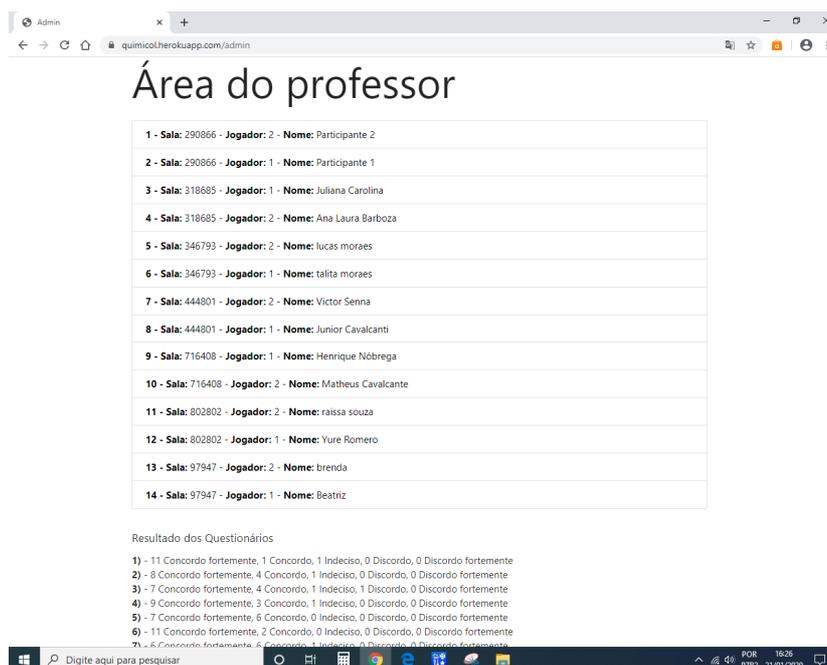
A análise do processo de formação da habilidade de identificar álcoois com a utilização do Quimicol foi realizada a partir dos registros das atividades de cada sujeito participante da pesquisa. Esses dados foram coletados a partir de relatórios de dados gerados na Área do Professor.

A Área do Professor é o ambiente do *software* que armazena os registros das atividades de cada usuário do Quimicol. Ele permite o acesso de uma pessoa autorizada, a pesquisadora ou um professor, por exemplo, aos dados dos participantes que permitem o armazenamento e a consulta às informações resultantes das suas ações em cada tela do Quimicol.

Cada uma das telas do Quimicol foi numerada e as ações dos usuários foram vinculadas no banco de dados a essas numerações. Na Área do Professor, é possível obter registros, tanto individuais quanto das duplas, por sala, em relação aos seguintes aspectos: i) autorização à participação na pesquisa e à análise dos dados; ii) respostas aos problemas, fechados e abertos; iii) diálogos no *chat*; e iv) perguntas do questionário. O sistema atualiza o banco de dados a partir da sua utilização, em tempo real.

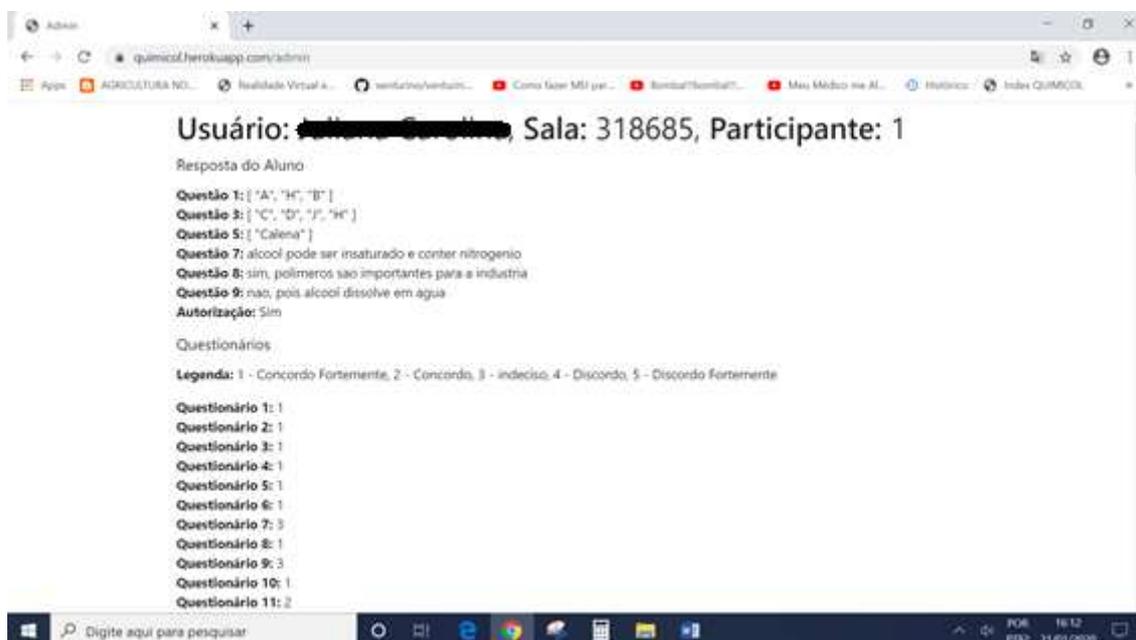
As figuras 19 e 20 trazem uma visão de algumas das formas de registros que podem ser acessadas na Área do Professor.

**Figura 19** – Tela da Área do Professor, visualizando os nomes dos participantes, por sala.



Fonte: Autora (2020)

**Figura 20** – Tela da Área do Professor, visualizando os registros das atividades desempenhadas por uma das participantes de uma das salas.



Fonte: Autora (2020)

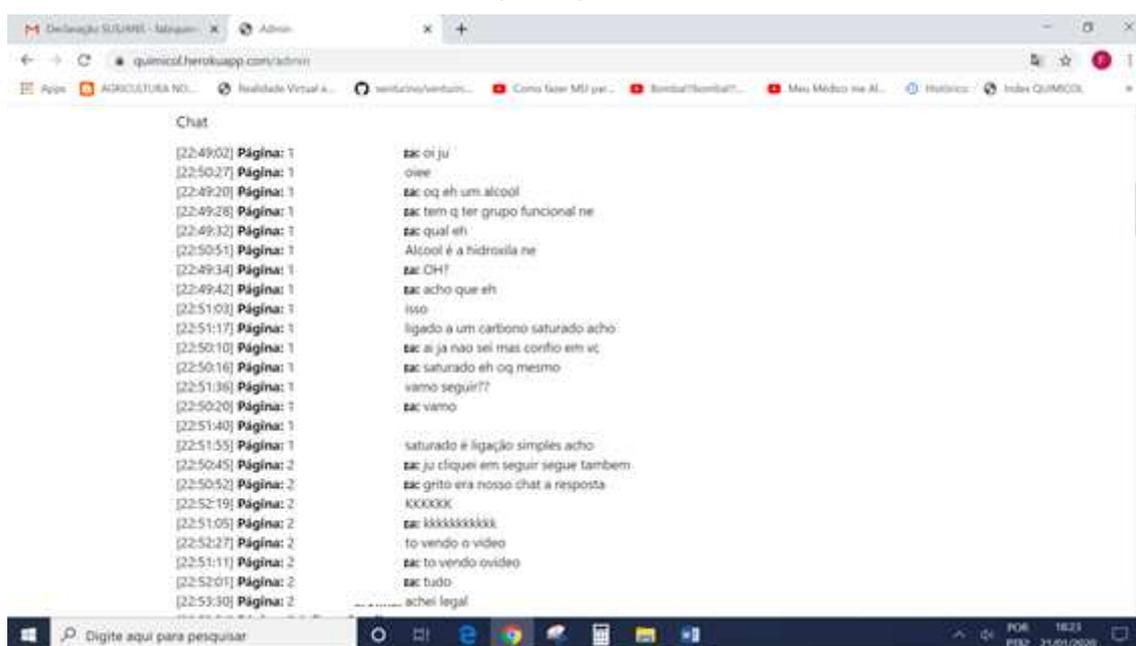
A figura 19 ilustra o preenchimento das salas do Quimicol, mediante o fluxo de acesso dos usuários. Tal recurso é importante, tanto para essa pesquisa quanto para fins didáticos. Ele possibilita que se tenha a visão geral das diferentes salas que

foram visitadas pelos estudantes e a visão particular de quais são ou foram as duplas formadas. Esse tipo de informação é muito útil em estratégias nas quais não se delimitam antecipadamente os integrantes da dupla. Por exemplo, pode-se agendar para que determinado grupo de estudantes acesse o Quimicol em uma hora estipulada e, com isso, as salas vão sendo preenchidas por ordem de acesso.

Ao acessar um dos participantes na Área do Professor, introduz-se uma página que indica os seus registros na resolução dos problemas, no *chat* e no questionário. Um exemplo nesse sentido está apresentado na figura 20, que exhibe os resultados das ações de uma participante, cuja identificação foi ocultada. Esse tipo de possibilidade de acesso a dados de cada participante é importante porque mostra que, mesmo dentro de uma abordagem colaborativa, é possível avaliar o aprendiz individualmente. Quanto a esse aspecto, em muitos casos, essa é uma das dificuldades frequentemente enfrentadas pelos professores: acompanhar e avaliar individualmente os estudantes nas atividades desempenhadas em grupo.

Uma forma de registro disponível na Área do Professor é o conteúdo do *chat*. É possível acessar todos os diálogos realizados pelas duplas, em cada sala do Quimicol. Um exemplo de um trecho de um *chat* entre as participantes de uma das duplas, é apresentado na figura 21. Novamente, as identificações das participantes foram suprimidas.

**Figura 21** – Tela da Área do Professor, visualizando parte dos registros dos diálogos em um *chat* entre as participantes de uma das salas.



Fonte: Autora (2020)

A atividade inicial no Quimicol visou reunir informações para avaliar o grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois. Para esse diagnóstico, para cada participante, foi possível acessar os *chats* na tela que continha a seguinte pergunta: “Para vocês o que é um álcool e como identificá-lo?”. Os diálogos das duplas revelaram que o critério principal para ser um álcool e para identifica-lo é a existência do grupo funcional OH numa molécula. Além disso, verifica-se também a forte influência do etanol nessa concepção, como é revelado em parte da conversa entre as participantes da dupla 2:

**Figura 22** – Conversa entre os participantes da dupla 2.

[17:43:01] **Página:** 1 [REDACTED] álcool é o que é geralmente encontrado nas bebidas  
 [17:42:14] **Página:** 1 [REDACTED] o álcool é uma formula química, que apresenta OH  
 [17:43:18] **Página:** 1 [REDACTED] o mais comum é o etanol  
 [17:43:51] **Página:** 1 [REDACTED] indentificado pela sua molecula  
 [17:43:02] **Página:** 1 [REDACTED] identifica-se pela sua estrutura

Fonte: Autora (2020)

Outra característica também citada foi a ligação da hidroxila a um carbono saturado, conforme pode ser visto no diálogo entre as estudantes da dupla 1:

**Figura 23** – Diálogo entre os estudantes da dupla 1.

[22:49:20] **Página:** 1 [REDACTED]: oq eh um alcool  
 [22:49:28] **Página:** 1 [REDACTED]: tem q ter grupo funcional ne  
 [22:49:32] **Página:** 1 [REDACTED]: qual eh  
 [22:50:51] **Página:** 1 [REDACTED]: Alcool é a hidroxila ne  
 [22:49:34] **Página:** 1 [REDACTED]: OH?  
 [22:49:42] **Página:** 1 [REDACTED]: acho que eh  
 [22:51:03] **Página:** 1 [REDACTED]: isso  
 [22:51:17] **Página:** 1 [REDACTED]: ligado a um carbono saturado acho  
 [22:50:10] **Página:** 1 [REDACTED]: ai ja nao sei mas confio em vc  
 [22:50:16] **Página:** 1 [REDACTED]: saturado eh oq mesmo  
 [22:51:36] **Página:** 1 [REDACTED]: vamo seguir??  
 [22:50:20] **Página:** 1 [REDACTED]: vamo  
 [22:51:40] **Página:** 1 [REDACTED]:  
 [22:51:55] **Página:** 1 [REDACTED]: saturado é liacão simples acho

Fonte: Autora (2020)

Verificou-se que, nas concepções prévias, nenhum dos participantes demonstrou o conhecimento da totalidade das características necessárias e

suficientes do conceito de álcoois, nem da necessidade de sua utilização no procedimento de identificação dos representantes dessa função orgânica. Tal posicionamento é similar ao verificado nos resultados obtidos por Oliveira Neto (2018) e por Suryelita (2017), em suas investigações quanto ao conhecimento prévio de estudantes sobre o conceito de álcoois. Essas respostas junto com as colocações nos *chats* sobre as estruturas que lhes foram apresentadas no momento de elaboração da BOA permitiram constatar que os participantes da pesquisa demonstravam um baixo domínio da habilidade de identificar álcoois.

A etapa motivacional aparentemente desempenhou um papel satisfatório no propósito para o qual foi utilizada. O vídeo continha vários exemplos de aplicações de álcoois, indicando suas propriedades e aplicações no dia a dia. Pelos comentários registrados nos *chats*, o vídeo gerou interesse nos participantes, como pode ser visto no trecho do diálogo entre a dupla 2:

**Figura 24** – Diálogo entre os estudantes da dupla 2.

[17:44:35] **Página:** 2 [REDACTED]: descobri vários produtos onde contém álcool

[17:44:15] **Página:** 2 [REDACTED]: muito interessante o vídeo

[17:45:19] **Página:** 2 [REDACTED]: vi que muitos produtos apresentam álcool, como cosméticos, bebidas

Fonte: Autora (2020)

Os estudantes puderam perceber que existem outros álcoois além do etanol e que eles podem ter várias aplicações. Em seguida, eles realizaram atividades nas 3 (três) telas do Quimicol destinadas à construção da BOA (telas 3 a 5).

As duplas apresentaram dificuldades no processo na identificação das estruturas de álcoois e em estabelecer o conjunto das características necessárias e suficientes do conceito, e que atua como invariante de habilidade. Nenhuma das duplas conseguiu identificar corretamente os álcoois apresentados nos quadros, quando eram mostrados com as representações estruturais de outras moléculas.

Em alguns momentos, os estudantes se orientaram pela terminação “ol”, como indicado no seguinte diálogo entre as participantes da dupla 1:

**Figura 25** – Diálogo entre os participantes da dupla 1.

[22:56:19] **Página:** 4 [REDACTED]: amiga tudo termina com OL af  
 [22:57:48] **Página:** 4 [REDACTED]: NE  
 [22:57:55] **Página:** 4 [REDACTED]: to nessa duvida  
 [22:58:04] **Página:** 4 [REDACTED]: mas tem fenol tbm ent n sei  
 [22:56:52] **Página:** 4 [REDACTED]: fenol eh oqq  
 [22:58:22] **Página:** 4 [REDACTED]: bezeno e hidroxila  
 [22:57:11] **Página:** 4 [REDACTED]: aaaa ai conta?  
 [22:58:32] **Página:** 4 [REDACTED]: mas n sei como é a nomenclatura  
 [22:58:43] **Página:** 4 [REDACTED]: n sei se contaa  
 [22:58:59] **Página:** 4 [REDACTED]: vou botar que ss pq termina em ol  
 [22:57:54] **Página:** 4 [REDACTED]: tambem !

Fonte: Autora (2020)

No entanto, essa opção era contraditoriamente contestada pela exibição de representações estruturais cujos nomes não continham a terminação “ol”. Tal situação gerou um conflito, pois, posteriormente, esse aspecto visual-representacional não podia ser utilizado para guiar as escolhas, como pode ser visto na continuidade do diálogo da dupla 1.

**Figura 26** – Diálogo entre os participantes da dupla 1.

[22:59:04] **Página:** 5 [REDACTED]: agora nada termina com ol  
 [23:00:30] **Página:** 5 [REDACTED]: aff dificil enferrugei em quimica  
 [22:59:14] **Página:** 5 [REDACTED]: soffro

Fonte: Autora (2020)

Os participantes aparentaram não dedicar muito tempo à análise das estruturas apresentadas e partiam para o processo de identificação. Em alguns momentos, percebeu-se que essa escolha se associava a uma postura aligeirada ao longo das telas referentes à construção conjunta da BOA. Aparentemente, em alguns momentos, necessitava-se de mais uma postura cooperativa, pois o individual prevalecia, como pode ser visto no diálogo entre a dupla 3:

**Figura 27**– Diálogo entre os participantes da dupla 3.

[22:51:18] **Página:** 3 [REDACTED]: 1 3 5 e segue  
 [22:51:44] **Página:** 5 [REDACTED]: já segui dnv  
 [22:52:54] **Página:** 5 [REDACTED]: Glicerina Esfingosina Guaifenesina Trietanolamina  
 [22:53:22] **Página:** 6 [REDACTED]: agora apareceram os botões da questão 6  
 [22:53:49] **Página:** 6 [REDACTED]: sim

Fonte: Autora (2020)

O êxito de uma BOA depende do grau de generalização dos conhecimentos que formam o seu conteúdo, focando em três parâmetros: pontos de orientação (particular ou geral), extensão das condições de realização da ação (completa ou incompleta) e de como é ela obtida pelo aluno (recebida ou preparada). Para o Quimicol, escolheu-se a BOA do terceiro tipo, que possui uma composição completa, pois as orientações de referem a uma ampla classe objetos (estruturas de álcoois), onde está o seu caráter generalizado. Essa BOA é obtida por meio de um processo de construção de significados, a partir do momento que o estudante analisa as estruturas que lhe são apresentadas, indica quais são álcoois e, a partir das opções que lhes são fornecidas, dialoga com o colega para escolher o conjunto de condições que a integra. Nesse caso, essas condições são as ações correspondentes ao conjunto de características necessárias e suficientes. Espera-se que, quanto maior for o envolvimento do estudante nessa etapa, melhor deverá ser seu desempenho ao longo das demais etapas do processo formativo (NÚÑEZ, 2009).

Vencida a etapa da construção da BOA, as duplas passaram para às telas da etapa materializada, telas 6 a 8, nas quais foram veiculados os problemas 1, 2 e 3. Os desempenhos dos estudantes nas tarefas são apresentados no quadro 3.

**Quadro 3** – Desempenho dos participantes na identificação de álcoois nos problemas da etapa materializada

ETAPA MATERIALIZADA											
PROBLEMA 1 (TELA 6)											
Opções corretas		A	B	C	D	E	F	G	H		
Opções registradas pelos participantes	1A	A	B	C	D	E	F	G	H		
	2A	A	B	C	D	E	F	G	H		
	3A	A	B	C	D	E	F	G	H		
PROBLEMA 2 (TELA 7)											
Opções corretas		Milho	Cana	Morango	Frutas	Tomate					
Opções registradas pelos participantes	1B	Milho	Cana	Morango	Frutas	Tomate					
	2B	Milho	Cana	Morango	Frutas	Tomate					
	3B	Milho	Cana	Morango	Frutas	Tomate					
PROBLEMA 3 (TELA 8)											
Opções corretas		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Opções registradas pelos participantes	1A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	2A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	3A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

Legenda: Cor verde = respostas corretas; Cor vermelha = respostas erradas

Fonte: Autora (2020).

Verifica-se que os estudantes iniciaram o processo de formação da habilidade oscilando os seus êxitos. Considerando a cooperação entre os participantes, observa-se que nenhuma das duplas conseguiram acertar as 3 (três) questões. Algumas respostas indicavam que os sujeitos ainda se orientavam por aspectos sensório-perceptuais ligados exclusivamente à presença da hidroxila, inclusive ainda confundindo-a com a aldoxila (na sua representação CHO) e com a carboxila. O *software* não registra se houve a consulta aos botões de ajuda, porém a análise dos *chats* revelou que apenas uma das duplas (a dupla 1) esse tipo de procedimento foi registrado. A dupla 1 teve, pelo menos, cerca de 5 (cinco) vezes consultas de ajuda do que das duas outras duplas juntas.

Notou-se também, na etapa material, um menor envolvimento dos participantes da dupla 2 e 3 com a atividade, principalmente na dupla 3. Parte do diálogo ocorrido na tela 7 retrata essa observação:

**Figura 28**– Diálogo entre os participantes da dupla 3.

[22:55:12] Página: 7 [REDACTED]: n importa muito saber, se quiser chutar o balde fica a vontade  
 [22:55:33] Página: 7 [REDACTED]: vou chutar mesmo

Fonte: Autora (2020)

Aparentemente, a possibilidade de pedir, oferecer e compartilhar auxílio não foi bem explorada, tanto nessa quanto nas demais etapas. Talvez essa baixa utilização das formas de ajuda tenha sido resultante de certo desconforto causado pela novidade de se realizar uma atividade a distância, ou pelo conteúdo não estar sendo estudado naquele momento na escola, e que também não se vincula a nenhum tipo de “vantagem” (pontuação para nota) em processo avaliativo. Mas também, outras questões podem estar associadas a essa baixa incidência, inclusive calcadas nos modelos vigentes de interação social dentro e fora da escola, que cada vez mais contribuem para o individualismo e um distanciamento entre as pessoas, inclusive quando elas se encontram dentro de um mesmo ambiente, seja físico ou virtual.

Ao avançarem para as próximas telas (9, 10 e 11), os participantes estiveram envolvidos com problemas voltados à formação da ação no plano da linguagem

externas para os outros. Nesse momento funcional, a linguagem verbal, a comunicação, a socialização deveria ganhar mais força.

O quadro 4 mostra os desempenhos dos participantes na identificação de álcoois nos problemas da etapa do plano da linguagem externa para os outros.

**Quadro 4** – Desempenhos dos participantes na identificação de álcoois nos problemas da etapa da linguagem verbal para os outros

ETAPA DA LINGUAGEM VERBAL PARA OS OUTROS E PARA SI												
PROBLEMA 4 (TELA 9)												
Opções corretas			A	B	C	D	E	F				
Opções registradas pelos participantes	1B		A	B	C	D	E	F				
	2B		A	B	C	D	E	F				
	3B		A	B	C	D	E	F				
PROBLEMA 5 (TELA 10)												
Opções corretas		Uva	Mor	Hor	Tom	Can	Anis	Mant	Cer	Mel	Fra	Nenhum
Opções registradas pelos participantes	1A	Uva	Mor	Hor	Tom	Can	Anis	Mant	Cer	Mel	Fra	Nenhum
	2A	Uva	Mor	Hor	Tom	Can	Anis	Mant	Cer	Mel	Fra	Nenhum
	3A	Uva	Mor	Hor	Tom	Can	Anis	Mant	Cer	Mel	Fra	Nenhum
PROBLEMA 6 (TELA 11)												
Opções registradas pelos participantes		1B	Sim. Sem justificativa.									
		2B	Sim. Sem justificativa.									
		3B	Sim, mas com justificativa inadequada.									

Legenda: Cor verde = resposta correta; Cor vermelha = resposta errada

Fonte: Autora (2020)

Na etapa da linguagem para os outros, verificou-se que as duplas passaram a ter um rendimento inferior na resolução dos problemas. Os problemas utilizados nesse momento do ciclo funcional são mais elaborados e exigem melhor utilização das características necessárias e suficientes, relacionadas ao procedimento de identificação.

A análise das conversas nos *chats* mostrou que, para a dupla 1, essa etapa estimulou um maior diálogo. Nas resoluções das questões dessa etapa, verificou-se aumento da discussão sobre o aspecto estrutural e sobre as propriedades dos álcoois. A comunicação em si fluiu mais, inclusive, há o registro de surpresa pelo aparecimento de uma questão aberta (problema 6, tela 11) e o esforço para se

compreender melhor o enunciado da questão, fato que lhes ajudou a conseguir sucesso na resposta.

Nas telas 12 e 13, os problemas eram voltados à formação da ação no plano da linguagem externa para si. Nessa etapa não havia mais interação, pois não havia mais o *chat*. Os estudantes resolveram as tarefas por conta própria. Esperava-se que isso fosse realizado de modo muito detalhado e exibindo consciência das operações que realizava. Porém, nessas questões, de uma forma geral os participantes não expressaram a utilização do conjunto das características necessárias e suficientes em suas respostas. Além disso, a argumentação era bastante limitada, frequentemente resumida para “sim” ou “pode”. As respostas ao problema da etapa da formação da ação no plano mental (tela 14) foram na mesma direção.

De forma geral, o processo de internalização da orientação como atividade externa, materializada para ações mentais, implica a transformação da ação não generalizada para uma generalizada, da ação detalhada para a ação abreviada, de compartilhada, no plano interpsicológico, para independente, intrapsicológicas, de consciente, para automatizada. Essa é, para Galperin (2001d) e Talízina (2000), a via para a formação de uma nova atividade ou aperfeiçoamento de uma má formada. Operacionalizar esse processo, às vezes considerado simples (como muitos atribuí à identificação de álcoois), pode ser um tarefa mais complexa que se imagina.

Analisando-se o processo desenvolvido, é importante tecer algumas considerações. Ao nosso ver, a etapa da BOA necessitaria de uma nova estruturação de modo a manter a motivação presenciada na etapa motivacional e para proporcionar algum tipo de arranjo para que a construção do mapa da atividade fosse mais autoral e mais negociada entre os componentes da dupla. A relação entre apresentação/análise das estruturas pelos participantes também deveria ter uma interação maior com a questão de formulação do procedimento. Do modo como estão arranjadas na tela e computacionalmente desvinculadas, esses dois processos podem estar parecendo são desconectados. Além disso, os estudantes deveriam interagir mais nessa fase da BOA. Essa etapa deveria também reforçar que a atividade não é uma corrida contra o tempo e que ela é importantíssima para a resolução das tarefas. Nessa direção, o Quimicol poderia ser ainda mais interativo e talvez inserindo o professor, de modo real ou virtual (alguma forma de inteligência

artificial). Verificamos a necessidade de se contar com mais recursos que auxiliassem a aumentar o diálogo máquina-estudante e estudante-estudante.

Como atenta Galperin (2001), é difícil para os estudantes encontrar a BOA por si mesmos. Alguns podem fazer isso, porém a tarefa do professor é ajudá-los a explicitar os esquemas de orientação que usam. O professor tem um papel essencial na orientação e na direção da aprendizagem. Não se trata de o estudante descobrir por si só a invariante da atividade, mas sim de elaborá-la com a ajuda e a colaboração do professor e dos colegas no contexto de dada ZDP.

A quantidade de problemas estipulados para cada etapa do ciclo cognoscitivo foi empírica. Sendo assim, seria interessante testar outras possibilidades. Adicionalmente, seria interessante que os indicadores qualitativos fossem vinculados ao programa e que, com base nas respostas aos problemas, a quantidade de problemas para cada etapa do ciclo cognoscitivo fosse determinada pelo *software* e não indicados arbitrariamente, como foi realizado nesta pesquisa.

Além disso, outras ações poderiam ser tomadas para a melhoria do *software*, tais como: a revisão da comunicação visual, tornando-a mais próxima a dos ambientes virtuais utilizados por adolescentes e jovens; a substituição das representações estruturais por imagens com melhores resoluções; e a utilização de elementos gráficos mais adequados ao público-alvo.

Ao final do processo, verificou-se que houve certa relação com necessidade da presença das características necessárias e suficientes para se identificar a função orgânica álcool. Também se constatou uma maior percepção dos estudantes quanto a outros exemplos de aplicação de álcoois, além do etanol. Porém, os estudantes ainda exibiram um baixo domínio do grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois, dentro dos limites de generalização utilizados, que eram vinculados a grande diversidade em termos de estruturas e de aplicações.

A utilização do Quimicol permitiu ratificar que o avanço pelas etapas de assimilação não aconteceu de forma uniforme, seja intra ou entre as duplas. Assim como destaca Talízina (1988), verificou-se que alguns estudantes demonstraram ritmos diferentes em relação a outros. Uns necessitaram se manter em uma etapa anterior enquanto outros podiam passar à etapa seguinte. Essas situações dependem de vários fatores e são circunstanciais à dinâmica da aprendizagem em grupo, mas é importante respeitar o ritmo de aprendizagem dos estudantes, mas também contribuir para a dinâmica no trânsito pelas etapas de assimilação. Do

ponto de vista da organização do processo, é conveniente dar a possibilidade de que esse tipo de situação favoreça o diálogo e auxilie na cooperação para que as tarefas sejam executadas considerando o conhecimento conceitual e procedimental exibido frente aos indicadores qualitativos selecionados para o processo: alto grau de generalização, alto grau de consciência, alto grau de independência e formal da ação.

### 6.3 AVALIAÇÃO DO QUIMICOL PELOS ESTUDANTES

Ao final do processo formativo, depois de preencher o termo, os participantes do processo formativo foram convidados a responderem o questionário avaliativo (Apêndice E). Na tela do programa ele era exibido conforme apresentado na figura 22.

**Figura 29** – Questionário eletrônico utilizado pelos estudantes para a avaliação do Quimicol.

Quimicol Participante 1! seu parceiro é Participante 2 Página (16/17)

Prezado(a) usuário(a),

Agradecemos por você ter utilizado o Quimicol. Gostaríamos que a sua experiência nos auxiliasse a melhorar ainda mais esse software didático gratuito e de livre acesso, e oportunizar mais qualidade para futuros usuários. Para tanto, precisamos que você responda as questões abaixo.

- Os recursos (vídeo, textos, estruturas, caixas de diálogo, quadros e tabelas) contidos no software podem ser bem visualizados.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente
- As suas telas possuem um formato de fácil reconhecimento e navegação.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente
- A interface do software é atraente e ajudam a manter a atenção.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente
- O software é interativo.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente
- O software proporcionou cooperação.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente
- Foi agradável usar o Quimicol com outro colega, via web, cada um em seu computador.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente
- No uso do software, verifica-se porque é importante estudar o conteúdo álcool.**
  - Concordo fortemente
  - Concordo
  - Indeciso
  - Discordo
  - Discordo fortemente

Fonte: Autora(2020)

As respostas de cada estudante às questões foram registradas na Área do Professor. A partir desses dados, montou-se a matriz de registros das respostas dos participantes ao questionário sobre o Quimicol (apêndice). O resultado do tratamento desses dados está exposto no quadro 5.

Conforme apresentado no quadro, os participantes avaliaram positivamente o Quimicol, em sua maioria, concordando fortemente com as características atribuídas ao *software* e a sua utilização no processo de ensino da função álcool. Entre as avaliações registradas, não houve discordâncias sobre os aspectos favoráveis investigados, como a visualização dos recursos, telas de fácil navegação, interativo, entre outros.

**Quadro 5** – Avaliação dos 6 (seis) participantes sobre o Quimicol.

Questão	Resposta				
	Concordo fortemente	Concordo	Indeciso	Discordo	Discordo fortemente
1. Os recursos (vídeo, textos, estruturas, caixas de diálogo, quadros e tabelas) contidos no <i>software</i> podem ser bem visualizados.	6	-	-	-	-
2. As suas telas possuem um formato de fácil reconhecimento e navegação.	4	2	-	-	-
3.A interface do <i>software</i> é atraente e ajudam a manter a atenção.	4	2	-	-	-
4. O <i>software</i> é interativo.	5	1	-	-	-
5. O <i>software</i> proporcionou cooperação.	4	2	-	-	--
6. Foi agradável usar o Quimicol com outro colega, via web, cada um em seu computador	6	-	-	-	-
7. No uso do <i>software</i> , verifica-se porque é importante estudar o conteúdo álcool.	3	2	1	-	-
8. O Quimicol é útil para aprender parte do assunto anteriormente à aula na escola.	4	2	-	-	-
9. A quantidade de informações apresentada em cada tela do <i>software</i> foi adequada	2	3	1	-	-
10. O <i>software</i> permite aprender a identificar álcoois de uma forma agradável.	5	1	-	-	-
11. O <i>software</i> é apropriado para verificar as aplicações de diferentes tipos de álcoois.	3	3	-	-	-

Fonte: Autora(2020)

Os participantes concordaram ou concordaram fortemente com as questões afirmativas sobre a modelagem utilizada no Quimicol. Para esses usuários os recursos contidos no *software* (vídeo, textos, estruturas, caixas de diálogo, quadros e tabelas) podem ser bem visualizados, as suas telas possuem um formato de fácil reconhecimento e navegação e a sua do *software* é atraente e ajudam a manter a atenção. Desse modo, eles avaliaram positivamente os aspectos estéticos do ambiente virtual e a sua funcionalidade.

Os estudantes também concordaram que o Quimicol é interativo e que atividade desempenhada no mesmo proporcionou cooperação, dentro de uma experiência considerada agradável de ser realizada com outro colega, via web, cada um em seu computador. Além disso, os participantes da pesquisa também avaliaram positivamente a adequação pedagógica do Quimicol em termos da quantidade de informações apresentada em cada tela e quanto a sua utilidade para aprender parte do assunto anteriormente à aula na escola. Adicionalmente, ele auxilia a se verificar porque é importante estudar o conteúdo álcool, exibindo as aplicações de diferentes tipos de álcoois e permitindo aprender a identifica-los de uma forma agradável. Portanto, de acordo com as suas respostas os estudantes avaliaram positivamente o Quimicol.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Quimicol foi concebido, desenvolvido e utilizado para a formação da habilidade de identificar álcoois em estudantes do ensino médio, dentro das etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin. Ele foi aplicado em uma experiência formativa na qual os estudantes realizaram atividades conjuntamente e à distância, em duplas e *on line*. Para esse processo foi montado um banco de representações e estruturas de diferentes tipos de álcoois, que representavam a diversidade qualitativa dessa função orgânica, tanto em termos químicos quanto às aplicações dessas substâncias. Também foi desenvolvido um conjunto de problemas, com tipologias adequadas à cada uma das etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin.

O processo de desenvolvimento do Quimicol foi muito trabalhoso e exigiu muitas horas de dedicação. Trabalhou-se junto com um bacharel em Ciência de Computação. As etapas de desenvolvimento necessariamente demandavam o domínio tecnológico, em termos de linguagem de programação, engenharia de programação e atividades suportadas em web. A presença e envolvimento do colega profissional foi fundamental para o êxito do processo criativo. No entanto, esse aspecto não foi suficiente. Houve um trabalho colaborativo, no qual a parte do conhecimento específico também foi determinante.

A base teórico-metodológica, fundamentada na teoria de Galperin, e os conhecimentos envolvendo o conceito de álcoois também foram decisivos para a elaboração do Quimicol. Portanto, o trabalho colaborativo efetivou-se em uma cooperação multidisciplinar.

O vídeo utilizado na etapa motivacional atuou como uma adequada ferramenta para esse propósito. A ação orientadora na etapa da formação da BOA aparentou ter sido comprometida. Acreditamos que isso possa ter acontecido por alguns fatores: dificuldades na articulação entre a relação unitária conhecimento-procedimento na análise das representações estruturais, na elaboração do processo de identificação e na construção do mapa da atividade pelos estudantes; diminuição e/ou menor interesse de alguns participantes pela atividade, que resultou na diminuição do diálogo. A sequência pré-fixada de problemas referentes às etapas, parece ter sido outro fator que dificultou o processo formativo, pois ela permitiu o fluxo de estudantes pelas etapas sem que eles atingissem o nível adequado de

qualidade da ação. Algumas das razões para tal dificuldade podem ter sido a utilização em um período fora do calendário escolar e sua consequente não vinculação à abordagem curricular no calendário escolar, e sem nenhum benefício de nota.

O desenvolvimento e a utilização do Quimicol foi um processo laborioso e gratificante. Ele possibilitou trabalhar cooperativamente com outra área, da computação, e realizar uma experiência formativa que também estimula a cooperação e, ao mesmo tempo, o desenvolvimento individual, buscando a formação de sujeitos ativos e independentes. Esperamos que a viabilização do Quimicol como uma ferramenta didática apoiada teórica e metodologicamente na teoria de Galperin ainda receba as sugestões e os ajustes para uma melhor adequação à abordagem da função álcool. Desse modo, esperamos que a sua natureza, a sua incompletude e a sua potencialidade possam contribuir para a difusão de estratégias nessa direção e estimulem a realização de novas pesquisas para melhorias ao processo de ensino-aprendizagem escolar.

## Referências

- ALMEIDA, M.E.B.; PRADO, M.E.B. Formação de educadores para o uso dos computadores portáteis: indicadores de mudança na prática e no currículo. **Anais do VI Conferência Internacional de TIC na Educação**. Braga, Portugal: Universidade do Minho, 2009. Disponível em: [http://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo\\_3b\\_gestores/tema\\_05/anexos/anexo\\_2\\_fo\\_rmacao\\_portateis\\_Bethes.pdf](http://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo_3b_gestores/tema_05/anexos/anexo_2_fo_rmacao_portateis_Bethes.pdf). Acesso em: 3 set. 2019
- ALVES, S. M. **Freire e Vigotski**: um diálogo entre a pedagogia freireana e a psicologia histórico-cultural. Chapecó: Argos, 2012.
- ANTUNES, C. **Como desenvolver conteúdos explorando as inteligências múltiplas**. Petrópolis: Editora Vozes, 2003. 54p.
- ATKINS, P.W., JONES, L., **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente 5ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom**: reach every student in every class every day. Washington: Iste, 2012. 112 p.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 104 P
- BERNARDES, M. E. M., & ASBHR, F. S. F. (2007). Atividade pedagógica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. **Revista Perspectiva**, 25(2), 315-342.
- BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. V. 2, Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2006.
- BRUCE, P. Y. Química orgânica. 4. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2006. 2v.
- CAREY, F. A. Química orgânica. 7.ed. Porto Alegre, RS: AMGH, 2011. 2v.
- CHIZOTTI, A. Pesquisas em ciências humanas e sociais. São Paulo: Cortez, 1995.
- COSTA, P. B. et al. Fluidez digital y uso de ambientes virtuales: caracterización de estudiantes de enfermería. **Rev. esc. enferm.** v. 45, n. spe, p. 1589-1594, 2011.
- CSS. Guia Básico para Iniciantes. Disponível em: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-css-guia-basico-de-css/#O-que-e-CSS>. Acesso em: 06 Dez. 2019
- 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, 2012.
- CUORE, R. E. A Implantação das Tecnologias da Informação no Ambiente Escolar. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigo/a-implantacao-das-tecnologias-da-informacao-no-ambiente-escolar/21173>. Acesso em: 12 Mar. 2019.

- DANIELS, H. Vygotsky e a Pedagogia. São Paulo: Loyola, 2003. 246p.
- DAVYDOV, V.V. e ZINCHENKO, V.P. "A contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia". In: DANIELS, Harry (org.). Vygotsky em foco: Pressupostos desdobramentos. Campinas: Papirus, 1994, pp. 151-167
- DAZZANI, M. V. M. (2003). Learning and abduction. **Semiotica**: International Association for Semiotic Studies, 151(1/4), 73-84
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- DEVEREUX, R. The Arabic Contribution to English. Islamic Quarterly. Vol. 28, 3. ed., 165, 1984.
- DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes: uma química inesquecível. **Química Nova na Escola**, São Paulo, nº4, p.3-6, novembro 1996. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br /online/qnesc04/quimsoc.pdf>. Acesso em: 30 Out. 2019
- DUARTE, N. (1996). Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski. Campinas: Autores Associados.
- DUARTE, N. (2000). Vigotski e o “aprender a aprender”: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. Campinas: Autores Associados.
- 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, set/out/nov/dez 2001, n. 18, p.35-40. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a04>. Acesso em: 3 jan. 2020.
- DUARTE, N. Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski. 3. ed. rev. e ampl. Campinas, SP: Autores Associados, 2001. Disponível em: <http://www.afoiceeomartelo.com.br/posfsa/Autores/Duarte,%20Newton/Vigotski%20e%20o%20Aprender%20a%20Aprender.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2019.
- 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.
- DWYER, T. et al. Desvendando mitos: os computadores e o desempenho no sistema escolar. **Educação & Sociedade**, v. 28, n. 101, p. 1303-1328, 2007.
- EDUC. REV. **Análise de softwares educacionais**. Disponível em: <http://www.uel.br/seed/nre/analisedesoftwares.html>. Acesso em: 10/10/2019
- FALKEMBACH, G.A. M. Concepção e Desenvolvimento de Material Educativo Digital. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, maio. 2005. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13742/7970>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- FERREIRA, G.A.L.; MÓL, G.S.; SILVA, R.R. Bafômetro: um modelo demonstrativo. **Química Nova na Escola**, n. 5, p. 32-33, 1997.
- FINO, C. N. **Um software educativo que suporte uma construção de conhecimento em interação**. (Com pares e professor). In Atas do 3º Simpósio de

Investigação e desenvolvimento de software educativo (edição em cd-rom), Évora: Universidade de Évora. Disponível em: <http://www.uma.pt/carlosfino/publicacoes/16.pdf>, 1998. Acesso em 09 nov.2019.

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

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

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

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.

GARRIOTT, J. C.; "Pharmacology of ethyl alcohol Garriott, J., ed.; Medicolegal Aspects of Alcohol Determination in Biological Specimens, Littleton, MA, PSG Publishing Company, Inc., 1988, 36-54.

GEROSA, M. et al. Coordenação de fóruns educacionais: encadeamento e categorização de mensagens. In: XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 12. 2003, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: NCEIM/UFRJ, 2003, p. 1-10.

GIBSON, D. Network-based assessment in education. **Contemporary issues in technology and teacher education**, v. 3, n. 3, p. 310-323, 2003.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, A. C. Projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GODIN, E. A. Alcohol pharmacology education partnership: using chemistry and biology concepts to educate high school students about alcohol. *J. Chem. Educ.*, 91, 2, 165-172, 2014.

GOMES, A. S.; PADOVANI, S. Usabilidade no ciclo de desenvolvimento de software educativo. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE2005**, Juiz de Fora (MG). V.1.

GOUVEIA, V. V. et al. Atitudes frente ao álcool e o potencial bebedor-problema: Correlatos demográficos e psicossociais. **Revista Bioética**, 17, 251-266, 2009.

HILL, J. R. *et al.* Exploring research on internet-based learning: from infrastructure to interactions. In: JONASSEN, D. H. (Ed.). **Handbook of research on educational communications and technology**. New York: Macmillan, 2003.

HTML. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/HTML>. Acesso em 06 jan. 2020.

IAROCHEVSKI, M. G. (2007). L. S. VIGOSKI: v poiskarh novoi psirrologii.

SOFTWARES EDUCACIONAIS. Disponível em: <https://www.infoescola.com/informatica/software-educacionais/> Acesso em: 10 dez 2019

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

JAVASCRIPT. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/JavaScript>. Acesso em: 06 jan. 2020.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chem. Educ. Res. Pract.*, 1, 9-15, 2000.

KALINKE, M. A. Internet na Educação. Curitiba: Chain, 2003.

KONDER, L. A Construção da proposta pedagógica do SESC Rio. Rio de Janeiro: Editora SENAC (2000).

KOROLIJA, J. N.; PLAVSIC, J. V.; MARINKOVIC, D., MANDIC, L. M. Beer as a Teaching Aid in the Classroom and Laboratory. *J. Chem. Educ.* 89, 5, 605-609, 2012.

LEAL, V. P. L. V. O chat quando não é chato. O papel da mediação pedagógica em chats educacionais. In: ARAÚJO, Júlio C. (org.). **Internet & ensino**: novos gêneros, outros desafios. Rio de Janeiro: Lucerna, 2007.

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

LEONTEV, A. Activity, Consciousness, and Personality. (1978) Disponível em: <https://www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/ch3.htm>. Acesso em 13 nov. 2006.

LYRA, A. R. L.; LEITÃO, D. A.; AMORIM, G. B. C.; GOMES, A. S. Ambiente virtual para análise de software educativo. Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). **Workshop em Informática na Educação** – WIE, 2003. Campinas: SBC, 2003. Disponível em:

<http://www.brie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/792/778>. Acesso em: 19 dez. 2019.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN; MARCO A. S. Revista Tecnologias na Educação, 7, 12, 2015

LUCK, L. A.; BLONDO, RYAN M. The Grapes of Class: Teaching Chemistry Concepts at a Winery. J. Chem. Educ. 89, 10, 1264-1266, 2012.

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. 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.

MARCELINO, JR, Desenvolvimento de um sistema didático para a formação da habilidade de explicar as propriedades dos isômeros, em licenciando em química, na perspectiva da teoria de P.YA Galperin, 2014. 317f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

Disponível em:

[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22698/1/DesenvolvimentoSistemaDid%C3%A1tico\\_MarcelinoJunior\\_2014.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22698/1/DesenvolvimentoSistemaDid%C3%A1tico_MarcelinoJunior_2014.pdf). Acesso em: 10 de ago. 2019

MARKS, R.; EILKS, I. Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concept, Examples, Experiences. International Journal of Environmental & Science Education, Vol. 4, No. 3, 231-245, 2009.

MARX, K. Crítica da Filosofia do Direito: Introdução. **Temas de Ciências Humanas**. São Paulo: Editorial Grijalbo, 1972

MAROJA, C. (2007). O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/claudiomaroja/o-curriculo-de-quimica-nas-escolas-pblicas-de-ensino>. Acesso em: 10 nov. 2019.

MASETTO, M. T.; MORAN, J.M.; BEHRENS, M.A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 5.ed. [s.l]: Papyrus, 2002.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**, Cengage Learning, 7ª ed. São Paulo, 2011. Vol. 1

MESSEDER, H.; MORADILLO, E. 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.

MORAIS, R. X. T. Software educacional: a importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula. Monografia (Bacharel em ciências da computação) - Faculdade Lourenço Filho. 51p. Fortaleza, 2003. Disponível em: [http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic\\_literatura/monografias/monografia-rommel-xenofonte.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/monografias/monografia-rommel-xenofonte.pdf). Acesso em: 20 set.2019

MORAN, J. **Contribuições para uma pedagogia da educação online**. In: Silva, A. (Org.). Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2003. p. 41-52.

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

NETA, L. B.; SILVA, F. O. O que vem a ser um software "educativo"? **Constr. psicopedag.**, São Paulo , v. 22, n. 23, p. 72-80, 2014 . Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-69542014000100006&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-69542014000100006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 03 jan. 2020.

NODEJS. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Node.js>. Acesso em: 20 dez.2019.

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

NÚÑEZ, I. B; SILVA, M. G. L. **Descrevendo e explicando processos e fenômenos na aprendizagem de Química**. Programa Universidade a Distância. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal. 2008.

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, 2018. Disponível em: [http://www.ppgec.ufrpe.br/sites/www.ppgec.ufrpe.br/files/documentos/jose\\_olimpio\\_d\\_e\\_oliveira\\_netto.pdf](http://www.ppgec.ufrpe.br/sites/www.ppgec.ufrpe.br/files/documentos/jose_olimpio_d_e_oliveira_netto.pdf). Acesso em: 10 out. 2019

PASCUAL, M. Araceli Calvo. Using Product Content Labels To Engage Students in Learning Chemical Nomenclature. *J. Chem. Educ.* 91, 5, 757-759, 2014.

PASSARELLI, B.; JUNQUEIRA, A. H.; ANGELUCI, A. C. B. **Os nativos digitais no Brasil e seus comportamentos diante das telas**. *Matrizes*, v.8, n.1, p.159-178, jun. 2014.

PEREIRA, V. O. **Bate-papo na Internet**: algumas perspectivas educativas. 2004. 190 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, 2004. Disponível em: [http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/teses-dissertacoes/dissertacao\\_vivian.pdf](http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/teses-dissertacoes/dissertacao_vivian.pdf). Acesso em: 12 nov. 2019.

PIERONI, O. I.; VUANO, B. M.; CIOLINO, A. E. Classroom Innovation: Games to Make Chemistry More Interesting and Fun. *Chemical Educator*. 5, 4, 167–170, 2000.

POPE, C.; MAYS, N. **Qualitative research in health care**. London: BMJ, 2000.

PRESTES, Z. R. (2010). Quando não é quase a mesma coisa: análise de traduções de L.S. Vigotski no Brasil, repercussões no campo educacional. Tese de doutorado não-publicada, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília.

RIBEIRO, R. P.; NÚÑEZ, I. B. O desenvolvimento dos procedimentos do pensamento lógico: comparação, identificação e classificação. **Educação em Questão**. v. 7, p. 1- 2, 1997.

RODRIGUES, J. R.; AGUIAR, M. R. M. P.; SANTA MARIA, L. C.; SANTOS, Z. A. M. Uma abordagem alternativa para o ensino da função álcool. **Química Nova na Escola**, v. 12, p. 20-23, 2000.

RODRIGUES, AJ. **Metodologia científica**. São Paulo: Avercamp; 2006.

ROSA, C. R. **O álcool e a violência doméstica**: efeitos e dramas. VirtuaJus, v.13, n.1, p.243-269, 2017.

SANTOS OS, WARTHA EJ, FILHO JCS. Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização. 2010. **Anais de congresso do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)**. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/3960-18108.html>. Acesso em: 13 dez. 2019.

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

ŞENDUR, G. Prospective Science Teachers' Misconceptions in Organic Chemistry: The Case of Alkenes. *Journal of Turkish Science Education* Volume 9, Issue 3, 186-190, 2012.

SHUARE, M. (1990). *La Psicología Soviética como yo la vejo*. Moscú: Editorial Progreso.

SOCKET.IO, **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Socket.IO>. Acesso: 06 jan. 2020.

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

SOUSA, D. L. S.; CARVALHO, D. C.; MARQUES, E. S. A. O uso de Recursos Tecnológicos em Sala de Aula: Relato envolvendo experiências do Pibid do Curso de Pedagogia da UFPI. Campina Grande: Realize, 2012. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/54229abfcfa5649e7003b83dd4755294.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SOUZA, L. A. "Classificação dos Álcoois"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/classificacao-dos-alcoois.htm>. Acesso em 30 abr. 2019.

SURYELITA, Z. F. Conception analysis of student on alcohol as a study of learning needs. *Trends in Science and Science education*. 2017.

TAJRA, S. F. Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade. / Sanmya Feitosa Tajra. 3. ed. rev. atual e ampl. – São Paulo: Érica, 2001.

TALÍZINA, N.F. Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza em la educación superior. Universidad de la Habana: Departamento de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, 1984.

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

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

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.

TALIZINA, N. F. La formación de los conceptos matemáticos. In: TALIZINA, N. F. **La formación de las habilidades del pensamiento matemático.** San Luis Potosi: 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.

TEIXEIRA, A. C.; BRADÃO, E. J. R. **Software educacional: o difícil começo;** CINTED-UFRGS; v.1 nº1; fevereiro de 2003. Disponível em: [http://www.cinted.ufrgs.br/renote/fev2003/artigos/adriano\\_software.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/fev2003/artigos/adriano_software.pdf). Acesso em 19 mai. 2019.

TUNES, E.; PRESTES, Z. Vigotski e Leontiev: ressonâncias de um passado. **Cad. Pesqui.**, São Paulo , v. 39, n. 136, p. 285-314, Apr. 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15742009000100014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742009000100014&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 20 Jan. 2020.

USBERCO J.; SALVADOR E., **Química Geral**, 12. ed., São Paulo: Saraiva, 2006. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc13/v13a05.pdf>. Acesso em 10 mar. 2019.

VAINO, K.; HOLBROOK, J.; RANNIKMÄE; M. Stimulating students' intrinsic motivation for learning chemistry through the use of context-based learning modules. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13, 410-419, 2012.

VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de softwares usados na educação. **Anais** do III Encontro Nacional do PROINFO. Pirenópolis: MEC, 1998. Disponível em: [http://www.nuted.ufrgs.br/edu3375\\_2009\\_2/links/semana\\_3/analise\\_soft.pdf](http://www.nuted.ufrgs.br/edu3375_2009_2/links/semana_3/analise_soft.pdf). Acesso em 12 mar. 2019.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação; disponível em: [http://edutec.net/Textos/Alia/PROINFO/prf\\_txtie02.htm](http://edutec.net/Textos/Alia/PROINFO/prf_txtie02.htm). Acesso em 20 nov. 2019.

VALENTE, J. A. et al; O Computador na Sociedade do Conhecimento. Ministério da Educação, **ProInfo** - Programa Nacional Informática na Educação, 1999. Disponível

em: <http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/computador-sociedade-conhecimento.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.

VARELLA, G. Há laboratórios de informática em 81% das escolas públicas, mas somente 59% são usadas. Disponível em: <https://epoca.globo.com/educação/noticia/2017/08/ha-laboratorios-de-informatica-em-81-das-escolas-publicas-mas-somente-59-sao-usados.html>. Acesso em: 12 mar. 2019.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de Software Educativo**: Reflexões para uma Análise Criteriosa. Disponível em: <http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>. Acesso em: 10 Mai. 2010

VIGODSKAIA, G. L., & LIFANOVA, T. M. (1996). Lev Semionovitch Vigotski: jizn, deiatelnost, chtrirri k portretu. Moskva: Smisl i Smisl.

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

VILTRES; RODRÍGUEZ, R. A.; LITONGA, J. H.; ARZA PASCUAL, L. Proposta de exercícios da disciplina de química orgânica para o fortalecimento da aprendizagem da nomenclatura de álcoois nos estudantes ISCED-HUAMBO. *RAC: Revista Angolana de Ciências*, 1, 1, 95-104, 2019.

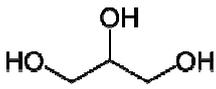
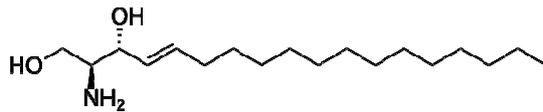
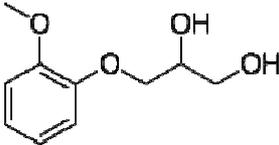
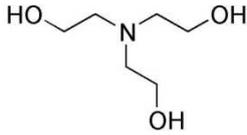
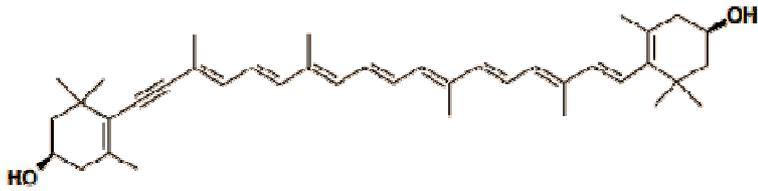
JOHNSTONE, A.H. The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*. 70(9), p. 701-705, 1993.

ZHOU Q., WANG T. and ZHENG Q. Probing high school students' cognitive structures and key areas of learning difficulties on ethanoic acid using the flow map method, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16, 3, 589–602, 2015.

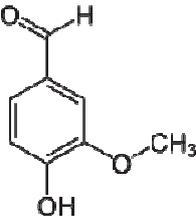
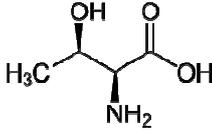
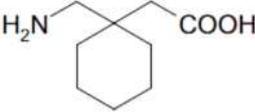
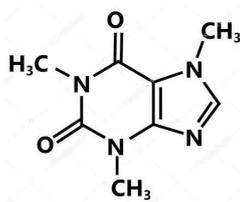
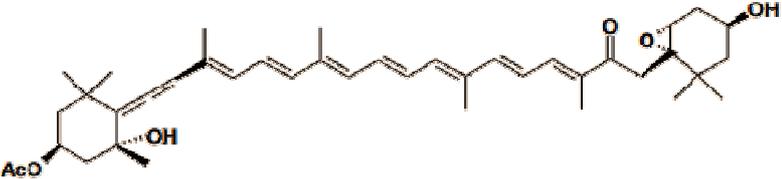
WEBSTER'S New World Medical Dictionary, Second Edition. Disponível em: <http://www.medterms.com/script/main/art.asp?articlekey=20078> Acesso em: 01 mar. 2019.

## APÊNDICE A – BANCOS DE ESTRUTURAS DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

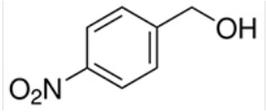
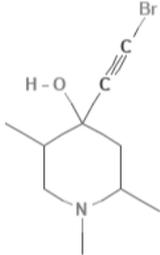
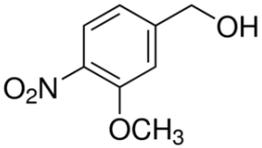
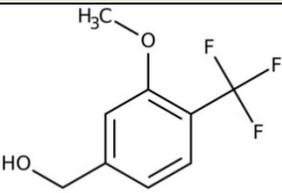
### BANCO DE ESTRUTURAS 1

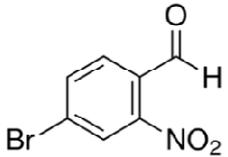
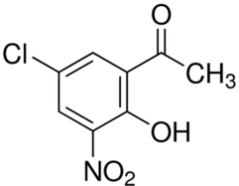
Álcoois	
 <p><b>Glicerina</b></p> <p>Constituinte de sabonetes, sabões, detergentes líquidos, loções para a pele.</p>	 <p><b>Esfingosina</b></p> <p>Presente em shampoos de ceramida.</p>
<b>EST 1</b>	<b>EST 3</b>
 <p><b>Guaifenesina</b></p> <p>Expectorante, no combate à tosse.</p>	 <p><b>Trietanolamina</b></p> <p>Utilizada em preparações cosméticas e de higiene.</p>
<b>EST 5</b>	<b>EST 7</b>
 <p><b>Diadinoxantina</b></p> <p>Carotenoide (pigmento) típico de algas pardas da classe Phaeophyceae.</p>	
<b>EST 9</b>	

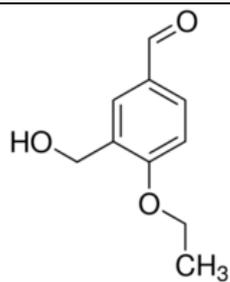
Não são álcoois

 <p><b>Vanilina</b> Essência de baunilha.</p>	 <p><b>Treonina</b> Constituinte de alguns suplementos nutricionais para humanos e animais.</p>
<b>EST 2</b>	<b>EST 4</b>
 <p><b>Gabapentina</b> Fármaco usado no tratamento da epilepsia.</p>	 <p><b>Cafeína</b> Estimulante.</p>
<b>EST 6</b>	<b>EST 8</b>
 <p><b>Fucoxantina</b> Carotenoide (pigmento) típico de algas pardas da classe Phaeophyceae.</p>	
<b>EST 10</b>	

## BANCO DE ESTRUTURAS 2

Álcoois	
 <p><b>3-nitrobenzenometanol</b> Reagente para síntese de fármacos.</p>	 <p><b>4-(2-bromoetnil)-1,2,5-trimetilpiperidin-4-ol</b> Reagente para síntese de fármacos.</p>
<b>EST 11</b>	<b>EST 13</b>
 <p><b>(3-metoxi-4-nitrofenil)metanol</b> Reagente para síntese de fármacos.</p>	 <p><b>(3-metoxi-4-trifluorometil fenil) metanol</b> Reagente para síntese de fármacos.</p>
<b>EST 15</b>	<b>EST 17</b>

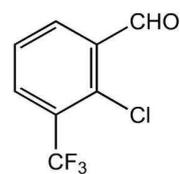
Não são álcoois	
 <p><b>4-bromo-2-nitrobenzaldeído</b> Reagente para síntese de fármacos.</p>	 <p><b>(5-cloro-2-hidroxi-3-nitrobenzil)etanona</b> Reagente para síntese de fármacos.</p>
<b>EST 12</b>	<b>EST 14</b>



**4-etoxi-3-(hidroximetil)benzaldeído**

Reagente para síntese de fármacos.

EST 16

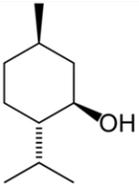
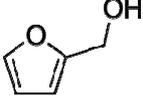
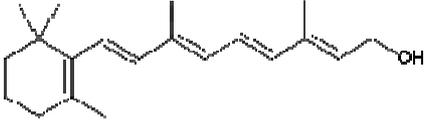
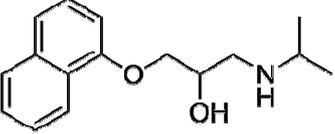


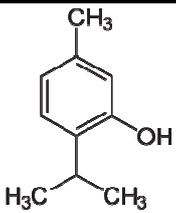
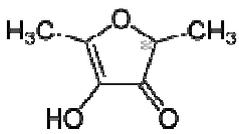
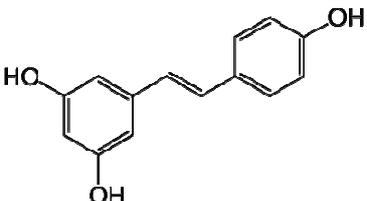
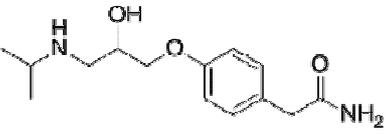
**2-cloro-3-trifluorometil-benzaldeído**

Reagente para síntese de fármacos.

EST 18

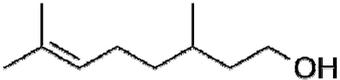
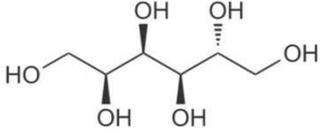
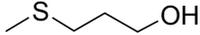
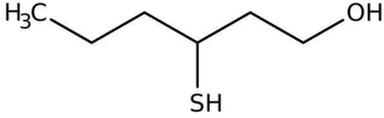
## BANCO DE ESTRUTURAS 3

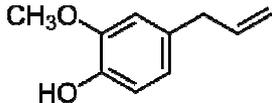
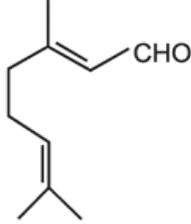
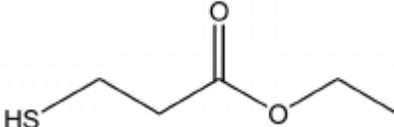
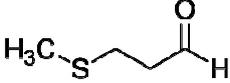
Álcoois	
 <p style="text-align: center;"><b>Mentol</b></p> <p> Cremes dentrífcios, enxaguantes bucais, gomas de mascar, balas (bombons).</p>	 <p style="text-align: center;"><b>2-furancarbinol</b></p> <p> Monômero para síntese de resinas usadas em cimentos e adesivos</p>
<b>EST 19</b>	<b>EST 21</b>
 <p style="text-align: center;"><b>Retinol</b></p> <p> Cremes e géis "anti-idade".</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Propanolol</b></p> <p> Tratamento da hipertensão arterial.</p>
<b>EST 23</b>	<b>EST 25</b>

Não são álcoois	
 <p style="text-align: center;"><b>Timol</b></p> <p> Cremes dentrífcios, enxaguantes bucais, gomas de mascar, balas (bombons).</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Furaneol</b></p> <p> Aroma de morango usado em iogurtes e biscoitos.</p>
<b>EST 20</b>	<b>EST 22</b>
 <p style="text-align: center;"><b>Atenolol</b></p> <p> Tratamento da hipertensão arterial</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Atenolol</b></p> <p> Tratamento da hipertensão arterial</p>

<p><b>Resveratrol</b> Antioxidante presente na uva.</p>	
<p><b>EST 24</b></p>	<p><b>EST 26</b></p>

## BANCO DE ESTRUTURAS 4

Álcoois	
 <p style="text-align: center;"><b>Citronelol</b></p> <p style="text-align: center;">Óleo de citronela, repelente de insetos.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Sorbitol</b></p> <p style="text-align: center;">Alimentos dietéticos; chicletes “sem açúcar”; cremes dentrífcios; pomadas, cremes e loções para a pele.</p>
<b>EST 27</b>	<b>EST 29</b>
 <p style="text-align: center;"><b>4-tiapentan-1-ol</b></p> <p style="text-align: center;">Produzido na fermentação do vinho.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>3-sulfanilhexanol</b></p> <p style="text-align: center;">Produzido na fermentação do vinho.</p>
<b>EST 31</b>	<b>EST 33</b>

Não são álcoois	
 <p style="text-align: center;"><b>Eugenol</b></p> <p style="text-align: center;">Cravo-da-India..</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Neral</b></p> <p style="text-align: center;">Balas e refrigerantes com aromas de limão.</p>
<b>EST 28</b>	<b>EST 30</b>
 <p style="text-align: center;"><b>3-sulfanilpropionato de etila</b></p> <p style="text-align: center;">Produzido na fermentação do vinho.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Metional</b></p> <p style="text-align: center;">Produzido na fermentação do vinho.</p>
<b>EST 32</b>	<b>EST 34</b>

## APENDICE B - PROBLEMAS UTILIZADOS NO QUIMICOL

### Problema 1

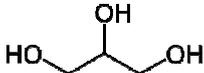
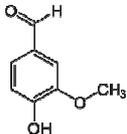
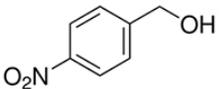
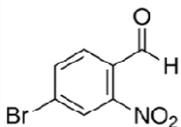
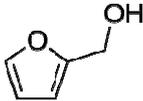
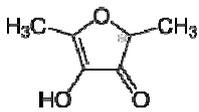
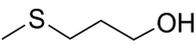
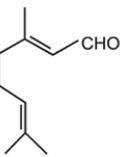
Há três condições para que uma substancia seja identificada como álcool:

- Possui hidroxila
- Possui carboxila
- Ligado ao carbono saturado
- Ligado ao carbono insaturado
- É o grupo funcional principal
- É o grupo funcional minoritário

### Problema 2

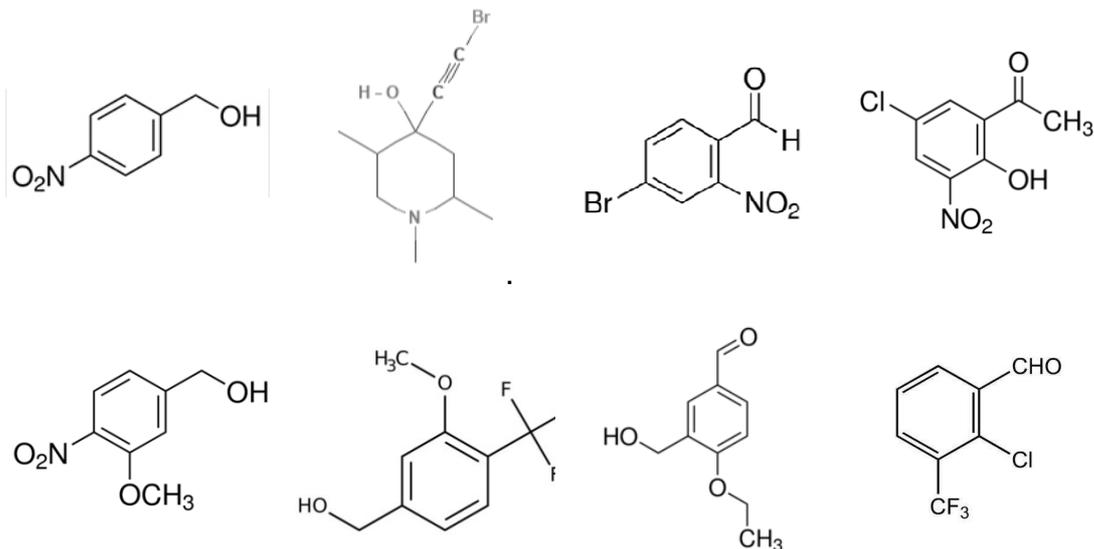
Selecione os compostos que são álcoois:

(Banco de estruturas)

 <p><b>Glicerina</b></p> <p>Constituinte de sabonetes, sabões, detergentes líquidos, loções para a pele.</p>	 <p><b>Vanilina</b></p> <p>Essência de baunilha.</p>	 <p><b>3-nitrobenzenometanol</b></p> <p>Reagente para síntese de fármacos.</p>	 <p><b>4-bromo-2-nitrobenzaldeído</b></p> <p>Reagente para síntese de fármacos.</p>
 <p><b>2-furancarbinol</b></p> <p>Monômero para síntese de resinas usadas em cimentos e adesivos</p>	 <p><b>Furaneol</b></p> <p>Aroma de morango usado em iogurtes e biscoitos.</p>	 <p><b>4-tiapentanol-1-ol</b></p> <p>Produzido na fermentação do vinho.</p>	 <p><b>Neral</b></p> <p>Balas e refrigerantes com aromas de limão.</p>

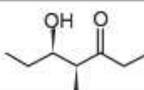
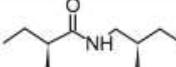
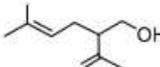
### Problema 3

A lista de reagentes para síntese de fármacos apresentada abaixo foi enviada para o almoxarifado de uma loja. O conferente verificou que os álcoois listados estavam em falta. Indique-os.



### Problema 4

O quadro abaixo mostra estruturas de feromônios de alguns insetos que afetam determinadas culturas agrícolas.

Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpusoides absoluta</i>	Tomate

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

Se esses álcoois forem utilizados em armadilhas para capturas de insetos, em quais culturas eles seriam empregados?

- a) Milho    b) Cana-de-açúcar    c) Morango    d) Frutas    e) Tomate

### Problema 5

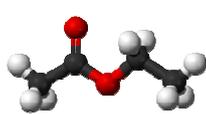
A produção de cachaça no Brasil é de aproximadamente 1,4 bilhões de litros e contribui com cerca de US\$ 500 milhões para o nosso PIB. A sua fabricação envolve a fermentação alcoólica, a partir do sumo da cana-de-açúcar, processo utilizado desde o período colonial. Nesse tipo de produção são formados dois produtos principais - etanol e dióxido de carbono - no entanto, normalmente há a geração de pequenas quantidades de outros componentes, inclusive alguns bastante tóxicos.

Adaptado de: SOUZA, Leandro Marelli de *et al.* Teores de compostos orgânicos em cachaças produzidas na região norte fluminense - Rio de Janeiro. *Química Nova*, v. 32, n. 9, p. 2304-2309, 2009.

Abaixo, estão representadas as estruturas químicas de algumas substâncias, pertencentes a diferentes funções orgânicas, que são encontradas em cachaças. Identifique os álcoois.



A



B



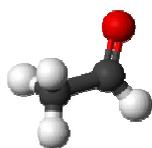
C



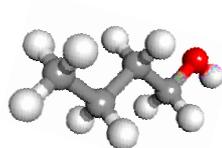
D



E



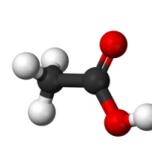
F



G



H



I



J

Avalie aspectos positivos e negativos em torno da fabricação da cachaça para a sociedade brasileira e discuta alguns dos efeitos causados pela presença de álcoois em suas composições.

A( )    B( )    C( )    D( )    E( )    F( )

G( )    H( )    I( )    J( )

### Problema 6

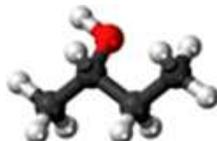
Um vídeo disponibilizado na internet que determinado volume de uma substância líquida, contendo fórmula molecular  $C_4H_{10}O$ , foi transferido para um balão de destilação e, em seguida, resfriado em um banho de gelo. Passados alguns minutos, a substância ficou sólida, com a aparência de cristais. Essa substância é citada na tabela abaixo, identifique-a.

Tabela - Temperaturas de ebulição e de fusão de substâncias com fórmula molecular  $C_4H_{10}O$

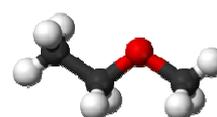
Propriedade	Álcool Primário	Álcool Secundário	Álcool Secundário	Álcool terciário	Éter de cadeia normal	Éter de cadeia ramificada
T.F. ( C )	- 89	- 114,7	-108	25	-116,3	-145,2
T.E. . ( C )	118	99	108	82	34,6	30,8



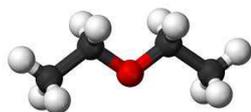
A



B



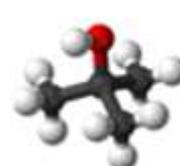
C



D



E

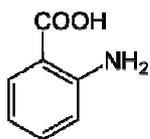


F

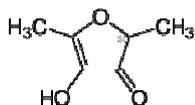
A(    )    B(    )    C(    )    D(    )    E(    )    F(    )

### Problema 7

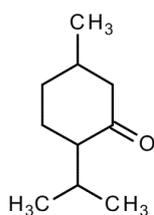
Uma indústria alimentícia resolveu acrescentar uma nova opção de sabor à sua linha de biscoitos e bolachas. Para tanto, decidiu utilizar um aromatizante que é um álcool. Com base nas opções abaixo, identifique o novo sabor para o produto.



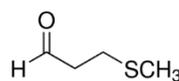
Uva



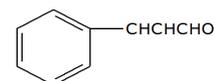
Morango



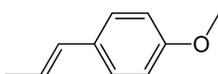
Hortelã



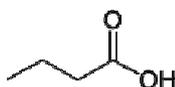
Tomate



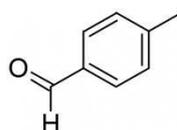
Canela



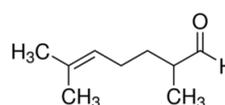
Anis



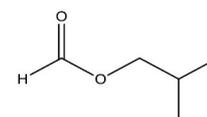
Manteiga



Cereja



Melão



Framboesa

( ) Uva    ( ) Morango    ( ) Hortelã    ( ) Tomate    ( ) Canela    ( ) Anis

( ) Manteiga    ( ) Cereja    ( ) Melão    ( ) Framboesa    ( ) Não há alternativas

### Problema 8

Uma substância apolar oxigenada e contendo halogênios, isolada de um animal, apresentou uma forte atividade antitumoral. O resultado dessa pesquisa foi noticiado por um jornal que trazia a seguinte manchete: Álcool isolado de animal pode combater o câncer.

Avalie se existe a possibilidade de que essa substância seja um álcool.

---



---



---

**Problema 9**

Grande quantidade de uma substância foi apreendida em um container, recém-chegado a um porto. Identificada como um álcool cíclico, insaturado e nitrogenado, a substância é de uso controlado e sua comercialização é proibida. As empresas envolvidas na negociação foram multadas e processadas por causa do delito. Os advogados das mesmas resolveram entrar com um recurso, exigindo a anulação da sentença. Em seus argumentos, eles indicaram que substâncias com essas características não podem ser um álcool.

Avalie se os argumentos dos advogados têm sustentação científica, capaz de ajudá-los na anulação da sentença.

---

---

---

**Problema 10**

O termo polioliol abrange uma grande variedade os compostos contendo grupos hidroxilas. Eles são importantes matérias-primas para as indústrias de espumas e de tintas, pois reagem com outras substâncias para formar polímeros.

É adequado afirmar que os polióis são álcoois com importantes aplicações industriais?

---

---

---

**Problema 11**

Determinada substância, naturalmente abundante em algumas espécies vegetais, é muito utilizada, na forma de solução, como aromatizante pelas indústrias de alimentos, cosméticos e de produtos de higiene bucal. Em uma atividade experimental realizada em sala de aula, uma pequena quantidade de cristais dessa substância foi transferida para um béquer contendo 250mL de água destilada. A solução foi agitada por 1h. Depois, verificou-se que não houve nenhuma dissolução dos cristais.

Avalie se essa substância pode ser um álcool.

-

---

---

---

## APENDICE C – NARRATIVA DO VÍDEO

Entre as substâncias orgânicas oxigenadas, um grupo tem grande destaque: os álcoois. Nome de origem árabe, Al-Kahul, que significa fino composto utilizado para a maquiagem obtido através da destilação.

A diversidade da função orgânica álcool é percebida tanto em termos de sua grande quantidade de representantes, quanto na variação das estruturas dos seus compostos. Essa função vai muito mais além do etanol, que é o representante mais conhecido, podendo ser produzido a partir de várias culturas, como o milho, cana de açúcar, sorgo, etc. e assim é um ingrediente de muitas bebidas, além de ser usado como solvente e combustível. Assim como o metanol, álcool muito tóxico e altamente inflamável, usado como combustível de motores a explosão, em aviões e carros de corrida, em perfumarias e medicamentos. Temos também os álcoois que atuam em sistemas biológicos, como o colesterol, produzido pelo fígado, e que apesar de ser tão criticado, desempenha diversas funções: na estruturação da membrana das células, na digestão, na produção de hormônios e na fabricação da bile. Temos os álcoois que são utilizados em vários produtos do nosso dia a dia, como o mentol, que tem função flavorizante; o glicerol ou glicerina, muito importante nas indústrias de cosméticos e nas áreas alimentícias e de produtos de limpeza. Ainda temos os glicóis, como o etilenoglicol e propilenoglicol, ambos usados como anticongelante, porém o etilenoglicol pode ser usado também como aditivo em radiadores de carros e o propilenoglicol tem ação humectante e plastificante, sendo usados em remédios, cosméticos, alimentos e na fabricação de fumaça artificial usada nos treinamentos dos bombeiros e peças teatrais. Sem esquecer dos adoçantes e edulcorantes sorbitol e xilitol.

Enfim as características estruturais dos álcoois são responsáveis pelas diferentes propriedades que eles exibem e que incidem em suas funções biológicas e aplicações, seja nos sistemas naturais ou em diferentes segmentos da atividade humana.

### Links utilizados

<https://www.youtube.com/watch?v=FjqYD2boLZ4>  
[https://www.youtube.com/watch?v=hMXIYABp8\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=hMXIYABp8_8)  
<https://www.youtube.com/watch?v=oSJrmetXZro>  
[https://www.youtube.com/watch?v=A\\_46uvUc00c](https://www.youtube.com/watch?v=A_46uvUc00c)  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_CcapQ4KDhk](https://www.youtube.com/watch?v=_CcapQ4KDhk)  
<https://www.youtube.com/watch?v=YmHPfS0qhYM>  
<https://www.youtube.com/watch?v=MKqroe-cHM4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Oy5yNd-F9Lo&t=57s>

**APENDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**



Convidamos V.Sa. a participar da pesquisa: **DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM, BASEADO NA TEORIA DE GALPERIN, PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁLCOOIS** que tem por objetivo analisar o uso de um software em um processo de ensino-aprendizagem para alunos do ensino médio. Como procedimentos de coleta de dados, utilizamos os exercícios e problemas feitos pelos participantes.

Destacamos ainda os seguintes direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta e a garantia de privacidade à sua identidade e do sigilo de suas informações.

Você, participante, depois de conhecer e entender os objetivos e procedimentos metodológicos da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, a pesquisadora Fabiana Alves da Silva a realizar fotos/filmagem que se façam necessária e/ou colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma parte.

(     ) AUTORIZAR                      (     ) NEGAR

## APENDICE E: QUESTIONÁRIO

Prezado(a) usuário(a),

Agradecemos por você ter utilizado o Quimicol. Gostaríamos que a sua experiência nos auxiliasse a melhorar ainda mais esse software didático gratuito e de livre acesso, e oportunizar mais qualidade para futuros usuários. Para tanto, precisamos que você responda as questões abaixo.

**1. Os recursos (vídeo, textos, estruturas, caixas de diálogo, quadros e tabelas) contidos no *software* podem ser bem visualizados.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente

**2. As suas telas possuem um formato de fácil reconhecimento e navegação.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente.

**3. A interface do *software* é atraente e ajudam a manter a atenção.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente

**4. O *software* é interativo.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente

**5. O *software* proporcionou cooperação.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente

**6. Foi agradável usar o Quimicol com outro colega, via *web*, cada um em seu computador.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente.

**7. No uso do *software*, verifica-se porque é importante estudar o conteúdo álcool.**

Concordo fortemente  Concordo  Indeciso  Discordo  Discordo fortemente.

8. **O Quimicol é útil para aprender parte do assunto anteriormente à aula na escola.**

( ) Concordo fortemente ( ) Concordo ( ) Indeciso ( ) Discordo ( ) Discordo fortemente.

R. \_\_\_\_\_

9. **A quantidade de informações apresentada em cada tela do *software* foi adequada.**

( ) Concordo fortemente ( ) Concordo ( ) Indeciso ( ) Discordo ( ) Discordo fortemente.

10. **O *software* permite aprender a identificar álcoois de uma forma agradável.**

( ) Concordo fortemente ( ) Concordo ( ) Indeciso ( ) Discordo ( ) Discordo fortemente

11. **O *software* é apropriado para verificar as aplicações de diferentes tipos de álcoois.**

( ) Concordo fortemente ( ) Concordo ( ) Indeciso ( ) Discordo ( ) Discordo fortemente

12. **Indique pontos positivos e negativos do Quimicol.**

**PONTOS POSITIVOS**

• \_\_\_\_\_  
• \_\_\_\_\_

**PONTOS NEGATIVOS**

• \_\_\_\_\_  
• \_\_\_\_\_

## APÊNICE F

**Quadro – MATRIZ DE REGISTROS DAS RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES AOS PROBLEMAS DO QUIMICOL, REFERENTES ÀS ETAPAS: MATERIALIZADA, DA LINGUAGEM VERBAL E MENTAL.**

DUPLA	PARTICIPANTE	
1	<b>1A</b>	<b>1B</b>
	<p><b>Questão 1:</b> [ "A", "H", "B" ]  <b>Questão 3:</b> [ "C", "D", "J", "H" ]  <b>Questão 5:</b> [ "Calena" ]  <b>Questão 7:</b> alcool pode ser insaturado e conter nitrogenio  <b>Questão 8:</b> sim, polimeros sao importantes para a industria  <b>Questão 9:</b> nao, pois alcool dissolve em agua</p>	<p><b>Questão 2:</b> [ "morango", "frutas" ]  <b>Questão 4:</b> [ "F" ]  <b>Questão 6:</b> Sim  <b>Questão 7:</b> Não  <b>Questão 8:</b> Sim  <b>Questão 9:</b> Pode</p>
2	<b>2A</b>	<b>2B</b>
	<p><b>Questão 1:</b> [ "A", "D", "E" ]  <b>Questão 3:</b> [ "C", "J", "F" ]  <b>Questão 5:</b> [ "Framboesa", "Manteiga" ]  <b>Questão 7:</b> Por que o alcool apresenta uma cadeia aciclica e saturada  <b>Questão 8:</b> sim. é encontrado em espumas flexiveis, tintas  <b>Questão 9:</b> pode sim! pode apresentar no flúor, que diz no texto sobre produtos de higien</p>	<p><b>Questão 2:</b> [ "frutas", "tomate", "morango" ]  <b>Questão 4:</b> [ "A" ]  <b>Questão 6:</b> existe possibilidade sim  <b>Questão 7:</b> porque álcool é saturado  <b>Questão 8:</b> sim, na industria alimenticia  <b>Questão 9:</b> pode sim, pois fala que é utilizada em cosmeticos</p>
3	<b>3A</b>	<b>3B</b>
	<p><b>Questão 1:</b> [ "A", "B", "E", "F", "G" ]  <b>Questão 3:</b> [ "J", "H", "D", "C", "G" ]  <b>Questão 5:</b> [ "Anis" ]  <b>Questão 7:</b> eu juro que eu não sei, ainda não vi orgânica a fundo ;-;  <b>Questão 8:</b> excelente pergunta!  <b>Questão 9:</b> ;-;</p>	<p><b>Questão 2:</b> [ "cana-açucar", "morango" ]  <b>Questão 4:</b> [ "A" ]  <b>Questão 6:</b> há essa possibilidade uma vez que o animal tem capacidade energetica sufficient  <b>Questão 7:</b>  <b>Questão 8:</b> sim  <b>Questão 9:</b></p>

## APÊNDICE G

Quadro – MATRIZ DE REGISTROS DAS RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES AO QUESTIONÁRIO SOBRE O QUIMICOL.

QUESTÃO	PARTICIPANTES					
	1A	1B	2A	2B	3A	3B
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	1
3	1	1	1	2	2	1
4	1	1	1	1	2	1
5	1	1	2	1	2	1
6	1	1	1	1	1	1
7	3	2	2	1	1	1
8	1	2	1	2	1	1
9	3	1	2	2	2	1
10	1	1	1	2	1	1
11	2	1	1	2	2	1
12	Educativo Lúdico Fácil de estudar	Fácil de usar	Didático Facilita a aprendizagem	Meio útil para aprendizagem, pois adolescentes hoje usam muito à internet para estudo	Eficiência Interatividade	NR
13	NR	Enunciados deveriam ser mais claros	Nenhum	Nenhum	Dependência da internet Dependência do mouse no uso do <i>chat</i>	NR

Legenda: 1 – Concordo fortemente; 2 – Concordo; 3 – Indeciso; 4 – Discordo; 5 – Discordo fortemente.

