



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

JOSÉ OLÍMPIO DE OLIVEIRA NETO

**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**

RECIFE
2018

JOSÉ OLÍMPIO DE OLIVEIRA NETO

**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**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos critérios para a obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Analice de Almeida Lima

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

RECIFE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

O48s Oliveira Neto, José Olímpio de.

Um sistema didático para o desenvolvimento de habilidade de identificar álcoois com base na Teoria de Galperin: uma proposta para a formação inicial de professores de química / José Olímpio de Oliveira Neto. – Recife, 2018.
101 f.: il.

Orientador(a): Analice de Almeida Lima.

Coorientador(a): Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Álcool 2. Professores de química 3. Galperin, P. I., 1902-1988 I. Lima, Analice de Almeida, orient. II. Marcelino Júnior, Cristiano de Almeida Cardoso, coorient.
III. Título

CDD 501

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

JOSÉ OLÍMPIO DE OLIVEIRA NETO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos critérios para a obtenção do título de mestre.

Em: ___/___/___

Banca examinadora

Profa. Dr^a. Analice de Almeida Lima
Orientadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Junior
Coorientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ricardo Oliveira da Silva
1^o Examinador
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dr^a. Suely Alves da Silva
2^a Examinadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dr^a. Ruth do Nascimento Firme
2^a Examinadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ouçá-me bem, amor
Preste atenção o mundo é um moinho
Vai triturar teus sonhos, tão mesquinhos
Vai reduzir as ilusões a pó...

Cartola

A minha mãe; aos meus filhos, Pedro Olímpio e Catarina
Vilar, e a minha querida companheira, Carla Vilar.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, a quem devo todo empurrão dado para que terminasse a graduação e seguisse seu exemplo como professor da educação básica.

Aos meus filhos, Pedro Olímpio e Catarina Vilar, que sempre me fizeram sorrir quando os dias pareceram difíceis.

A minha querida companheira, Carla Vilar, que me acompanhou nessa jornada de renúncias e muitos sacrifícios.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Analice de Almeida Lima pela paciência e dedicação.

Ao meu coorientador Prof. Dr Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr, por dedicar parcela grande de seu tempo me ensinando o valor da pesquisa e preenchendo as lacunas vazias em minha formação profissional. Muita gratidão!

Aos colegas de mestrado, em especial Iracema Barbosa e Luana Patrícia por todo apoio ao longo do curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e demais profissionais que sempre nos acolheram com toda atenção e carinho.

A todos os colegas de profissão pela persistência na luta nossa de cada dia; por cada piloto no quadro e cada ano letivo; por estarmos juntos sabendo que não seria fácil vencer estando sozinho.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao PPGEC, à Secretaria de Educação da Paraíba e à Secretaria de Educação de Pernambuco, por terem incentivado e permitido minha participação no programa durante os 2 (dois) últimos anos.

A todos que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representações estruturais de alguns álcoois	25
Figura 2. Projeção utilizada na etapa motivacional no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.....	61
Figura 3. Experimento sobre solubilidade de um álcool sólido, trabalhado na etapa motivacional no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.....	61
Figura 4. Estratégia utilizada na etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade de identificar álcoois (Turma A)	63
Figura 5. Argumentação sobre a identificação de álcoois na etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade (Turma B)	63
Figura 6. Seleção de estruturas representativas na etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade identificar álcoois (Turma A)	64
Figura 7. Atividade orientadora desempenhada pelo professor etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade identificar álcoois	64
Figura 8. Trabalho dos licenciandos com modelos concretos e com o mapa da atividade na etapa de materializada, no processo de formação da habilidade identificar álcoois (Turma A).....	66
Figura 9. Interação entre professor e licenciandos na etapa da formação da ação no plano da linguagem materializada	68
Figura 10. Interação entre professor e licenciandos na etapa da formação da ação no plano da linguagem externa para os outros	69
Figura 11. Licenciandos resolvendo tarefas na etapa da formação da ação no plano da linguagem externa para si	70
Figura 12. Licenciandos resolvendo tarefas na etapa da formação da ação no plano da linguagem mental	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características de algumas habilidades intelectuais necessárias ao desenvolvimento de conceitos.	21
Quadro 2. Ordem de prioridade de grupos funcionais característicos das funções orgânicas.....	26
Quadro 3. Níveis propostos para a avaliação do grau de generalização.....	49
Quadro 4. Níveis propostos para a avaliação e o controle do grau de consciência .	50
Quadro 5. Níveis propostos para a avaliação e o controle do grau de independência	50
Quadro 6. Atividades executadas no processo formativo da habilidade de identificar álcoois	51
Quadro 7. Controles realizados pelos licenciandos e pelo professor no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.....	53
Quadro 8. Estruturas hidroxiladas identificadas como álcoois na questão 5 do diagnóstico inicial do grau de desenvolvimento da habilidade	58
Quadro 9. Diagnóstico final do grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois, após a realização da experiência formativa	75

RESUMO

A pesquisa foi realizada na linha investigativa da formação de professores e construção de práticas docentes. Ela teve o objetivo principal de investigar o processo de formação da habilidade de identificar álcoois em licenciandos em química. O conjunto de ações para alcançá-lo foi desenvolvido em torno dos seguintes objetivos específicos: i) diagnóstico dos problemas associados às dificuldades de identificação de álcoois; ii) estruturação de um Sistema Didático para a formação da habilidade; e iii) avaliação de uma experiência didática para a formação dessa habilidade. O aporte teórico-metodológico utilizado na investigação foi fundamentado no Enfoque Histórico-Cultural, especialmente na Teoria da Assimilação por etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, proposta por Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), médico e psicólogo soviético, que foi colaborador de Vigotski. A pesquisa foi desenvolvida em um conjunto de duas aulas, ofertadas a duas turmas, da disciplina de Prática Pedagógica para o Ensino de Química II, de um Curso de Licenciatura em Química. Os dados foram obtidos por meio de filmagens e questionários, que também serviram para diagnósticos dos graus de desenvolvimento inicial e final da habilidade. A atividade formativa seguiu o planejamento proposto em um Sistema Didático, associado a um conjunto de problemas, voltados a propiciar a execução e o controle do processo de internalização do conceito de álcool, seguindo as etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin. O baixo grau de desenvolvimento da habilidade, detectado inicialmente, sofreu mudanças qualitativas ao longo da intervenção. Porém a sua solidez após um período de dois meses, mostrou que a habilidade de identificar álcoois continuava exercendo um bom grau de desenvolvimento apenas à metade dos sujeitos que participaram da intervenção.

Palavras-chave: Teoria de Galperin. Função álcool. Formação de habilidades.

ABSTRACT

The research was carried out in the research line of teacher training and construction of teaching practices. The main objective was the investigating the process of forming the ability to identify alcohols in chemistry graduates. The set of actions to achieve it was developed around the following specific objectives: i) diagnosis of the problems associated with the difficulties of identifying alcohols; ii) structuring a Didactic System for the formation of the ability; and iii) evaluation of a didactic experience for the formation of this ability. The theoretical-methodological contribution used in the research was based on the Historical-Cultural Approach, especially in the Theory of Staged Assimilation of Mental Actions and Concepts, proposed by Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), a Soviet medicine and psychologist who collaborated with Vigotski. The research was developed in a set of two classes, offered to two classes, from the discipline of Pedagogical Practice for Teaching of Chemistry II, of a Course of future Chemistry Teachers. The data were obtained through filming and questionnaires, which also served to diagnose the initial and final degrees of development of the ability. The training activity followed the planning proposed in a Didactic System, associated with a set of problems, aimed at facilitating the execution and control of the process of internalization of the alcohol concept, following the stages of the cognitive cycle proposed by Galperin. The low level of ability development, initially detected, underwent qualitative changes throughout the intervention. However, its robustness after a period of two months showed that the ability to identify alcohols continued to exert a good degree of development in only half of the subjects who participated in the intervention.

Keyword: Galperin theory. Organic alcohol function. Ability formation process.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
Objetivo geral	17
Objetivos específicos.....	17
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
1.1 A FORMAÇÃO DE HABILIDADES SOB A PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL	19
1.2 A HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS: UM CONHECIMENTO NECESSÁRIO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA	24
1.3.1 Etapa motivacional	34
1.3.2 Etapa de estabelecimento do esquema da Base Orientadora da Ação, a BOA	35
1.3.3 Etapa de formação da ação na forma material ou materializada	36
1.3.4 Etapa de formação da ação como linguagem verbal externa “para os outros”	38
1.3.5 Etapa formação da ação na linguagem externa na comunicação “para si”	39
1.3.6 Etapa da formação da ação no plano mental	39
2 O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	42
2.1 PRESSUPOSTOS DA PESQUISA	42
2.2 CONTEXTO DA PESQUISA	44
2.2.1 O Curso de Licenciatura em Química da UFRPE.....	44
2.3 OS SUJEITOS DA PESQUISA	46
2.4 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA	48
2.4.1 Diagnóstico inicial sobre o grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcool e sobre estratégias para o ensino de química orgânica.....	48
2.4.2 Estruturação de um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois.....	49
2.5 COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	54
2.5.1 Coleta de dados	54
2.5.1 Tratamento e análise dos dados	55

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1 AVALIAÇÃO DO GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS	57
3.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS	59
3.3 DIAGNÓSTICO FINAL DO GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE FORMADA	74
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICES	90

INTRODUÇÃO

A pesquisa que foi desenvolvida se situa na área do Ensino das Ciências, na linha investigativa de Formação de Professores e Construção de Práticas Docentes. Ela trata da formação de habilidades intelectuais, as habilidades do pensamento, tais como: definir, classificar, descrever, justificar, explicar e identificar. A escolha desse objeto de estudo se alinha às necessidades de investigação em torno do desenvolvimento e da utilização de estratégias que se efetivem como uma possibilidade, cientificamente planejadas, para a formação de habilidades no ensino-aprendizagem. No caso deste trabalho, o objeto de estudo foi particularizado a uma habilidade específica, a habilidade de identificar álcoois, que se insere em uma habilidade mais ampla, a habilidade de identificar as substâncias, uma habilidade a ser adquirida nos diferentes níveis do processo de ensino-aprendizagem de química.

Os diferentes tipos de álcoois encontrados na natureza ou sintetizados em laboratórios ou fábricas exibem a grande diversidade quantitativa e qualitativa dessa importante função orgânica. Os representantes dessa função oxigenada exibem diferentes propriedades, fator contributivo para a ampla faixa de funções biológicas e de aplicações que possuem tanto nos sistemas naturais quanto em diferentes segmentos da atividade humana.

O conhecimento científico produzido em torno desse grupo de substâncias contribuiu para que função álcool passasse a ser um conteúdo historicamente contemplado nos currículos químicos do ensino médio, do tecnológico e do superior. Porém, apesar de existirem vários tipos de álcoois e de alguns deles serem bastante conhecidos - como a glicerina (solvente e matéria-prima para sínteses), o colesterol (hormônio), o mentol (flavorizante) e o etilenoglicol (aditivo de radiadores automotivos) – usualmente o processo de ensino-aprendizagem em torno dessa função orgânica se concentra no etanol (MARCELINO-JR *et al.*, 2008). A vinculação excessiva do etanol ao termo “álcool” contribui para um erro de generalização e expõe um baixo domínio na habilidade de identificar e, conseqüentemente, um baixo domínio do conceito de álcool. Desse modo, o conjunto de conhecimentos necessários à atuação do professor de química torna indispensável o conhecimento

pedagógico para ensinar os estudantes a identificarem as substâncias de funções químicas mais representativas, como é o caso dos álcoois.

Os aspectos supracitados reforçam a necessidade de que essa questão, relacionada à formação de habilidades, seja considerada pelas instituições formativas e pela pesquisa educacional. Nesse sentido, um campo investigativo a ser considerado envolve as atividades voltadas para a formação de conceitos e o desenvolvimento de habilidades intelectuais entre os futuros professores de química.

A temática “formação de habilidades” é recorrente em diferentes discursos propagados na Educação Básica e na formação de professores. Apesar de continuar sendo facilmente encontrada na fala de docentes dos distintos níveis de ensino e em citações contidas nos documentos oficiais da educação brasileira, ainda se verifica certo distanciamento quanto a sua efetividade teórico-metodológica na educação formal (MARCELINO-JR, 2014). Portanto, há uma contradição entre as exigências curriculares e a capacitação dos professores de química quanto ao ensino de conteúdos na perspectiva de desenvolvimento de habilidades intelectuais. Além de exibir uma lacuna formativa, essa contradição revela um fértil campo para a pesquisa educacional, fato que aumentou o interesse pelo objeto de estudo, a formação da habilidade de identificar álcoois junto a licenciandos em química.

Do contexto problemático apresentado nessa parte inicial deriva o seguinte problema de pesquisa: *Como realizar uma experiência formativa para a formação da habilidade de identificar álcoois em licenciandos em química?*

Para dar respostas a esse problema, defendemos que é necessária a utilização de um aporte teórico-metodológico capaz de fornecer subsídios para elaborar uma proposta intencional e cientificamente planejada para a formação de conceitos pela via da formação de habilidades. Nesse sentido, optamos pelo Enfoque Histórico-Cultural como referencial para a pesquisa a ser desenvolvida, tomando como base a Teoria da Assimilação por etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, proposta por Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), médico e psicólogo soviético, que foi colaborador de Vigotski.

Enfoque Histórico-Cultural é uma expressão que remete a um conjunto de teorias psicopedagógicas desenvolvidas por cientistas soviéticos, a maioria de psicólogos, das quais se destacam ideias decorrentes dos trabalhos de Vigotski, de Leontiev, e de seus colaboradores e outros seguidores (NÚÑEZ, 2009). A escolha por esse referencial não se deu apenas por sua potencialidade para a construção de

conhecimentos. As ideias de Vigotski e de seus seguidores, como Galperin, situam-se e constituem um tipo de orientação teórico-metodológica que apontam para a necessidade de transformação social, desde o contexto em que foram elaboradas – revolucionário – e nos fundamentos nos quais se apoiam – do materialismo dialético e histórico (NÚÑEZ *et al.*, 2009).

O referencial escolhido também possui um arcabouço teórico que permite vincular a pesquisa aos significados sociais da profissão de professor, enfatizando o exercício profissional na escola. Nesse sentido, outros autores também serão utilizados para integrar o campo conceitual, pois, aproximam-se ou, sem apresentar grandes divergências com princípios do materialismo dialético e histórico, as suas obras se alinham às mudanças teóricas necessárias às novas compreensões históricas dos fenômenos materiais sociais do trabalho docente.

Especificamente quanto à obra de Galperin, mesmo ainda pouco conhecida no Ocidente, ela continua viva e atual. Proposta na década de 1950, a Teoria de Galperin se mostrou eficaz no processo de ensino-aprendizagem soviético, alemão, mexicano e cubano, principalmente entre 1970 e 1990, e ainda tem sido a base de muitas estratégias de ensino-aprendizagem (NÚÑEZ; RAMALHO, 2017; PODOLSKIJ, 2009). No Brasil, ela tem sido alvo de diferentes pesquisas educacionais nas duas últimas décadas, especialmente pela sua difusão nos trabalhos realizados por Núñez (2017, 2009).

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). Essa característica também mostra a sua potencialidade em relação aos sujeitos e ao contexto de aplicação desta pesquisa, ou seja, a licenciandos em química que já possam ter tido participado de atividades de ensino-aprendizagem de álcoois na educação escolar e/ou na própria formação inicial.

Para tessitura de uma linha investigativa visando oferecer respostas ao problema de pesquisa proposto foram estabelecidos os objetivos apresentados a seguir:

Objetivo geral

Investigar o processo de formação da habilidade de identificar álcoois em licenciandos em química.

Objetivos específicos

- Diagnosticar os problemas associados às dificuldades de identificação de álcoois.
- Estruturar um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois, seguindo as etapas propostas na teoria de Galperin.
- Avaliar uma experiência didática para a formação da habilidade de identificar álcoois junto a licenciandos em química.

No Brasil, o Enfoque Histórico-Cultural passou a receber maior atenção a partir da segunda metade da década de 1980 (MARCELINO-JR, 2014). Na educação em ciências, existem diferentes estudos utilizando-se desse referencial, como podem ser vistos em trabalhos sobre o ensino de biologia, de física e química (RODRIGUES; MATTOS, 2011; 2010; NÚÑEZ *et al.*, 2009; NÚÑEZ, 1996). Porém, até o início desse milênio, poucas pesquisas investigaram a sua aplicação na formação de professores (LIBÂNEO, 2004), entre as quais se destaca a realizada por Núñez e Ramalho (2010), envolvendo a formação continuada dos professores de ciências naturais.

A teoria de Galperin ganhou maior divulgação no Brasil após a repercussão do livro intitulado “Vygotsky, Leontiev e Galperin. Formação de conceitos e princípios didáticos”, escrito por Núñez (2009). A partir de então, cresceu o interesse pela teoria e a sua aplicação no campo educacional tem fundamentado a realização de diferentes estudos e pesquisas. Essa influência pode ser exemplificada nos trabalhos desenvolvidos em diferentes áreas como: no ensino de física (ARRUDA, 2003), de biologia (ALIBINO, 2016; SOUZA; JÓFILI, 2011), de matemática (PEREIRA, 2013), de educação física (OLIVEIRA, 2011; REZENDE, 2003) e na formação de professores de ciências (RIBEIRO, 2007).

Na pesquisa brasileira sobre o ensino de química, destacam-se inicialmente os trabalhos publicados por Núñez e Gonzalez (199, 1996a, b, c, d). Eles auxiliaram a que outros autores tivessem contato com a potencialidade da teoria para

realização de trabalhos na área. A versatilidade de trabalhos nesse campo pode ser exemplificada nas pesquisas de: Firme *et al.* (2009), onde as etapas da teoria de Galperin serviram como base para o planejamento, realização e análise das atividades de sequências didáticas com uma abordagem CTS; Silva (2011), que desenvolveu e avaliou uma abordagem de ensino de química centrada na curiosidade científica dos estudantes; e Marcelino-Jr (2014), que planejou um Sistema Didático para o ensino-aprendizagem de isômeros.

A teoria de Galperin também tem atraído o interesse de pesquisadores de outros países ocidentais para a sua aplicação no ensino-aprendizagem de química. Por exemplo, Stolk *et al.*, (2010, 2009) a utilizaram para capacitar professores a ensinar química e a planejarem currículos químicos baseados em contextos, com ênfase no desenvolvimento profissional. Assim como o trabalho de Marcelino-Jr (2014), as pesquisas desenvolvidas pelo grupo de Stolk apontam para o potencial da teoria na estruturação de conteúdos químicos, uma problemática que ganhou maior interesse a partir das últimas décadas do século XX (CAMPANARIO; MOYA, 1999; NÚÑEZ; GONZÁLEZ, 1996 a).

O desenho de sistemas didáticos em torno dos conteúdos disciplinares passou a se constituir um dos objetos fundamentais da investigação da didática das ciências (MORA; PARGA, 2007). Dentro do levantamento realizado no universo de bases de pesquisas bibliográficas investigadas, até o momento, percebe-se ainda uma lacuna no uso da teoria de Galperin no ensino-aprendizagem de álcoois. O ineditismo da proposta aqui apresentada é reforçado quando realizamos um levantamento bibliográfico sobre a forma que a teoria de Galperin será retratada nesta pesquisa: fundamentando o desenvolvimento e a utilização de um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois na formação inicial. A potencialidade da teoria de Galperin para tal propósito poderá ser constatada, em seguida a essa explanação de caráter introdutório.

A continuidade do texto está organizada em três capítulos. Reservado à *fundamentação teórica*, o primeiro capítulo encontra-se dividido em três momentos, nos quais se discorre sobre a formação da habilidade de identificar álcoois e a teoria da assimilação de Galperin. O segundo capítulo apresenta a *metodologia* adotada na investigação. O terceiro apresentam-se os resultados e faz-se a discussão sobre os mesmos. Por fim, há as considerações gerais sobre o trabalho.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é dedicado a apresentar os fundamentos teóricos para subsidiar o desenvolvimento e utilização de um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois. Destaca-se a relação dialética entre habilidades e conhecimentos, na qual se insere a habilidade de identificar grupos de substâncias, incluindo-se a identificação de álcoois, que também é destacada. Em seguida, visando a elaboração do Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois pelos estudantes, apresentam-se aspectos da teoria Galperin.

1.1 A FORMAÇÃO DE HABILIDADES SOB A PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL

A aprendizagem é uma atividade de assimilação que se dá em condições concretas de um processo organizado para tal fim, ou seja, em um processo de ensino (TALÍZINA, 1984). Para Galperin, “[...] a aprendizagem é toda a atividade cujo resultado é a formação de novos conhecimentos e habilidades em quem a executa, a incorporação de novas qualidades aos conhecimentos e habilidades que já se possui” (GALPERIN, 2001f, p.85). A partir dessa concepção, a aprendizagem na formação inicial de professores de química pode ser tomada como, principalmente, a apropriação de conceitos e desenvolvimento de habilidades, e atualização dos mesmos, para formar o pensamento químico e o pensamento pedagógico, de modo a capacitar o licenciando a ensinar química futuramente (MARCELINO-JR, 2014).

O termo “habilidade” possui múltiplas compreensões. Os autores do Enfoque Histórico-Cultural consideram que as habilidades são elementos psicológicos que constituem a personalidade. Para Leontiev (1982,p. 75), uma habilidade é a ação que se executa com um alto nível de domínio e que se subordina a um objetivo. Segundo 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.

Também Danilov e Skatkin (1978) retratam tal ideia ao propor que uma habilidade é um elemento psicológico extraordinariamente complexo e amplo, vinculado à capacidade adquirida pelo homem de utilizar criadoramente seus conhecimentos e hábitos, tanto na atividade teórica quanto na prática. Sendo assim, é possível entender que as habilidades nascem e se manifestam a partir das relações construídas socialmente. Por esse motivo, precisam ser formadas e desenvolvidas na atividade, no processo de interação do sujeito com a natureza e com a sociedade, pelo domínio das formas de atividade cognoscitiva, prática e valorativa. No caso das habilidades intelectuais, elas precisam ser formadas na escola (NÚÑEZ, 2009).

Álvarez de Zayas (1999) afirma que uma habilidade intelectual é parte do conteúdo que oferece as ações necessárias e que precisam ser realizadas pelo estudante ao trabalhar com o conhecimento a fim de transformá-lo e humanizá-lo. Elas são formações psicológicas em que o sujeito manifesta de forma concreta a dinâmica da atividade com o objetivo de elaborar, transformar, criar objetos, resolver problemas e situações, e atuar sobre si mesmo.

Segundo o Enfoque Histórico-Cultural, os componentes conhecimento e habilidade constituem um par dialético, pois se pressupõem mutuamente e se complementam. Assim, a atividade pedagógico-didática de formação de habilidades está indissolúvelmente ligada à formação dos conhecimentos. Nessa direção, Talízina (2001, p.13) ressalta que:

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.

Dessa forma, não se pode entender os dois sistemas como independentes ou paralelos. Uma habilidade não poder ser concebida sem um corpo de conhecimentos para apoiá-la (NÚÑEZ, RAMALHO, 2012). Por exemplo, algo precisa ser identificado: seja uma bureta, um eletrodo, uma base, um álcool.

No processo de ensino-aprendizagem nem sempre o processo de formação de habilidades é trabalhado intencionalmente e de forma dialética. Pelo contrário,

em muitos casos isso ocorre de forma empírica. Tal procedimento pode levar o estudante a desenvolver limitações e dificuldades ligadas a capacidade de relacionar os acontecimentos do mundo que o cerca aos conceitos, leis e generalizações da ciência (NÚÑEZ, RAMALHO; UEARA, 2012).

As habilidades intelectuais são trabalhadas a partir daquelas habilidades mais generalizadas, que se relacionam aos conteúdos de cada disciplina. Uma das habilidades de interesse para o ensino de química é a de identificar as substâncias (BRASIL, 2006; NÚÑEZ, 1996; 1992). O domínio dessa habilidade é importante e se manifesta em casos particulares, em diferentes contextos e situações, como é caso do domínio da habilidade de identificar um álcool.

O domínio de uma dada habilidade também exige o domínio de outras habilidades, pois elas se relacionam. Por exemplo, quando se pretende explicar propriedades de substâncias pertencentes à função álcool, precisa-se da utilização de outras habilidades intelectuais mais gerais, como a habilidade de identificar. Com base nas propostas de autores que utilizam o enfoque histórico-cultural, como Núñez e Ramalho (2012; 2011) e Talízina (1988, 1987), no quadro 1, são apresentadas as características de algumas habilidades intelectuais necessárias ao desenvolvimento de conceitos

Quadro 1. Características de algumas habilidades intelectuais necessárias ao desenvolvimento de conceitos.

Habilidade	Característica
Observar	Constitui-se como a forma superior da capacidade perceptiva do ser humano. Ela permite conhecer como é um objeto ou sua representação, um fenômeno, ou acontecimento, um processo ou uma propriedade, ou seja, quais são as suas características distintivas, qualitativa ou quantitativamente.
Definir	É expressar verbalmente o conceito mediante as características ou propriedades essenciais dos objetos e fenômenos assim como os nexos e relações entre eles, ou seja, as características e relações que distinguem o objeto ou fenômeno de todos os demais objetos. A definição de conceitos contribui para sistematizar, consolidar e aperfeiçoar as habilidades associadas ao nível de familiarização, como a categorização, a identificação e a classificação. A habilidade de definir também contempla a possibilidade de ir se desenvolvendo a capacidade do estudante realizar a operação de síntese.
Identificar	É estabelecer a identidade de um objeto com base nas características necessárias e suficientes para que ele seja o que é. A identificação se expressa por meio de um conceito, por isso está estreitamente relacionada com a habilidade de definir, inclusive auxiliando na sua sistematização.

Comparar	Corresponde ao destaque das semelhanças e diferenças, ou seja, à determinação de padrões de comparação na dependência do objetivo específico proposto. O domínio desta habilidade pluraliza a análise, pois envolve maior rapidez e dinamicidade da observação e definição, aumentando a automatização com que se executam essas ações.
Caracterizar	É singularizar, individualizar, particularizar, ou seja, determinar exatamente as características do objeto de estudo que permitem diferenciá-lo dos demais.
Classificar	É agrupar dividindo os objetos, fenômenos, feitos ou processos tantas vezes quanto se encontre diferenças entre eles, pois cada uma dessas diferenças traz a possibilidade de ser adotada como um critério de classificação.
Explicar	É produzir argumentos de forma ordenada para se estabelecer uma relação causa-efeito, relacionando o observado (fenômeno) com as causas que o explicam (modelo teórico). De outra maneira é produzir argumentos de forma ordenada, seguindo uma relação causa-efeito, procurando razões que justifiquem por que o fenômeno é produzido de uma determinada forma e não de outra.

Os autores do Enfoque Histórico-Cultural concordam que qualquer habilidade intelectual, como 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. 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. Talízina (1998) destaca o seu uso 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. Na perspectiva de Davidov (1983), um conjunto de características necessárias e suficientes pode ser considerada como indícios substanciais que são “comuns” a certo grupo de objetos para distinguir o grupo dado dos demais.

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)¹ (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.

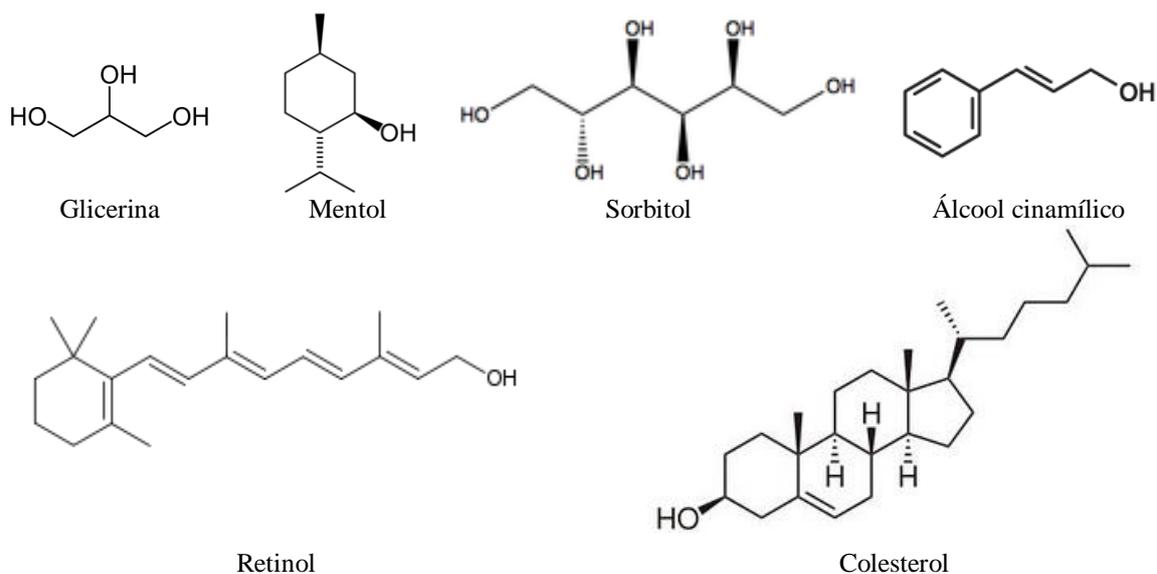
Na estrutura conjuntiva, as características necessárias e suficientes do conceito interligam-se pela conjunção “e”. Essas características são utilizadas de forma complementar, mesmo porque nenhuma delas isolada permite o reconhecimento de qualquer objeto. Desse modo, no caso de uma das características 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.

¹Na 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).

1.2 A HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS: UM CONHECIMENTO NECESSÁRIO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Acredita-se que o termo “álcool” deriva do árabe, *al-kuhul*, e que a sua proposição é atribuída a Paracelso, no início do século XVI, para designar o produto volátil resultante de sucessivas destilações do vinho (BASSETO, 2001). O uso coloquial do termo caminhou historicamente ao lado da popularidade das aplicações do seu principal representante, especialmente nas bebidas. Ele também tem sido muito utilizado como solvente e como combustível. Porém, a normatização do verbete como um termo científico aconteceu 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). Nesse momento, estabeleceu-se que “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 da normatização química, o termo “álcool” continuou a exibir um tipo de representação social na qual uma classe de substâncias se associa fortemente a um único dos seus representantes. Tal problema tem sido verificado tanto em pessoas sem formação escolar quanto em muitas com diferentes níveis instrução. Situação nesse sentido foi verificada por Antunes *et al.* (2003), ao constatarem que os estudantes do ensino médio atribuíam diferentes significados à palavra álcool, porém, todas com fortes associações a aplicações do etanol. Contrariando essas constantes associações reducionistas, é certo afirmar que milhares de álcoois são conhecidos atualmente. Esse fato destaca a grande diversidade quantitativa e qualitativa dos representantes dessa função orgânica, cuja pequena parcela é exemplificado na figura 1.

Figura 1. Representações estruturais de alguns álcoois

Muitos álcoois apresentam propriedades que resultam em importantes funções naturais e/ou em aplicações em produtos utilizados em diferentes segmentos econômicos, como é o caso das substâncias ilustradas na figura 1. O colesterol, um álcool esteroidal, é um componente essencial das membranas celulares dos mamíferos. O retinol é um álcool poliinsaturado derivado da vitamina A e sua principal função está associada ao estímulo da renovação celular. Nas plantas, o álcool cinamílico (aroma de canela) e o mentol (aroma de hortelã), substâncias aromática e alicíclica, respectivamente, exercem funções ecofisiológicas. O sorbitol e a glicerina são polióis com ampla utilização. O sorbitol é encontrado naturalmente em diversas 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), antiemectante (previne perda de umidade) e agente de texturização. A glicerina têm diversas aplicações industriais, sendo utilizada na composição de alimentos, fármacos, solventes, cosméticos e muitos outros produtos.

A diversidade de substâncias conhecidas sugere que a concepção equivocada em torno do termo álcool vinculada excessivamente ao etanol pode estar sendo reforçada pelo tipo de abordagem realizada com essa função orgânica. Isso pode ser reforçado tanto pelas apresentações contidas nos livros didáticos quanto nas estratégias utilizadas por muitos professores de Química em sala de

aula. Frequentemente, a maior parte desse conteúdo é limitadamente centrada no uso do etanol, conforme visto em propostas lançadas por 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). Mais do que uma questão de semântica, essa associação limitante e excludente passa a se constituir em um problema conceitual.

O equívoco reducionista passa ou é levado a exibir um erro de generalização. Ao mesmo tempo, apesar de ser considerado um conceito tão simples, o conceito de álcool ressalta a importância da habilidade de identificar na formação dos diferentes conceitos químicos.

As substâncias pertencentes à classe de compostos orgânicos chamados de álcoois são caracterizadas estruturalmente pela presença de pelo menos um grupo – OH (hidroxila) ligado a um carbono saturado, sendo este o grupo funcional prioritário na molécula, de acordo com os critérios de prioridades estabelecidos pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC). Essa característica estrutural é utilizada para a nomenclatura e para os dois tipos de classificações comumente utilizados para sistematizar os representantes dessa função.

A nomenclatura oficial dos álcoois segue as mesmas regras estabelecidas pela IUPAC para os hidrocarbonetos, substituindo-se o “o” pelo sufixo “ol” e indicando-se a(s) posição(ões) das hidroxilas. As duas classificações principais são realizadas quanto ao: i) número de hidroxilas presentes na molécula (mono, di, tri ou poli-ol) e ii) tipo de carbono saturado em que o grupo hidroxila se encontra ligado (primário, secundário ou terciário). Portanto, para ser um álcool é preciso que na sua estrutura química haja pelo menos uma hidroxila e que ela esteja ligada a um carbono saturado e que ela seja o grupo funcional prioritário na molécula. 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. O quadro 2 ilustra essa ordem de prioridade.

Quadro 2. Ordem de prioridade de grupos funcionais característicos das funções orgânicas

Ordem de Prioridade	Função	Sufixo	Prefixo (quando a função não é a principal)
1 ^a	Ácido carboxílico	óico	-
2 ^a	Aldeído	al	oxo ou formil
3 ^a	Cetona	ona	Oxo
4 ^a	Álcool	ol	Hidróxi
5 ^a	Amina	amina	Amino

6ª	Haleto orgânico	-	flúor, cloro, bromo ou iodo
----	-----------------	---	-----------------------------

A hidroxila apresenta maior prioridade sobre substituintes alquílicos, sobre insaturações, sobre halogênios e sobre grupos amina. Por outro lado, ela exerce menor prioridade em relação a grupos carbonílicos, acila e carboxílicos.

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). Esse procedimento exhibe o movimento da lógica do geral ao particular e do particular ao geral (DAVIDOV, 1983). A partir dos posicionamentos de autores do Enfoque Histórico-Cultural, podemos dizer que o termo “álcool” é tratado como um conceito químico quando um indivíduo consegue identificar as espécies químicas com as características contidas na sua definição e quando sabe operar com mesma.

A identificação está mediada por um conjunto de ações que atuam com um caráter invariável, vinculadas a uma determinada estrutura. Talízina (1988, 1987) 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.

Por isso, deve-se tomar consciência da estrutura lógica do conceito, para que se evite cometer o erro típico de se proceder a identificação com base em qualquer característica. Como diz Talízina (2009, p.74), “(...) o trabalho sobre o desenvolvimento do pensamento lógico dos estudantes ocorre, ‘em geral’, sem o conhecimento do sistema dos meios necessários, de seu conteúdo e da sequência de sua formação” Em alguns casos, o estudante opera com características necessárias ou suficientes sem que houvesse ambas condições juntas e acabam incorrendo em deficiências de análises.

Para que a identificação consiga atingir os objetivos a que se propõe é necessária a organização intencional de atividades que facilitem a compreensão das características essenciais para a inclusão das estruturas analisadas na classe em estudo. Essas atividades precisam tomar parte a parte as características associadas

ao conjunto daquelas definidas como necessárias e suficientes à identificação (RIBEIRO; NÚÑEZ, 1997). Porém, é preciso atentar para o fato de que essas atividades não devem ser tomadas de maneira isolada e que é importante a atribuição de significado ao novo conceito (NÚÑEZ; RIBEIRO, 2004; MARCELINO JUNIOR, 2014). Uma das possibilidades está em se contemplar a contextualização dos conceitos, oferecendo diferentes tratamentos ao conteúdo, considerando as diferentes aplicações dessas substâncias. Esse tipo de associação implica em abordar as diferentes propriedades exibidas pelos álcoois.

As propriedades dos 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. Por exemplo, para os compostos monoidroxilados, a solubilidade (g/100 g de H₂O) é infinita para os álcoois alifáticos saturados que possuem até 3 (três) carbonos e vai decrescendo rapidamente, como acontece do n-butanol (7,9) e com o n-octano (0,05) (SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

A polaridade da ligação O–H contribui para que as moléculas dos álcoois interajam entre si e com grupos polares das moléculas de outras substâncias, como a água, por meio de ligações de hidrogênio. A hidroxila também é a parte mais reativa e contribui para que os álcoois reajam de duas maneiras distintas: rompendo a ligação O–H ou rompendo a ligação C–OH. 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 ácido e, às vezes, como base, ambos muito fracos. A acidez se deve ao hidrogênio ligado ao oxigênio, um átomo muito eletronegativo. Em decorrência, do efeito indutivo +I do grupo R, quanto mais radicais existir maior será a densidade eletrônica no oxigênio e mais fortemente ligado estará o hidrogênio. Assim, o caráter ácido dos álcoois segue a seguinte ordem de intensidade: álcool primário > álcool secundário > álcool terciário.

O conceito de álcool é usualmente tomado como algo simples. No entanto, a desconsideração formal sobre a habilidade de identificar essas substâncias podem gerar problemas no processo de ensino-aprendizagem. No caso da formação inicial de professores, esse problema pode adquirir uma significância maior, pois a

habilidade de saber ensinar a identificar substâncias é importante para atividade profissional docente. Entre as possibilidades pedagógico-didáticas vislumbradas, a Teoria de Galperin pode oferecer um arcabouço teórico-metodológico para se atingir a esse objetivo. Uma visão sobre essa teoria será apresentada no tópico a seguir.

1.3 A TEORIA DA ASSIMILAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS DE P. YA GALPERIN.

A teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos proposta por Galperin é uma aplicação dos fundamentos filosóficos do materialismo dialético e histórico, da análise histórico-concreta dos fenômenos e da teoria do conhecimento e do reflexo, de Lênin (NÚÑEZ; OLIVEIRA, 2013). A proposta teórico-metodológica elaborada por Galperin também sofre a forte influência dos princípios básicos da psicologia soviética, principalmente os estudos de Vigotski sobre a origem e a natureza histórico-social das funções psicológicas superiores e, em especial, de Leontiev sobre a unidade da atividade psíquica e da atividade externa objetiva, material (NÚÑEZ, 2009). Nesse sentido, Galperin se apropriou tanto os conceitos vigotskianos de interiorização e de mediatização quanto às teses de Leontiev sobre a psiquê como atividade externa transformada.

De Vigotski (1997), Galperin toma a tese que a formação das funções psicológicas superiores (como a consciência, o pensamento abstrato, o raciocínio, a atenção voluntária e a memória lógica, a memória voluntária) é mediatizada pelos instrumentos culturais e pelas suas formas de utilização, que são estabelecidos objetiva e socialmente. Especificamente humanas, essas funções se originam nas primeiras formas de comunicação verbal entre as pessoas e são mediatizadas por signos, dentro de um processo de aprendizagem na atividade conjunta da criança com o adulto. Essa aprendizagem é mediatizado principalmente por símbolos linguísticos, que surgem dentro de um processo real e objetivo da atividade conjunta, principalmente por meio da fala.

Segundo Vigotski (1997), a existência externa, objetiva, da atividade humana se converte posteriormente em atividade psíquica, mental, interna. Esse processo é denominado de interiorização. Nele, há um processo específico de conversão das formas inter sujeitos, objetivas, em forma intrasujeito, “subjetivas”, expondo a relação unitária entre pensamento e linguagem. Para Vigotski, a linguagem interna não pode

existir nem ser compreendida sem a vinculação direta com a linguagem externa e com o pensamento. Ele propõe que, de um meio de comunicação interpessoal, a linguagem se converte em um meio de pensamento “para si”.

A linguagem interna envolve tanto uma linguagem-comunicação quanto as ideias e pensamentos liberados da linguagem (VIGOTSKI, 2002). Ela pode ocorrer internamente, “para si”, mas também “para o exterior”, sendo realizada em voz alta. Ao longo da aprendizagem, a linguagem interna se converte em uma linguagem abreviada e descontínua, que atua genética e funcionalmente como um meio para se passar da linguagem externa à “ideia pura” ou “pensamento puro”, e, novamente, à linguagem externa.

Leontiev reconhece a importância da linguagem, mas considera que a origem da atividade psíquica não provém apenas de formas de comunicação verbal. Para ele, ela também decorre de outras formas de atividade, nas quais há a dependência múltipla do “psíquico” das formas externas objetivas de atividade (GALPERIN, 1976). De acordo com Leontiev (1978, p. 235), “[...] o desenvolvimento, a formação das funções e faculdades psíquicas próprias do homem enquanto ser social são produzidos sob uma forma absolutamente específica – sob a forma de um processo de apropriação, de aquisição”. Ao ressaltar o papel da atividade, ele propõe que as funções psíquicas têm o seu processo de origem e estabelecimento decorrentes da interiorização da atividade externa dos homens, que se transforma em atividade interna mediante a atividade desses sujeitos nas suas interações com os outros homens e com a natureza, ao se apropriar das conquistas das gerações passadas. Galperin concordou com o fato de ser a atividade humana o objeto da psicologia, mas não qualquer atividade e sim a “atividade de orientação” (GALPERIN, 2001/1965; TALÍZINA, 1985).

A ideia fundamental da teoria da galperiana é a de que as ações mentais, ações objetivas por sua natureza, inicialmente se realizam por meio da atividade orientada com apoio de objetos externos ou com as suas representações materiais. Depois, passam por outras etapas até chegarem a ser realizadas no plano mental, tornando-se propriedades da psiquê. Galperin (2001/1965) aponta três aspectos principais que constituem a parte mais significativa da sua teoria:

- i) a fortíssima semelhança entre as condições que garantem o êxito nos processos psíquicos e daquelas que garantem o êxito em uma atividade externa;

- ii) a constatação de uma rápida redução na atividade psíquica: ação externa → reprodução mental da ação → redução e automatização;
- iii) a existência de 3 níveis consecutivos e de graus de dificuldade gradativos para a assimilação: com objetos, na forma de raciocínio verbal e na forma de raciocínio mental.

Com base nesses 3 aspectos, Galperin considerou que a via principal para investigar e compreender a origem e o conteúdo do funcionamento dos processos mentais, os processos psíquicos, é a atividade orientada que se relaciona com a formação planejada por etapas da atividade mental do homem. Ele considera que esse processo formativo resulta da unidade da atividade psíquica e prática (da atividade interna e externa) e dos mecanismos de transformação de uma em outra como um processo dinâmico e complexo. Portanto, a teoria de Galperin busca auxiliar na compreensão de como uma forma socialmente e culturalmente mediada de atividade é transformada em atividade mental. Por ser um processo psicológico, a assimilação de conceitos científicos também segue essa dinâmica.

Para Galperin (2001/1959b, 2001/1957a), o conceito científico é a imagem do objeto em seus traços essenciais. Embora possa servir para diferentes fins, o principal objetivo de um conceito consiste em refletir a realidade e em servir de auxílio ao homem a orientar-se para: reconhecer os fenômenos, saber confrontá-los, descobrir as características dos objetos de determinada classe, etc. Ele afirma que:

[...] no processo de aprendizagem do conceito, a imagem abstrata do fenômeno se constitui sobre a base da ação nos componentes deste conceito, com o critério dos fenômenos correspondentes. O curso automatizado desta ação generalizada, abreviada e trasladada ao plano mental constitui o mecanismo psicológico do conceito (GALPERIN, 2001/1959b, p. 54).

Em Davidov, há uma síntese da definição de conceito concebida por Galperin:

O conceito é a forma de atividade mental por intermédio da qual se reproduz o objeto idealizado e o sistema de suas relações, que em sua unidade refletem a universalidade ou a essência do movimento do objeto material. O conceito atua, simultaneamente, como forma de reflexo do objeto material e como meio de sua representação mental, de sua estruturação, isto é, como ação mental especial. [...] Ter um conceito sobre um ou outro objeto significa saber reproduzir mentalmente seu conteúdo, construí-lo. A ação de construção e transformação do objeto mental constitui o ato de sua compreensão e explicação, o descobrimento de sua essência. (DAVIDOV, 1988, p. 126).

O conceito científico precisa ser assimilado no processo de ensino-aprendizagem. Nesse desenvolvimento, a conversão da imagem do objeto em uma ação mental é um processo formativo que ocorre por etapas e envolve a utilização do próprio conceito. A imagem se forma sob a base da ação com o objeto, como seu reflexo. A formação da ação mental produz a formação da imagem do objeto como um conceito, que passa a ser abreviado na mente como uma palavra, por exemplo: “álcool”.

Na proposta galperiana, as condições necessárias de planificação para a formação de ações mentais e de conceitos são organizadas na forma de sistemas, que exerce o papel de aparato conceitual da teoria (MARCELINO-JR, 2014). Cada um deles contém condições psicológicas interligadas, que se referem às esferas motivacionais e operacionais da atividade humana, e abrangem:

- i) um sistema de condições da compreensão de sentidos (sociais e pessoais) e de significados relativos ao objeto de aprendizagem;
- ii) um sistema de momentos funcionais do processo, ou etapas para a formação da ação mental, que representa a dinâmica da aprendizagem e segue a linha da interiorização;
- iii) um sistema de características psicológicas, que servem como parâmetros para se expressar a qualidade do processo de aprendizagem;
- iv) um sistema de princípios didáticos, que organiza e dirige o processo de ensino-aprendizagem, envolvendo entre outros a determinação das invariantes do campo de conhecimento em questão e o caráter ativo do sujeito.

Os dois primeiros sistemas de condições são articulados e constituem as etapas para a formação planificada das ações mentais e dos conceitos. O processo de interiorização da ação segue uma abreviação-generalização, para que ela possa adquirir um caráter psíquico, de acordo com sucessivos momentos funcionais, as etapas para a formação das ações mentais. Conforme destaca Núñez (2009), apesar de não poderem ser considerados de forma linear, esses momentos funcionais podem ser separados metodologicamente em:

- i) etapa motivacional, a formação da base de motivação para a ação;
- ii) etapa de estabelecimento da base orientadora da ação (BOA);
- iii) etapa de ação na forma material ou materializada de ação;

- iv) etapa de formação da ação como linguagem verbal externa, socializada na comunicação com os outros;
- v) etapa de formação da ação na linguagem externa na comunicação “para si”;
- vi) etapa da formação de ação mental no plano mental, como um ato mental.

O sistema de condições produz conexões entre a motivação para a aprendizagem e a dinâmica dos processos de interiorização. Ele busca articular a compreensão de sentidos sociais e pessoais na sua relação com o objeto de estudo. O sistema de momentos funcionais organiza a interiorização, ou seja, a transferência da ação material para o plano mental.

De acordo com Galperin (2001/1957a), as etapas em que se realizam a ação representam os níveis sucessivos da transformação do fenômeno objetivo em algo cada vez mais próprio. Em cada uma das etapas de transformação da ação material em ação mental, a forma ação muda sucessivamente (material para verbal e para mental), porém o seu conteúdo objetivo permanece. Conseqüentemente, a assimilação do conceito depende cada vez mais do estudante, até este ser finalmente formado.

O sistema de indicadores qualitativos oferece os parâmetros da ação, ou seja, uma forma concreta para a formação de ação. Os parâmetros da ação atuam como instrumentos qualitativos processuais para o planejamento, a execução e o controle da formação da ação. Eles envolvem tanto as representações de um plano geral quanto dos produtos intermediários e dos produtos finais. Desse modo, a organização desse conjunto pode resultar em uma escala para se medir objetivamente a qualidade da ação.

O quarto sistema de condições, o sistema de princípios didáticos, contém uma descrição psicopedagógica para organizar, executar e avaliar a formação da ação e dos conceitos, por meio das seis etapas propostas, tomando por base determinados indicadores qualitativos, previamente selecionados.

A atividade orientadora sustentada por Galperin também considera a necessidade do estabelecimento e utilização de um determinado sistema operacional, um conjunto de ações contendo operações a elas subordinadas. Na visão galperiana, o processo de aprendizagem do conceito é um processo de formação de uma imagem abstrata que reflete um mundo objetivo, mas também a formação de um determinado sistema operacional, que apresenta uma estrutura interna.

O sistema operacional indica tanto a sequência para a apropriação do novo conhecimento como os modos de sua assimilação (GALPERIN, 2001/1957a). O sistema operacional de assimilação de conceitos constitui um mecanismo propriamente psicológico. Nesse sentido, o objeto de investigação deve ser não apenas a assimilação dos conceitos em si, mas também a formação das ações necessárias para essa assimilação. Talízina (1988) reforça esse aspecto ao afirmar que qualquer imagem – seja percepção, representação ou conceito – deve estar relacionada com um sistema de ações.

A utilização de um sistema de ações no processo de formação de um conceito também conduz à formação de habilidades, permitindo delimitar uma estrutura invariante para cada tipo de habilidade. Como na concepção galperiana as ações mentais são habilidades para se realizar mentalmente uma dada ação objetiva (GALPERIN, 2001/1957a), o processo formativo de habilidades está imbricado ao da formação do conceito e pode ser considerado como uma via para a sua assimilação. Essa relação dialética destaca a visão do Enfoque Histórico-Cultural de que a atividade de aprendizagem exige o vínculo entre a assimilação do conceito e a sua aplicação. Nesse sentido, fundamentando-se em Leontiev, Núñez (2009) atenta para o fato de que o domínio do conceito é um indicativo da formação do pensamento teórico e este se revela quando o sujeito aprende a agir conceitualmente.

Essa visão panorâmica sobre a teoria de Galperin permite verificar o quanto a formação de conceitos se distancia de um processo espontâneo. Ela deve ser uma atividade orientada, organizada e conduzida pelo professor, de modo a promover o interesse, a motivação e o compromisso do estudante para torná-lo sujeito ativo do seu desenvolvimento. A seguir, descreve-se as etapas do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin.

1.3.1 Etapa motivacional

A “etapa motivacional” tem o objetivo de preparar os estudantes para a assimilação de novos conhecimentos, ou seja, o seu objetivo é criar uma disposição positiva para o estudo. Neste momento não são introduzidos conhecimentos e não há nenhum tipo de ação (NÚÑEZ, 2009).

1.3.2 Etapa de estabelecimento do esquema da Base Orientadora da Ação, a BOA

Galperin coloca a BOA no centro da sua teoria (NÚÑEZ, 2009). A etapa do estabelecimento da base orientadora da ação é uma etapa que se refere à preparação para o início da aprendizagem. Nesse momento, há um processo de negociação com os estudantes.

A BOA é o plano da futura ação, a base para a sua direção, ou seja, uma representação antecipada da tarefa e do sistema de orientadores necessários para o seu cumprimento. Ao destacar essa proposta galperiana, Talízina (1984) explica que a base orientadora da ação implica em uma imagem da ação a ser realizada e também do âmbito das condições nas quais a ação será realizada. Com isso, os estudantes poderão conhecer e formar uma representação tanto do conteúdo da ação quanto das operações, as micro-ações, que lhe servirão de apoio para a sua correta execução. Assim, a BOA deve refletir todas as partes estruturais e funcionais da atividade: orientação, execução e controle.

Os resultados das investigações realizadas por Galperin e por seus colaboradores mostraram que as diferentes formas de orientação se reduzem a oito tipos de BOA (TALÍZINA, 1984). Porém, no processo de ensino-aprendizagem um tipo de BOA tem se destacado: o terceiro tipo de orientação. A BOA do tipo III ocorre se, de maneira individual, independente, o sujeito constrói uma imagem orientadora completa e generalizada, que pode ser aplicada a um conjunto de fenômenos e tarefas de uma mesma classe (NÚÑEZ; OLIVEIRA, 2012). 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 estabelecimento da BOA envolve a familiarização com as condições concretas da ação e com a sua representação, a materialização da esquematização da BOA na forma de um breve escrito em um cartão, ou ficha de estudo, também chamado de mapa da atividade (NÚÑEZ, 2009).

Os cartões de estudo devem atuar como um sistema de orientação ativa e propor o panorama completo da BOA, incluindo todos os elementos necessários para realizar as ações: a invariante conceitual, a invariante procedimental e os meios de controle. Desse modo, o cartão de estudo envolve tanto o sistema de características necessárias e suficientes do conceito a ser estudado como o sistema de ações que determina o tipo de atividade a ser realizada (NÚÑEZ; OLIVEIRA, 2012).

A etapa de estabelecimento da BOA é um momento no qual o estudante reúne e formata todos os conhecimentos da ação e cria as condições para seu êxito. No entanto, o estudante não executa a atividade a ser assimilada. Isso ocorre na etapa de formação da ação do plano material ou materializado.

1.3.3 Etapa de formação da ação na forma material ou materializada

Esse é o momento funcional em que o estudante começa a propriamente realizar a ação, porém no plano externo, baseando-se no pressuposto de que o estágio inicial do pensamento humano é o pensamento em termos de ações concretas (TALÍZINA, 2009). Por isso, 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). Galperin (2001/1965) 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).

Segundo Galperin (2001/1959b), a forma materializada deve ser utilizada nos casos em que os objetos das ações são inacessíveis ou se situam fora dos limites do conhecimento sensorial. Ela também deve ser utilizada para todas as ações de ordem superior, como é o caso dos conhecimentos químicos.

Na etapa de formação da ação no plano material ou materializado, o trabalho estudante deve acontecer de forma colaborativa, em pares ou em grupos. Inicialmente, a ação é realizada como o cumprimento de todas as operações, de um modo mais detalhado possível. A partir da etapa de formação da ação do plano material ou materializado a resolução situações-problemas servem de recurso para a assimilação de habilidades (TALÍZINA, 1988). A execução da atividade ocorre pela via da resolução problemas, com o apoio nos esquemas da BOA, nos cartões de estudo.

As tarefas a serem realizadas devem refletir os casos típicos de aplicação do conceito e da ação, de modo a garantir sua generalização. Por isso, deve-se evitar tarefas do mesmo tipo que possam conduzir a uma automatização prematura. A generalização deve envolver dois tipos de situações: i) quando o objeto se refere à determinada classe e ii) quando não se refere à mesma classe. Galperin (2001/1965a) recomenda que as tarefas envolvam três tipos de situações-problema diferentes e 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.

A orientação do professor e a utilização das fichas de estudo auxiliam o estudante a tomar consciência de cada um dos componentes da atividade ao longo das tarefas. As fichas de estudo permitem individualizar o processo, além de facilitar a aquisição, a compreensão e a fixação de um maior volume de conhecimentos e procedimentos de caráter geral (NÚÑEZ, 2009). O professor controla o cumprimento de cada uma das operações que entram na composição da ação, corrigindo as tarefas resolvidas pelos estudantes. Esse controle é feito de acordo com todo o conteúdo e não somente pelos resultados.

Nessa terceira etapa do ciclo cognoscitivo, a forma material ou materializada é combinada com a forma verbal desde o princípio, no entanto o predomínio é do

apoio externo. Os estudantes verbalizam tudo o que realizam, mas a linguagem serve apenas como um sistema de indicações da realidade material. Embora a palavra se torne uma propriedade dos objetos ou dos fenômenos, nesse momento, ela ainda não representa seu símbolo. O estudante ainda não pode resolver a tarefa no nível mental.

Nas duas próximas etapas do processo de interiorização, a linguagem passa se impregnar na experiência da realidade material e se converte em uma única base de ação (GALPERIN, 1957b). Nesses momentos funcionais da ação no plano verbal, a formação da ação no plano da linguagem externa ocorre tanto na comunicação com os outros quanto “para si”.

1.3.4 Etapa de formação da ação como linguagem verbal externa “para os outros”

Nesse momento funcional a ação se libera da dependência direta com os objetos e com a sua representação. Galperin considera que nessa etapa a representação dos elementos da ação na forma verbal, ou seja, oral ou escrita. No entanto, o destaque desse momento funcional é para a importância da linguagem falada na atividade humana. De transformação das coisas, a ação se converte em raciocínio sobre ela mesma (GALPERIN, 2001/1965). 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 representá-la (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.

Na etapa da formação do plano da linguagem falada, os estudantes devem trabalhar em duplas e resolver a tarefa oralmente ou utilizando a linguagem escrita (GALPERIN, 1957a). Um estudante deve solucionar os problemas em voz alta e o outro atuar como controlador, utilizando 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 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.

1.3.5 Etapa formação da ação na linguagem externa na comunicação “para si”

Nessa etapa do ciclo cognoscitivo, o estudante passa a trabalhar com a linguagem “para si”, ou seja, silenciosamente. O indivíduo resolve a tarefa por conta própria, de modo muito detalhado e consciente das operações que realiza, como se estivesse falando para si mesmo (TALÍZINA, 1984). A princípio, é como se essa linguagem fosse direcionada a um interlocutor imaginário, porém, à medida que a ação é assimilada, o controle imaginário cada vez mais se distancia para um plano posterior. Desse modo, a transformação mental da ação material inicial, ou seja, o pensamento propriamente dito, torna-se cada vez mais predominante.

Para Galperin (1959a,b) a partir desse momento, a linguagem oral começa a cumprir uma nova função. A ação verbal elimina a limitante principal da ação com as coisas. 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. Um sentido relacionado a um fenômeno da consciência social, cujo conteúdo deve ter para todas as pessoas um significado único e, portanto, objetivo, independentemente do apoio material. Além disso, a linguagem externa se converte em portadora independente de todo o processo e ação vai se transformando até atingir a lógica dos conceitos e começa a se generalizar.

A transformação da ação verbal externa em mental transita no caminho da transformação da linguagem em voz alta em sua imagem sonora, uma forma de linguagem externa para si, uma ação interna dirigida ao exterior (a si mesmo ou a outra pessoa). No 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.

1.3.6 Etapa da formação da ação no plano mental

O momento da formação da ação mental é a última etapa do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin para transformar a ação externa (material) em

ação interna (psíquica). No processo obtém-se um tipo especial de linguagem, pois ocorre a interiorização e todos os esquemas da ação adquirem uma forma de linguagem interna, “só para si” (GALPERIN, 1957b). Segundo a teoria, é nessa etapa, quando as características do conceito são utilizadas mentalmente, que o sujeito se transforma em “dono” absoluto do material estudado (GALPERIN, 1957a).

Nessa etapa, tanto o objeto da ação como sua composição operacional passam a ter caráter de imagem. Os tipos de problemas utilizados devem ser semelhantes aos das etapas anteriores, sendo mais complexos, e a solução das tarefas deve ocorrer de forma independente.

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.

Galperin (2001/1965a) destaca que na formação planejada por etapas das ações mentais o grau de generalização vai aumentando constantemente no processo de interiorização, enquanto a ação vai se realizando de maneira menos desdobrada, abreviando-se. A independência do estudante progride de uma ação compartilhada, isto é, com ajuda dos outros, até ser uma ação independente.

Galperin (1969a, 1957a) também ressalva que cada um desses momentos funcionais de formação do conceito não é puro. Na prática, cada uma dessas etapas se refere a algo que está sendo mais enfatizado no processo, ou seja, não há uma correspondência “topográfica” com tudo o que ocorre na mente do estudante no momento em que a aprendizagem é estimulada, conforme também destaca Fariñas (1996). Considerando a individualidade de cada sujeito, em cada uma das etapas estão incluídos elementos de outras. Adicionalmente, o desempenho dos estudantes pelas etapas de assimilação propostas por Galperin também não é homogêneo, conforme é reforçado por Talízina (1988) e Núñez (2009), pois os seus ritmos de assimilação e de desenvolvimento podem ser distintos. Por isso, ao longo do processo eles podem se manter em etapas distintas. Por isso, esse tipo de Sistema Didático deve receber um tratamento teórico-metodológico que tanto permita a particularização quanto a visão de totalidade.

O desenho de um sistema didático se relaciona a decidir o que vai ser ensinado (SANMARTI, 2000). Os saberes expressos em um sistema didático

refletem intenções educativas, pois envolvem um conjunto de conhecimentos, como: o conhecimento disciplinar, o conhecimento histórico-epistemológico, a psicologia da aprendizagem e o conhecimento do contexto escolar (MORA; PARGA, 2007).

As reflexões advindas da vivência das experiências formativas em um sistema didático devem ser vistas como uma possibilidade de apropriação de referenciais, como possibilidades e não como padrões definitivos (NÚÑEZ; RAMALHO, 2013). A ênfase dessa atividade está em proporcionar esquemas de ação e reflexão para a melhoria do “como ensinar”. Esse tipo de posicionamento é reforçado por García e Garritz (2006), ao destacarem que essa atividade não se trata apenas de aspectos sobre o conteúdo científico, mas também sobre a aplicação do conhecimento pedagógico do conteúdo, conforme também se vislumbra para o processo de formação das habilidades em futuros professores de química.

A abordagem desenvolvida neste capítulo permite vislumbrar a potencialidade da Teoria de Galperin para desenvolver, de modo planejado e dirigido, a formação da habilidade de identificar álcoois. No próximo capítulo, é apresentado percurso metodológico da proposta realizada nessa direção.

2 O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Nesta parte do trabalho, apresenta-se o percurso metodológico da pesquisa, visando atender aos objetivos elencados, em torno do desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois. A seguir, serão destacados os principais pressupostos assumidos e os critérios para as propostas atribuídas ao contexto da pesquisa, à seleção dos sujeitos participantes, bem como as estratégias metodológicas, os instrumentos para a coleta dos dados e para as análises dessas informações.

2.1 PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

Assumiu-se o enfoque materialista dialético e histórico como posição teórico-metodológica geral para pesquisa, por proporcionar uma base sólida para a investigação educacional a fim de viabilizar a execução dos objetivos almejados. Entre os aspectos tomados para essa escolha, considerou-se que na pesquisa em educação ele “[...] tem se firmado enquanto movimento tríplice que se institui como concepção ou postura, investigação propriamente dita e práxis. É este movimento que propicia a crítica, a construção de conhecimento novo e uma nova síntese no plano do conhecimento e da ação” (FRIGOTTO, 1997). Destinando-se à compreensão desse movimento, é particularmente sob os fundamentos da Escola de Vigotski que serão tomadas as posições no plano epistemológico, sociológico, psicológico e pedagógico.

Esse eixo teórico na perspectiva histórico-cultural foi utilizado para relacionar as exigências atuais do ensino de química no Brasil aos problemas gerais básicos do ensino-aprendizagem do conteúdo álcool (conhecimentos e sistemas de habilidades). Além disso, conforme em Wertsch (1998), optou-se por esse 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. Por isso, a metodologia se situou em um contexto onde tanto deve se investigar a formação da habilidade quanto onde ela deve ser utilizada, considerando-se as necessidades decorrentes das relações entre a formação inicial de professores de química e a química escolar. Nesse sentido, adequam-se os posicionamentos do enfoque histórico-cultural destacados por Saviani à atividade relacional vislumbrada,

no sentido de que ela promovesse a:

- a) Identificação das formas mais desenvolvidas em que se expressa o saber objetivo produzido historicamente, reconhecendo as condições de sua produção e compreendendo as suas principais manifestações, bem como as tendências atuais de transformação;
- b) Conversão do saber objetivo em saber escolar de modo a torná-lo assimilável pelos alunos no espaço e tempo escolares;
- c) Provimento dos meios necessários para que os alunos não apenas assimilem o saber objetivo enquanto resultado, mas apreendam o processo de sua produção bem como as tendências de sua transformação. (SAVIANI, 1997, p. 14).

Foi com essa visão que a metodologia para o desenvolvimento da habilidade ficou direcionada ao ensino-aprendizagem do conteúdo álcool, construído e disseminado historicamente pela humanidade, relacionando dialeticamente a apropriação de conceitos e a formação de habilidades.

A metodologia circundou em torno de uma experiência formativa para o desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois. Esse processo foi organizado e conduzido pelo pesquisador e pelo professor da disciplina, que foi o coorientador do trabalho. O processo foi fundamentado nas contribuições teórico-metodológicas do Enfoque Histórico-Cultural, principalmente nos trabalhos de Galperin (2001, 1986), Talízina (2009, 1987) e Núñez (2010, 2009, 1999). Buscou-se que a metodologia propiciasse o desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois junto aos licenciandos em químicas, como um processo interno do pensamento, a partir da realidade externa, dentro da unidade entre o psicológico e o pedagógico.

A investigação utilizou procedimentos qualitativos e quantitativos para a obtenção, análise e interpretação dos dados, referindo-se ao caráter subjetivo que envolve os temas tratados. Assumiu-se que tal relação entre quantidade e qualidade é dialética, conforme destacam Ramalho, Núñez e Gauthier (2000), e reflete uma orientação vigente na pesquisa educacional (COUTINHO, 2008). A análise qualitativa permitiu a organização dos dados e suscitou categorias para o estabelecimento dos níveis alcançados, refletindo nas indicações quantitativas expressas em termos de percentuais. Porém, dentro da relação unitária quantidade-qualidade, outorgou-se um maior destaque à abordagem qualitativa, por considerá-la indicada em investigações: preocupadas com o processo e não apenas com o produto (TRIVIÑOS, 1987), e voltadas à interpretação dos fenômenos e atribuição dos significados na explicação dos dados obtidos (GIL, 2007). Essa escolha também

decorreu da busca pela objetivação do caráter subjetivo que envolve a compreensão do processo de apropriação conceitual na formação inicial de futuros professores de química e as contribuições e/ou obstáculos para a formação das habilidades no contexto investigativo, que será detalhado a seguir.

2.2 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em aulas de duas turmas da disciplina de Prática Pedagógica para o Ensino de Química II. uma do turno da tarde (Turma A) outra do turno da noite (Turma B), ofertadas a licenciandos do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CLQ-UFRPE). Esse contexto será detalhado em continuidade.

2.2.1 O Curso de Licenciatura em Química da UFRPE

A escolha do CLQ-UFRPE como ambiente da pesquisa se vinculou à própria natureza da investigação, envolvendo a formação inicial de professores de química, e pelo desejo em desenvolver a pesquisa no local de formação inicial do pesquisador. Intencionalmente, almejou-se contribuir para uma melhor compreensão dessa realidade para poder transformá-la e fornecer subsídios para o entendimento de outras questões em cenários distintos.

O CLQ-UFRPE é originário de um desmembramento do curso de licenciatura em ciências, com habilitações em biologia, física, matemática ou química. Esse fora criado pela Resolução 39/75 do Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão (CEPE), homologado pela Resolução 36/75 do Conselho Universitário da UFRPE e reconhecido pela Portaria Ministerial 384 de 15 de setembro de 1983, nos termos do Parecer – CFE 381/83. Em 09 de novembro de 1989, após profundas mudanças na estrutura curricular, o curso de licenciatura em ciências com habilitação em química foi transformado em curso de licenciatura plena em química, Parecer 928/89.

O curso oferece anualmente 120 vagas: 80 para período noturno, 40 por semestre, primeira e segunda entrada; e 40 para o período diurno, primeira entrada. Os licenciandos são selecionados por processo público. Até 2009, a seleção era realizada por meio de vestibular unificado das universidades federais do Estado de

Pernambuco, em duas etapas. A partir de 2010, o critério de ingresso passou a ser a nota do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

O CLQ-UFRPE possui regime acadêmico de créditos, com duração de 10 semestres e carga horária de 3.090 h para o turno da tarde e de 3.060 h para o turno da noite. Esta diferença se refere à obrigatoriedade de 30 h de educação física para os alunos que estudam durante o período vespertino.

O perfil previsto para o licenciado em química a ser formado no CLQ-UFRPE é o mesmo do que está definido para o licenciado em química nas IES brasileiras. Indicado no Parecer nº 1.303/2001-CNE/CES, com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, ele afirma que:

O Licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média. (ZUCCO; PESSINE; ANDRADE, 1999).

Tendo em vista formar esse tipo de profissional, o objetivo principal do CLQ-UFRPE é a formação de professores de química para atuarem junto ao ensino fundamental, ensino médio, educação de jovens e adultos e educação profissional, com estímulo à participação em programas de educação continuada e de pesquisa.

Ao longo da sua existência, o CLQ-UFRPE passou por algumas reformas em sua estrutura político-pedagógica. A modificação ocorrida em 2009 produziu nova matriz curricular. Com isso, para os licenciandos que ingressaram a partir do primeiro semestre letivo de 2010 (2010.1), a nova matriz passou a ser composta por um total de 45 disciplinas de 60 h: 42 obrigatórias e 3 optativas (anexo). A carga horária das disciplinas é de 2.730 h, sendo necessárias ainda 210 h de atividades complementares e 405 h de Prática como Componente Curricular e de estágios supervisionados.

O conteúdo álcoois também um item específico do programa da disciplina de Química Orgânica LI, que é pré-requisito para as disciplinas: Química Orgânica LII, Química Orgânica LIII, Química Orgânica LIV e Biomoléculas. O ensino do conteúdo álcool consta em um tópico do conteúdo programático da disciplina Prática Pedagógica para o Ensino de Química II, do 5º período, voltado ao ensino das funções orgânicas. A disciplina possui carga horária de 60 h e as aulas ocorrem em dois dias da semana, cada uma com a duração de 1 h e 40 min.

A “Prática como Componente Curricular” incorporou-se ao currículo do CLQ-UFRPE desde o início da formação inicial como disciplinas obrigatórias, que passaram a ser oferecidas a partir do segundo semestre do ano de 2011. Entre os objetivos da sua inclusão ao currículo, busca-se oportunizar o confronto entre diferentes concepções teórico-metodológicas sobre estratégias utilizadas nas atividades pedagógico-didáticas da profissão de professor de química e colocar o licenciando em contato diretamente com a realidade da escola. Pretende-se que essas disciplinas auxiliem na efetivação de posturas tensionadas na perspectiva do desenvolvimento de atividades pedagógico-didáticas que questionem, recriem ou contestem a teoria, produzindo um sentido para o vivido pelo licenciando. Almeja-se com isso contribuir para o desenvolvimento de habilidades profissionais-pedagógicas para o futuro trabalho na escola, situando o licenciando nessa realidade desde o início do curso.

Dois fatores contribuíram para a escolha de desenvolver essa pesquisa junto a licenciandos matriculados na Prática Pedagógica no Ensino de Química II. Um deles reside no fato de que, nesse período do CLQ-UFRPE, os licenciandos já cursaram ou estão cursando disciplinas de: i) conteúdo químico onde o conceito de álcool é abordado (Química Orgânica LI, Química Orgânica LII ou Química Orgânica LIII); ii) conteúdo pedagógico que tratam sobre fundamentos filosóficos e psicopedagógicos do ensino-aprendizagem (Fundamentos Filosóficos Históricos e Sociológicos da Educação, Psicologia I, Psicologia II, Didática e Estrutura e Funcionamento da Educação Brasileira). Assim, nesse momento, os participantes da pesquisa já tiveram um processo formativo na universidade envolvendo o ensino-aprendizagem de álcool e que também forneceram subsídios para discussões sobre a formação de habilidades intelectuais. O outro fator para a escolha foi o fato de o conteúdo programático desta disciplina estar voltado para trabalhar a “Prática como Componente Curricular” priorizando uma perspectiva alinhada à abordagem pedagógico-didática proposta nesta pesquisa.

2.3 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram o professor da disciplina de Prática Pedagógica para o Ensino de Química II, que também é coorientador deste trabalho,

e todos os licenciandos matriculados e que frequentaram as aulas em duas turmas (A e B) na do 5º (quinto) período do CLQ-UFRPE, no semestre 2018.2: turma A, 11 (onze) e 18 (dezoito) participantes na turma B. A experiência formativa foi desenvolvida pelo professor junto a esses licenciandos.

Todos os participantes da pesquisa preencheram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (apêndice A). Os sujeitos foram caracterizados a partir da análise dos dados fornecidos pelas respostas dadas a um questionário desenvolvido para esta finalidade (apêndice B). Esse instrumento foi aplicado pelo professor da disciplina, na primeira aula do semestre, com o intuito de se levantar algumas informações sobre os sujeitos. O questionário abrangia: aspectos sociais; fatores motivacionais à escolha por um curso de licenciatura; experiência como docente no ensino de química; expectativa quanto a trabalhar como professor de química. O instrumento também continha questões envolvendo experiências formativas no ensino-aprendizagem de química.

O professor da disciplina é bacharel em química, mestre em química de produtos naturais e doutor em educação. Possui 20 (vinte) anos de ensino no magistério superior, todos eles relacionados à formação de professores de química na UFRPE. Tem ministrado a disciplina de Prática Pedagógica no Ensino de Química II, desde a sua inclusão na matriz do CLQ-UFRPE.

Do total de licenciandos, 62% estavam no 5º período (turma A, 91%). 59 % eram do sexo feminino (64% da turma A e 55% da turma B) e 90 % se encontravam na faixa etária entre 17 e 25 anos. Além disso, no universo dos participantes, 59% cursaram o ensino médio somente em escola pública (61% na turma B), enquanto que 41% somente em escola particular.

A escolha pelo CLQ-UFRPE foi tomada por 27,5% desses licenciandos pela perspectiva profissional e 27,5% por causa da influência do professor durante ensino médio/técnico. No caso da turma da turma B, 17% afirmaram escolher o curso por causa da relação candidato/vaga.

79% ainda não exerceram o papel de professor. 86,2% querem ser professores quando finalizarem o curso, sendo que mais da metade desses (54%) não gostariam de ter a docência exclusivamente como profissão, mas também ter outro emprego, ao mesmo tempo.

Todos licenciados afirmaram ter estudado química orgânica no ensino médio. Para 28% a experiência foi boa, regular para 40% e ruim para 21% deles. 59%

acharam o nível de aprendizagem bom e 72% creditaram como regular o dos colegas seus antigos colegas de classe. Quando na escola, os principais conteúdos estudados foram: nomenclatura (100%), hidrocarbonetos (90%), cadeias carbônicas (86%) e grupos funcionais (83%). Nas aulas envolvendo esses conteúdos, 100% afirmaram ter sido aulas expositivas, a maioria centrada nas apenas no uso de quadro e pincel/giz (79%). Segundo 21%, outros recursos eram bem menos utilizados, incluindo a experimentação (citada por 24% dos 29 participantes). Para a maioria desses licenciandos as aulas eram poucos contextualizadas, apenas 14% disseram que o professor frequentemente fazia relação com o cotidiano.

Quando questionados sobre a experiência vivenciada nas disciplinas de Química Orgânica no CLQ-UFRPE, 38% afirmaram que a experiência foi boa e para 34% foi regular.

2.4 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

As estratégias metodológicas foram desenvolvidas em torno do(a): i) diagnóstico dos problemas associados às dificuldades de identificação de álcoois; ii) estruturação de um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois, seguindo as etapas propostas na teoria de Galperin; e iii) avaliação da experiência didática para a formação da habilidade de identificar álcoois.

2.4.1 Diagnóstico inicial sobre o grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcool e sobre estratégias para o ensino de química orgânica

Elaborou-se um questionário para análise do grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcool (apêndice C). O indicador qualitativo utilizado foi o grau de solidez. Os critérios utilizados para avaliar o grau de desenvolvimento da habilidade foram considerados com base na utilização de categorias de análise em relação ao grau de solidez, conforme indicado no apêndice D. Com base nos indicadores qualitativos propostos por Galperin (2001), considerou-se que o grau de solidez é consequência da forma da ação e que a solidez é maior quanto mais completo é o processo de internalização.

O questionário foi aplicado pelo professor em uma das aulas anteriores à intervenção. No mesmo dia, após preenchimento do questionário, os licenciandos

foram estimulados pelo professor a realizarem reflexões sobre o ensino-aprendizagem envolvendo o conteúdo álcool, tanto na educação escolar quanto nas disciplinas do CLQ-UFRPE. Por meio da discussão em grupo, foi estimulada a troca de ideias entre os licenciandos sobre as suas experiências, positivas e negativas, na aprendizagem de álcoois e suas posições frente às formas como foram ensinados.

Na aula seguinte, os licenciandos propuseram um plano de curso voltado à abordagem do conteúdo álcool no ensino médio, indicando: conteúdos, estratégias/recursos didáticos e tempo didático (quantidade de aula).

2.4.2 Estruturação de um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois

Com base em Núñez (2009) e Talízina (1988), o planejamento do Sistema Didático foi assumido como um projeto de pesquisa sobre o ensino-aprendizagem de conteúdos específicos, buscando-se a incorporação de elementos para uma direção científica da aprendizagem e para a redução os possíveis efeitos da espontaneidade no processo. Os critérios para estabelecimento dos pressupostos do Sistema Didático se basearam nas categorias-chave da teoria de Galperin, fundamentadas nos pressupostos teórico-metodológicos da Escola de Vigotski, nos quais o trabalho se orienta.

O objetivo principal do Sistema é definido em termo da habilidade geral: Identificar álcoois. Os indicadores qualitativos estabelecidos para avaliação da habilidade estão apresentados a seguir.

- **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 classificação da função álcool. Para o grau de generalização foram estabelecidos 4 (quatro) níveis, correspondentes com as respostas dos licenciandos, conforme indicado no quadro 3.

Quadro 3. Níveis propostos para a avaliação do grau de generalização

Nível	Características
1	A partir das substâncias apresentadas, estabelece a estrutura dos casos típicos de álcoois.

2	Resolve as situações típicas corretamente, mas as suas soluções são explicadas de forma parcialmente correta.
3	As soluções das situações e suas respectivas explicações são parcialmente corretas.
4	Resolve de forma incorreta todas as situações.

- **Grau de consciência** - Saber argumentar as suas ações para a solução correta da tarefa, manifestando compreensão da atividade, tanto do ponto de vista conceitual quanto procedimental. Os 4 (quatro) níveis propostos para o grau de consciência estão indicados no quadro 4.

Quadro 4. Níveis propostos para a avaliação e o controle do grau de consciência

Nível	Características
1	Identifica corretamente as substâncias pertencentes à função álcool e as argumentações sobre o procedimento de identificação são corretas.
2	Define corretamente as estruturas das substâncias. A argumentação é parcialmente correta.
3	A definição da estrutura das substâncias orgânicas isoméricas é parcialmente correta. A argumentação se corresponde com erros apresentados.
4	A determinação da estrutura das substâncias orgânicas isoméricas e a argumentação são incorretas.

- **Grau de independência** - Executar independentemente as tarefas, sem nenhum tipo de apoio: sem ajuda do professor, de outro colega ou de outra ajuda externa. Os 5 (cinco) níveis para o grau de independência estão indicados no quadro 5.

Quadro 5. Níveis propostos para a avaliação e o controle do grau de independência

Nível	Características
1	Resolve corretamente as tarefas sem ajuda do professor.
2	Resolve parcialmente a tarefa sem ajuda do professor.
3	Recebe um nível de ajuda e resolve corretamente a tarefa
4	Recebe um nível de ajuda e resolve parcialmente a tarefa
5	Resolve incorretamente a tarefa

- **Forma mental da ação** - Assimilar no plano mental o procedimento geral que permite orientar-se na resolução de várias tarefas dentro dos limites de generalização estabelecidos.

A organização do Sistema Didático constou da seleção e da estruturação do conteúdo e da delimitação da estrutura operacional de ações. Esse procedimento considerou a relação entre o saber disciplinar e o saber curricular da função oxigenada álcool, detendo-se especialmente na sua transposição para saber escolar. Para tanto, foi realizada uma análise histórico-epistemológica e didática, de cunho bibliográfico-documental, para verificar as recomendações da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) e os procedimentos utilizados para a identificação de álcoois nos diferentes níveis do ensino de química.

Essa invariante foi concebida e estruturada para que habilidade de identificar álcoois atuasse como o modelo da atividade do Sistema Didático e pudesse operacionalizar a orientação geral do processo formativo, tanto para os licenciandos quanto para o formador. Ela foi construída na etapa da BOA e materializada em folhas de papel A4, que atuaram como mapa da atividade.

O processo de formação de habilidade de identificar álcoois dentro dos 6 (seis) momentos do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin foi planejado para ser desenvolvido em duas aulas, de 120 (cento e vinte) min à tarde e de 100 (cem) min à noite, em dias alternados (segunda e quarta-feira) para cada turma. O quadro 6 traz a síntese das atividades executadas no processo formativo.

Quadro 6. Atividades executadas no processo formativo da habilidade de identificar álcoois

ETAPA	MOMENTO	TAREFA	FORMA DE TRABALHO	RECURSOS UTILIZADOS
Motivacional	Aula 1	Exposição de slides; experimentação	Grupo	<i>Data show</i> , experimentos
Estabelecimento da BOA	Aula 1	Apresentação de estruturas Construção de mapas de da atividade	Grupo	<i>Data show</i> , quadro, representações estruturais em cartazes
Materializada	Aula 2	Manipulação de modelos moleculares; resolução de problemas	Dupla	Modelos moleculares comerciais Mapas de da atividade
Linguagem externa para os outros	Aula 2	Resolução de problemas	Dupla	Folhas impressas
Linguagem externa para si	Aula 2	Resolução de problemas	Individual	Folhas impressas
Plano mental	Aula 2	Resolução de problemas	Individual	Folhas impressas

Foi desenvolvido um conjunto de problemas para o sistema formativo (apêndice D). Ele atuou como um sistema de tarefas para o processo de formação da habilidade de identificar álcoois.

Dois meses após ser finalizada a etapa de aprendizagem, foi aplicado um problema que serviu como controle final para diagnosticar a qualidade da assimilação.

Uma carta de um jogo de tabuleiro voltado ao ensino de química trazia a seguinte frase: “A substância química álcool faz parte de um grupo de compostos constituídos por átomos de carbono (C), de hidrogênio (H) e também por grupos hidroxilas (OH), a união de 1 átomo de oxigênio com 1 átomo de hidrogênio”.

Avalie se com a utilização desse critério, apenas, é possível indicar se uma determinada substância é um álcool

Novamente, as respostas para cada uma das questões foram classificadas em níveis, com base na utilização de categorias de análise em relação ao grau de solidez, conforme indicado no apêndice D.

O controle do processo de formação da habilidade considerava que o mesmo seria processual e sistemático, para verificar os parâmetros qualitativos propostos. No quadro 7, listam-se tipos de controles propostos a serem realizados pelos licenciandos e pelo professor no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.

Quadro 7. Controles realizados pelos licenciandos e pelo professor no processo de formação da habilidade de identificar álcoois

Etapa	Trabalho do licenciando		Trabalho do professor	
	Na realização da atividade	No controle da atividade	Na realização da atividade	No controle da atividade
Motivacional	Resolver situações problema do teste de diagnóstico inicial do grau da habilidade	-	Planejamento	Elaborando e corrigindo um teste para avaliar o grau de desenvolvimento dos conhecimentos e das habilidades.
	Em grupo, discutir sobre importância de aplicações relacionadas aos álcoois e resolver situações problema.	Avaliando a adequação da invariante procedimental desenvolvida aos indicadores qualitativos propostos.	Fonte de nova informação	
Construção da BOA	Individualmente e em grupo, propor e discutir a BOA.			Por meio da compreensão da orientação nas BOA construídas individualmente e na participação na construção coletiva da orientação geral
Material ou materializada	Em dupla, no papel de executor - Resolver situações problema, com ajuda dos cartões de estudo. Escrever a resposta e falar para um colega a via de correção, indicando os procedimentos tomados.	No papel de avaliador, apoiado no mapa da atividade, verificando e registrando quais as operações foram realizadas pelo colega.	Mecanismo regulador na direção da ação dos licenciandos, avaliando a necessidade de ajuda e prestando-lhes esse auxílio, quando necessário	Sistemático, pelos resultados e, principalmente, pelas operações, de acordo com a estrutura das ações, em todas as tarefas que o licenciando resolver.
Linguagem verbal para os outros	Em dupla, no papel de executor - Resolver situações problema, sem ajuda dos cartões de estudo. Escrever a resposta e argumentar sobre os passos tomados, junto ao colega	Auto-avaliando as operações efetuadas, após a correção das tarefas pelo professor		Sistemático, pelos resultados e, principalmente, pelas operações, de acordo com a estrutura das ações, em todas as tarefas que o licenciando resolver.
Linguagem verbal para si	Resolver situações problema de modo independente. Indicar mentalmente (para si) os passos tomados e escrever a resposta.	Auto-avaliando as operações efetuadas, após a correção das tarefas pelo professor	Mecanismo regulador na direção da ação dos licenciandos, prestando-lhes auxílio quando solicitado	Pelos resultados de cada situação problema
Plano mental	Resolver situações problema de modo independente, escrevendo apenas as respostas.			Pelos resultados de cada situação problema

Adaptado de Marcelino-Jr (2014)

2.5 COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Visando investigar o processo formativo, a coleta, o tratamento e a análise dos dados foram realizados na constante busca por um conjunto amplo de relações, particularidades e detalhes que possibilitem captar o seu movimento, dentro da sua singularidade e na totalidade no qual ele está imerso.

2.5.1 Coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados desenvolvidos visaram reunir informações tanto em relação ao próprio objeto, para contribuir na organização do conteúdo álcool na estruturação do Sistema Didático, quanto para orientação e controle da formação da habilidade na experiência didática.

Questionário

O questionário foi utilizado como técnica de investigação e instrumento para levantar dados visando descrever características e medir algumas variáveis dentro do universo pesquisado, tanto coletiva quanto individualmente. Ele foi utilizado para: i) recolher informações sobre os licenciandos e estabelecer o perfil dos sujeitos participantes da pesquisa; e ii) conhecer a opinião dos licenciandos acerca de questões relacionadas ao objeto de investigação. Com isso, procurar-se-á suscitar o conhecimento sobre opiniões, crenças, interesses e situações vivenciadas junto aos licenciandos participantes.

O questionário foi produzido e aplicado de acordo com as recomendações metodológicas básicas para desse tipo de instrumento (GIL, 2010; ANDRADE, 2009; LEITE, 2008). As questões se organizaram relacionando-se ao conhecimento pedagógico para o ensino-aprendizagem do conteúdo de química orgânica escolar.

Filmagem das aulas

A observação foi tomada na experiência formativa como uma técnica de coletas de dados para conseguir informações sobre determinados aspectos da

realidade do processo de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois. Assim, procurou-se utilizar nesse processo a habilidade de observar, cuja dimensão é sensório-perceptual, utilizando-se a análise enquanto operação de pensamento para se proporcionar a familiarização como nível de assimilação no plano externo. Pretendeu-se que ela atuasse como um instrumento para contribuir para avaliar tanto os licenciandos quanto para registro da dinâmica estabelecida no processo de formação.

As vantagens do uso da observação na pesquisa educacional como uma técnica de coleta de dados são apontadas por diferentes autores, conforme Gil (2008). Entre os aspectos positivos da sua utilização estão: o rápido acesso às informações, sem a necessidade de intermediários, diminuindo a subjetividade na compreensão dos fatos; e a possibilidade de apreender nas falas, esclarecimentos sobre o comportamento dos observados. Considerando-se esses aspectos, decidiu-se utilizar também técnica da observação não estruturada, ou assistemática, para a coleta de dados da pesquisa.

[...] também denominada espontânea, informal, ordinária, simples, livre, ocasional e acidental, consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas. É mais empregada em estudos exploratórios e não tem planejamento e controle previamente elaborados. (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 81)

Considerando essas colocações e atentando-se para as recomendações de Lúria (1983), a observação visou compreender as inter-relações dos fatos, para aproximar-se se mais da essência do objeto. Os registros por filmagens não se restringiram a descrever situações isoladas, mas procuraram contribuir para a identificação de aspectos positivos e dificuldades nos comportamentos exibidos pelos licenciandos na resolução das tarefas e nos registros das suas impressões.

2.5.1 Tratamento e análise dos dados

O estudo da experiência formativa e dos seus produtos foi realizado por meio da análise de conteúdo sobre os dados provenientes dos discursos apreendidos nos testes diagnósticos, dos questionários e dos registros das observações das filmagens realizadas em sala.

Os dados obtidos (antes, ao longo e ao final do processo formativo) foram analisados visando comparar resultados e determinar tendências no pensar do conjunto de licenciandos. Foram realizadas análises aproximando respostas semelhantes, complementares ou divergentes de modo a identificar recorrências, concordâncias, contradições e/ou divergências na tentativa de identificar as aproximações e distanciamentos relativos aos parâmetros investigados, segundo se recomenda em algumas pesquisas em Educação em Ciências (AULER; DELIZOICOV; 2006). Com isso, procurou-se compreender a lógica das relações estabelecidas no interior do grupo de licenciandos, considerando-se a totalidade e as peculiaridades do fenômeno em investigação, de forma unitária.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO DO GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS

Ao iniciarem a resolução dos questionários, os licenciandos exibiram uma dificuldade inicial no processo de identificação de álcoois ao analisarem a estrutura do mentol e discutirem sobre a sua solubilidade em água. Entre os 29 (vinte e nove) participantes apenas 7 (sete), 24%, identificaram essa substância com estrutura cíclica e insaturada como um álcool e explicaram a sua insolubilidade em água com base nas suas características estruturais, destacando a importância da parte lipofílica. Já 60% afirmaram não ser um álcool, enquanto que os demais indicaram se tratar de um álcool, mas não explicaram o porquê dessa sua propriedade. Os resultados entre as duas turmas foram semelhantes.

Quando perguntados se uma substância que apresenta um ponto de fusão de 25°C pode ser um álcool, 100% afirmaram que não ou não responderam essa questão. Para alguns “pode ser um fenol” e para a maioria “um álcool é líquido na temperatura de 25 °C”, conforme registrado em suas respostas. Esses licenciandos apresentaram fortes dúvidas ou não acreditam que os álcoois podem ser sólidos a essa temperatura.

A questão 3 abordava outra questão do processo de identificação: a nomenclatura. Com base na nomenclatura aceita pela IUPAC para um grupo de substâncias oxigenadas de uso comum, os licenciandos aquelas que identificavam como álcoois. Nenhum acertou a questão totalmente. As respostas foram consideradas parcialmente corretas para 70% do total de participantes (85% na turma B e 48% na turma A), enquanto que 30% exibiram respostas erradas. A maioria dos que acertaram parcialmente a questão elencou apenas 3 (três) substâncias: o etanol, o isopropanol e o sorbitol/ou glicerina como álcool. Entre os que erraram houve uma vinculação do critério de escolha à terminação “ol”.

A análise das respostas à questão sobre a reatividade dos álcoois (questão 4) revelou uma dificuldade em relação sobre algumas propriedades químicas de álcoois simples: metanol, etanol e isopropanol. Apenas 2 (dois) dos licenciandos (um em cada turma) acertaram essa questão. Todos os demais erraram todas as questões, inclusive a que tratava da combustão do metanol.

As respostas dos licenciandos na análise de um grupo de 13 (treze) representações estruturais, trazidas na questão 5, ratificaram as dificuldades apresentadas anteriormente. O quadro 8 traz a frequência de indicações das estruturas consideradas como representativas de substâncias da função álcool.

Quadro 8. Estruturas hidroxiladas identificadas como álcoois na questão 5 do diagnóstico inicial do grau de desenvolvimento da habilidade

Estruturas hidroxiladas identificadas como álcoois (%)														
Turma	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O
A	95	100	0	95	50	10	70	0	50	95	40	40	0	95
B	75	75	0	60	75	25	95	10	10	60	0	45	10	75

* Células em cinza correspondem aos álcoois

Conforme verificado nos dados apresentados, apesar de a turma A ter apresentado um desempenho melhor, nenhum dos licenciandos indicou corretamente todas os 7 (sete) álcoois exemplificados. Alguns aspectos que se destacaram na escolha equivocada exibem uma significativa indicação do fenol (K), na turma A, e também de um ácido carboxílico (I) e um aldeído hidroxilados (L) como álcoois.

Quando solicitados a expressarem os procedimentos utilizados para identificar os álcoois, os licenciandos demonstraram a utilização parcial de critérios baseados nas características necessárias e suficientes do conceito. Basicamente, eles se orientaram pela presença de hidroxila ligada em um carbono saturado. No entanto, muitas vezes, esse critério não era expresso dessa forma, sendo substituído por expressões como “hidroxila na cadeia principal”

A análise dos dados coletados com instrumento levou a considerar que, de um modo geral, ambas as turmas apresentaram um baixo grau de solidez da habilidade de identificar álcoois. Eles não utilizaram a totalidade das características necessárias e suficientes do conceito, e não foram capazes de executá-la corretamente, com todos os elementos, na resolução das tarefas. Ademais, há de se ressaltar que, nos problemas onde o aspecto sensório-perceptual tinha uma dimensão um pouco menos relevante em relação à linguagem mais verbal, uma boa parte dos licenciandos exibiu um grau de habilidade muito baixo. Eles demonstraram desconhecer o que deveriam fazer e/ou efetuaram passos aleatórios para a execução das suas respostas, que não correspondiam à estrutura da habilidade de identificar álcoois. Desse modo, para a maioria deles, a habilidade estava muito pouco desenvolvida e, para todos, ela precisava ser atualizada.

Esses resultados obtidos no grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois são indicativos de um tipo de comportamento criticado por Leontiev sobre o “ensino tradicional” (LEONTIEV, 1964, p. 86). Ele se associa a um processo marcado pela determinação da presença ou da ausência, no material proposto, dos componentes e das propriedades dos fenômenos. Na educação escolar tradicional, esse processo é frequentemente tomado como uma assimilação a partir da generalização gradual, progressiva, do conteúdo do conceito, acompanhada pela liberação do conjunto de representações cotidianas, também realizada de forma gradual. Inclusive, nesse tipo de generalização do conceito, assume-se que os conceitos científicos e os não-científicos se combinam e se deformam uns aos outros, em um processo natural, geral e necessário. Porém, não se explica o processo de assimilação de cada uma dessas partes. Além de mostrar que isso não é propriamente um processo de assimilação do conceito, Galperin verificou que a combinação de conhecimentos científicos com os cotidianos não garante uma generalização adequada pelos estudantes. Essa dificuldade apresentada pelos licenciandos reforça o papel outorgado por Galperin à ação como unidade da atividade orientadora, característica que coloca a BOA no centro da sua teoria e que foi um momento de destaque no processo formativo da habilidade, conforme será apresentado a seguir.

3.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS

O processo de formação da habilidade foi iniciado com a participação do professor e dos licenciandos, e com a presença do pesquisador, que registrou os momentos com o uso de uma filmadora. Inicialmente, o professor anunciou os objetivos e principais aspectos da atividade. De forma sintética, a teoria de Galperin também foi apresentada. O professor falou que: “[...] de forma geral, o processo abordaria uma metodologia para a formação de habilidades intelectuais, as habilidades do pensamento, como definir, descrever, comparar, classificar, e identificar.” No caso, destacou que o processo se voltaria à identificação de álcoois. Ressaltou que a proposta era baseada na teoria de Galperin, um psicólogo da antiga União Soviética, que era colaborador de Vigotski. Em seguida, apresentou as etapas dos ciclos cognoscitivo proposto por Galperin, falando que a formação de um

conceito seguia o processo de internalização de uma atividade externa para atividade interna, de algo interpsicológico para algo intrapsicológico, transitando de uma ação material até uma ação mental.

Os estudantes foram solicitados a se lembrarem do questionário sobre álcoois. Nas duas turmas, houve consenso de que “as questões eram simples, fáceis”, conforme relatado em muitas falas, mas que todos apresentaram dificuldades em identificar álcoois. Finalizada essa parte, logo em seguida o professor apresentou o pesquisador.

Em uma das turmas, na turma A, o pesquisador foi estimulado a relatar um pouco da sua experiência como professor de química do ensino médio. Fazendo relações com a formação inicial, o pesquisador citou algumas características relacionadas à profissionalidade (base de conhecimentos) e ao profissionalismo (aspectos sociais relacionadas à categoria profissional, incluindo reconhecimento social e questões salariais). Houve diálogo, com a participação e interesse da turma ao longo dos (cerca de 15 (quinze)) minutos dedicados a esse momento. Depois, iniciou-se a experiência formativa.

Etapa motivacional

Esse foi o primeiro momento no processo da formação de habilidade. Nessa etapa não foi introduzido nenhum tipo de conhecimento teórico sobre a identificação de álcoois. Buscou-se criar nos licenciandos uma disposição positiva para o ensino da função álcool, uma motivação interna. Para desenvolver essa motivação interna, foi procurado dar a ênfase em aspectos que lhes despertassem motivos de interesse cognoscitivo, de busca de conhecimentos.

O professor procurou desenvolver nos licenciandos uma predisposição positiva para o estudo mostrando-lhes a relação entre diferentes exemplos de substâncias orgânicas oxigenadas e diferentes fenômenos naturais, aplicações tecnológicas e implicações sociais, relacionadas tanto ao dia-dia quanto à sua importância para o exercício da profissão de professor. Utilizando inicialmente *slides* projetados (*data show*), foram apresentadas diferentes estruturas oxigenadas pertencentes à função álcool, mas sem mencionar tal pertinência. O objetivo era mostrar a diversidade de características estruturais e de propriedades dessas substâncias (figura 2).

Figura 2. Projeção utilizada na etapa motivacional no processo de formação da habilidade de identificar álcoois



Os licenciandos se mostraram curiosos e interessados nas propriedades e aplicações das substâncias nos diferentes produtos apresentados. Isso ajudou a estimular o diálogo, tanto entre professor e licenciandos quanto entre os próprios licenciandos. Também foi realizado um experimento sobre a solubilidade do mentol (figura 3).



Figura 3. Experimento sobre solubilidade de um álcool sólido, trabalhado na etapa motivacional no processo de formação da habilidade de identificar álcoois

Essa atividade experimental retomou um dos problemas abordados no diagnóstico inicial no diagnóstico inicial do grau de desenvolvimento da habilidade, problema lembrado pelos sujeitos. O professor abordou dois aspectos importantes e que foram motivos de dificuldades apresentadas pelos licenciandos: i) a existência de álcoois sólidos e ii) a existência de álcoois insolúveis em água.

Após lembrar a questão do diagnóstico inicial e suscitar questionamentos, o professor colocou alguns cristais de mentol em dois béqueres. Depois, em um deles, adicionou água destilada; no outro, etanol. Os licenciandos puderam verificar que apenas o mentol se dissolveu apenas em etanol.

No seu discurso, o professor procurou contribuir para que essa etapa se constituísse em um recurso didático para mostrar ao licenciando a significação social do que deve ser aprendido para ser ensinado futuramente e fazer que isso se converta em uma significação profissional e, futuramente, pessoal para os estudantes do ensino médio. Desse modo, ele buscou desenvolver nos licenciandos uma predisposição positiva para o estudo, mostrando-lhes a relação dos álcoois com diferentes fenômenos naturais, aplicações tecnológicas e implicações sociais, vinculadas tanto ao seu dia-dia quanto ao exercício da sua profissão. Ressaltava-se também a importância de se ensinar sobre álcoois na escola. A projeção e o experimento situação contribuíram para criar um debate com todo o grupo. Isso foi verificado em ambas as turmas.

Apesar de na fala do professor o termo álcool ser utilizado, as suas características estruturais só foram discutidas momentos depois, quando se passou à etapa de elaboração da BOA.

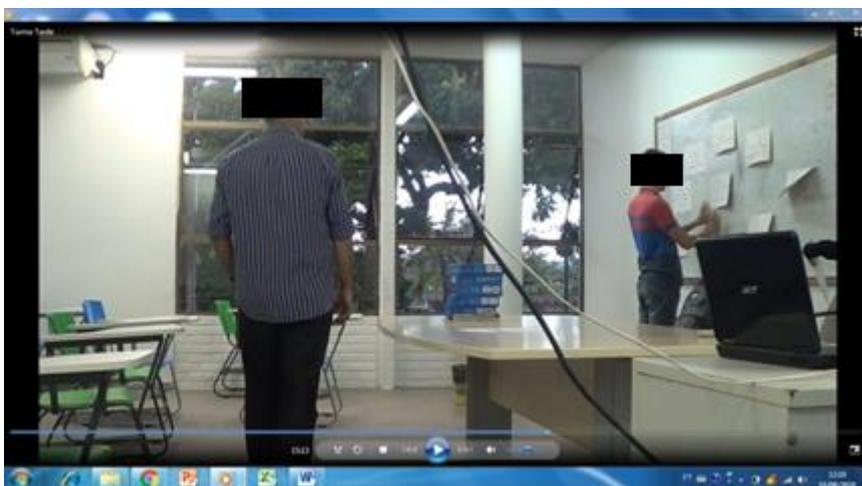
Etapa de estabelecimento do esquema da Base Orientadora da Ação (BOA)

Nessa etapa ocorreu a construção da orientação para a execução das ações que supõe a habilidade a formar. Estabeleceu-se conjuntamente, estudantes e professor, o modelo da atividade que os sujeitos realizariam para formar o conceito de álcool. Nela, a atividade foi representada na forma de um esquema, uma ficha de estudo, que continha todos os elementos necessários para realizar as ações, dentro de um grau de generalização. Assim, essa BOA expressava os procedimentos

operacionais necessários para serem realizados visando a resolução de todas as tarefas dentro dos limites de generalização utilizados para a identificação de álcoois.

No início do processo de elaboração, os licenciandos foram apresentados a uma diversidade de casos álcoois estruturalmente diferentes e a outras substâncias oxigenadas hidroxiladas e não hidroxiladas que não são classificadas como álcoois. As representações estruturais foram impressas em papéis A4 e entregues aos estudantes. Depois, com auxílio de uma fita adesiva, eles fixavam esses cartazes no quadro, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4. Estratégia utilizada na etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade de identificar álcoois (Turma A)



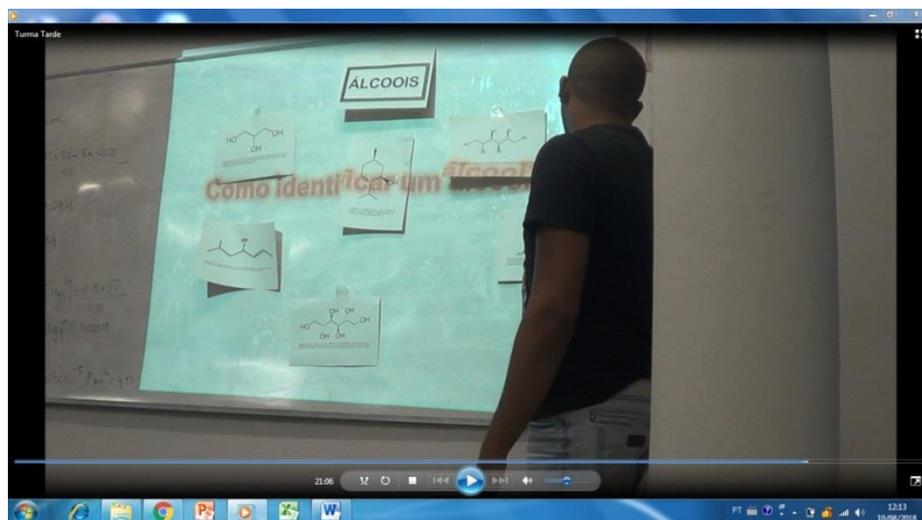
Os licenciandos fixavam os cartazes e argumentavam se as estruturas representadas eram um exemplo de um álcool (figura 5).

Figura 5. Argumentação sobre a identificação de álcoois na etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade (Turma B)



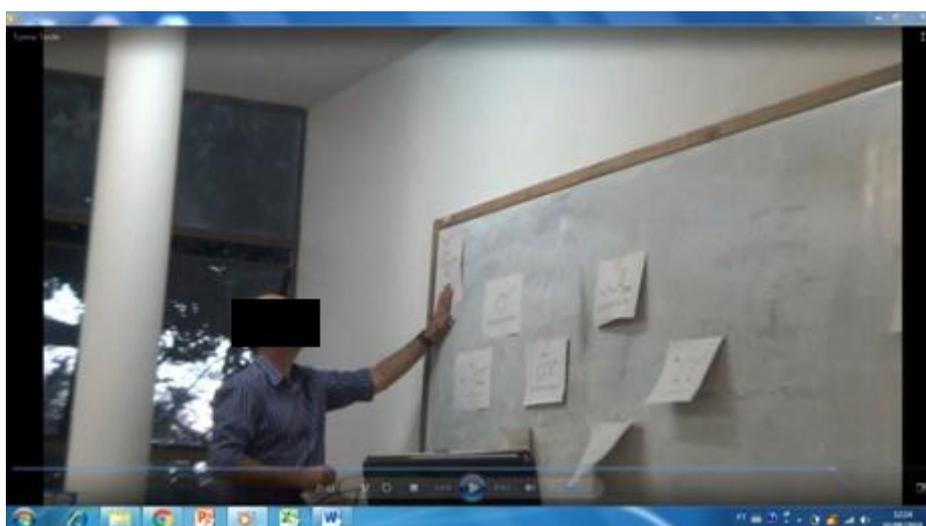
Em seguida, sob a projeção de um *slide* com o texto “Como identificar um álcool?”, os licenciandos iam retirando os cartazes representativos dos compostos dessa função e fixando-os nesse local. A figura 6 ilustra esse procedimento.

Figura 6. Seleção de estruturas representativas na etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade identificar álcoois (Turma A)



O professor supervisionava as escolhas dos estudantes, suscitava questionamento e estimulava os debates. Ele procurou direcioná-los a separar o conjunto em grupos de substâncias que não continham hidroxilas, das que continham hidroxilas. Depois das que tinham hidroxilas e eram álcoois (figura 7).

Figura 7. Atividade orientadora desempenhada pelo professor etapa de estabelecimento da BOA, no processo de formação da habilidade identificar álcoois



Em ambas as turmas, muitos licenciandos exibiam a falta de domínio da habilidade. Alguns creditavam a estrutura de um ácido carboxílico como um álcool. Outros creditavam como critério de seleção a presença de hidroxila em carbono

saturado, apenas. Com isso, o professor apresentou o conceito de características necessárias e suficientes dentro do processo de identificação. Então, fez uma discussão com os licenciandos para que eles anotassem o que era comum a todos os álcoois e o que as outras representações moleculares não apresentavam. Então, individualmente, cada estudante elaborou uma estruturação de um esquema de orientação geral para identificar álcoois no conjunto apresentado. Desse modo, cada licenciando construiu no contexto do coletivo o seu conceito, em um processo de interação com os objetos de conhecimento apresentados. Depois, eles expuseram os seus critérios e houve uma discussão. Então, formaram duplas e, novamente em uma folha de A4, propuseram uma ficha contendo a estrutura invariante para a habilidade de identificar álcoois, que num processo dialógico coletivo ficou sendo:

1. Verificar se a estrutura possui pelo menos uma hidroxila;
2. Conferir se cada hidroxila está ligada a um carbono saturado;
3. Certificar se a hidroxila é o principal grupamento na molécula representada.

Essa metodologia geral materializada no papel expressava as ações necessárias para a identificação dos álcoois. Essa BOA do tipo III é uma orientação, que ocorre de maneira individual, independente, permitindo que o licenciando construísse uma imagem orientadora completa e generalizada a ser aplicada a um conjunto de fenômenos e tarefas de uma mesma classe: os álcoois. Ela envolve tanto o sistema de características necessárias e suficientes do conceito dado como o sistema de ações que determina o tipo de atividade a ser realizada para a identificação.

Considerando-se tanto o desenvolvimento cognitivo dos participantes quanto a suas experiências prévias com o conteúdo, por se tratar de uma habilidade a ser atualizada, o professor optou para que ela fosse representada de forma única, em uma única coluna, ou seja, sem diferentes graus de detalhamento, que pudessem se constituir em diferentes níveis de ajuda. Assim, a forma ilustrativa representava somente o que refletia a essência do conteúdo e da ação a ser realizada.

Esperava-se que, com esse plano e utilizando as suas habilidades anteriores, o estudante pudesse cumprir a nova ação perfeitamente, ainda que não tivesse a habilidade para esta ação. No entanto, como destaca Galperin (2001/1959b), o plano da ação não é ainda a própria ação, mas um sistema de indicações de como ela deve ser realizada. Esse material serviu como um apoio durante a próxima etapa, a etapa material ou materializada, que aconteceu na aula seguinte.

Etapa materializada

A aula seguinte se iniciou com a retomada das discussões e recordação do processo de confecção do mapa da atividade, a ficha de estudo (papel A4) contendo o mapa da atividade. Então, deu-se início à etapa materializada, onde os licenciandos começaram a realizar a ação, mas no plano externo.

Eles passaram a resolver as tarefas, os problemas entregues pelo professor. Em duplas ou triplas, resolviam os problemas, individualmente, em uma folha de papel A4. Em cada grupo, um dos licenciandos resolvia a tarefa enquanto o(s) outro(s) atuava(m) como controlador(es); na continuidade, os papéis se invertiam.

A determinação da presença ou da ausência dos componentes e das propriedades dos fenômenos é considerada por Galperin (2001/1965a) apenas como um indicativo da sequência de assimilação de suas diferentes partes. Na concepção galperiana, não se garante a assimilação de um conceito novo, simplesmente aprendendo os traços essenciais desse conceito, assim como, o conhecimento desses mesmos não assegura a utilização consciente de um determinado conceito quando se faz necessário orientar-se na realidade correspondente, ou seja, aplicá-lo.

Nessa etapa os alunos fizeram uso de modelos representacionais concretos para representar as estruturas, conforme mostrado na figura 8.

Figura 8. Trabalho dos licenciandos com modelos concretos e com o mapa da atividade na etapa de materializada, no processo de formação da habilidade identificar álcoois (Turma A)



Os estudantes resolveram tarefas típicas com apoios materializados, por meio de fichas de estudo e de modelos. Ao longo do processo, o professor circulava pela sala controlando a execução de cada ação, tanto via licenciando controlador quanto o próprio executor. Foi um momento em que houve diálogo dentro dos grupos.

O professor solicitava que os licenciandos refletissem sobre o trabalho e argumentassem com o colega sobre as ações, utilizando os recursos da linguagem. Essa estratégia teve o objetivo de ajudar a conscientizar as ações tomadas. Na concepção galperiana, a aprendizagem se direciona ao processo de assimilação de conceitos e desenvolvimento de habilidades, de acordo com o processo de formação das ações mentais. Na forma de imagens abstratas e generalizadas, os conceitos científicos constituem os elementos essenciais da atividade material a serem assimilados, para se converterem em atividade mental.

A manipulação com estruturas e desenho de representações estruturais envolve o trabalho com a materialização do objeto químico. Essa etapa do ciclo cognoscitivo é importante de ser trabalhada atentando para a parte representacional-conceitual, pois, assim como Galperin (2001/1959b) assume, considera-se que a formação de qualquer ação sempre conduz, ao mesmo tempo, a formação da imagem do seu objeto. Também as estruturas químicas passam a atuar como imagens. Elas passam a ser considerados como os reflexos psíquicos das coisas, sobre os quais o sujeito descobre as relações do mundo objetivo ante os objetos. Nessa etapa, a forma da ação era principalmente material: manipulada, desenhada, ou escrita. No entanto, tanto as imagens sensoriais (na química, representações e modelos concretos) quanto as abstratas (modelos mentais) contêm o mundo objetivo, ou seja, nelas se encontra todo o nosso conhecimento sobre o mundo. Nesse sentido, o professor destacava que aquelas imagens eram representações, criações humanas para propor e representar algo, que é abstrato, um conceito químico.

A dinâmica do processo formativo ao longo da etapa materializada foi própria para cada dupla. O professor ia analisando os desempenhos e entregando novas tarefas. No entanto, ele não se guiou pelo registro, apenas pelo acompanhamento dos níveis propostos nos indicadores qualitativos (vide metodologia). Nesse processo de regulação, os licenciandos formulavam na linguagem externa tudo o que realizam materialmente, sendo estimulados a executarem conscientemente toda a composição das operações efetuadas. Verificou-se que alguns licenciandos se

apoiaram no apoio externo; outros já não consultavam mais o mapa da atividade e resolviam exitosamente as tarefas, conforme mostrado na figura 9.

Figura 9. Interação entre professor e licenciandos na etapa da formação da ação no plano da linguagem materializada



Então, nesse momento, no tempo de cada dupla, o professor passou para a nova etapa, a da formação da habilidade no plano da linguagem para os outros.

Etapa da formação da ação no plano da linguagem externa para os outros

Os licenciandos utilizavam a palavra álcool nas tarefas mas, apesar de já nesse momento funcional ela se tornar uma propriedade dos objetos representados ou dos fenômenos descritos nos problemas, nesse momento, o termo ainda não representava o seu símbolo, pois apenas no processo de interiorização é que a linguagem assume função simbólica. Essa interiorização ocorre apenas na etapa mental, que foi precedida por uma etapa verbal na qual ocorre a formação da ação no plano da linguagem externa.

Nesta etapa, inicialmente a linguagem externa, a fala, foi trabalhada na comunicação interpessoal. Retirou-se o apoio externo, modelos moleculares e ficha de estudo. O trabalho continuava sendo realizada em duplas ou triplas, mas a ênfase no trabalho passou a ser o maior uso da linguagem verbal. Os licenciandos receberam novos tipos de problemas e iam redefinindo a compreensão dos conceitos e procedimentos de identificação dentro de novas situações. Eles eram estimulados pelo professor a articularem os seus pensamentos enquanto resolviam os problemas, ao assumirem o papel de crítico ou de monitor na atividade em dupla.

O professor continuava controlando a execução da tarefa e estimulando o diálogo, conforme exemplificado na figura 10.

Figura 10. Interação entre professor e licenciandos na etapa da formação da ação no plano da linguagem externa para os outros



A linguagem capacita o homem a ultrapassar os limites da percepção sensorial, em relação ao mundo exterior. Nas resoluções das tarefas, os licenciandos foram estimulados interagirem oralmente, de modo que a ação se convertesse em uma ação teórica, baseada em palavras e conceitos verbais, sobre os conceitos e procedimentos executados.

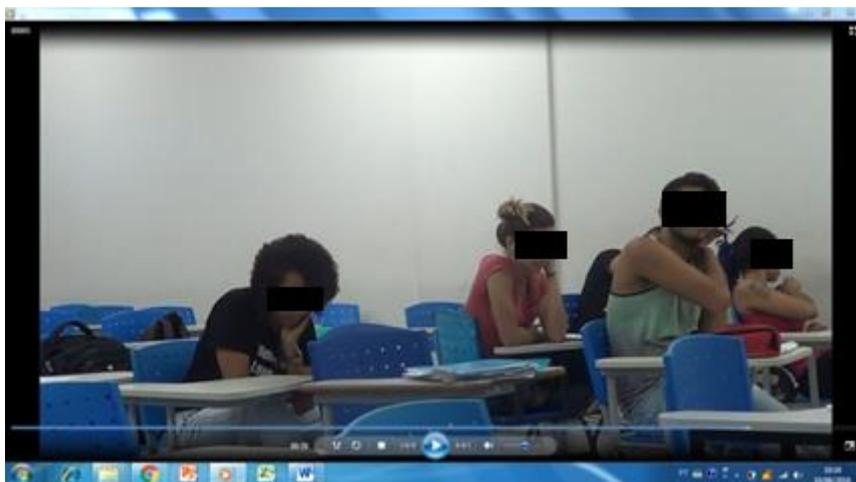
No início desse momento funcional, verificou-se que os graus de independência dos licenciandos, em média, ainda não estavam satisfatórios. Apesar não consultarem outras fontes, a recorrência ao auxílio do professor era constante. Mas, com a resolução de novos problemas essa situação foi se modificando. Tanto na etapa materializada quanto na etapa da linguagem externa para os outros, a média de tarefas realizada por cada grupo foi de resolução de 2 (dois) problemas. Então, o tipo de problemas mudou e a forma de resolvê-los também. Passou-se ao plano da linguagem externa para si.

Etapa da formação da ação no plano da linguagem externa para si

As tarefas no plano da linguagem verbal a cumprir uma nova função. As ações foram trabalhadas para se fixarem em palavras e se converterem em seus significados. Nessa nova etapa o professor solicitou que as duplas que já haviam resolvido exitosamente os problemas se separassem. Novamente, foram distribuídos

problemas, sendo que dessa vez as tarefas deveriam ser executadas individualmente, cada um por si e “conversando consigo mesmo”. Os problemas exigiram mais reflexão e o professor estimulou os licenciandos a “falarem mentalmente consigo, como se pronunciassem para si a estrutura da atividade de identificar álcoois”. Houve mudanças nos comportamentos dos estudantes, que ficaram mais concentrados, como pode ser visto na figura 11.

Figura 11. Licenciandos resolvendo tarefas na etapa da formação da ação no plano da linguagem externa para si



A forma da ação mudou mais uma vez nesse estágio. Ela ainda não era mental propriamente, mais uma forma verbal mais reduzida. As tarefas favoreceram esse objetivo. O termo álcool já estava mais distanciado de uma imagem concreta, materializada. Os problemas valorizavam menos a representação estrutural e a linguagem pensada ganhava uma dimensão maior.

Esse processo de interiorização seguido nas etapas da teoria de Galperin é tomado com base na proposta de Vigotski. Como ele defende, a linguagem interna não pode existir nem ser compreendida sem a vinculação direta com a linguagem externa e com o pensamento. Nessa fase da formação da habilidade, de um meio de comunicação interpessoal a linguagem se converte em um meio de pensamento “para si”. Os licenciandos resolviam os problemas falando consigo mesmos.

A formação da linguagem interna a partir da linguagem externa ocorre por meio da mudança da sua função e da sua estrutura, graças ao pensamento, que se oculta por trás da linguagem externa (VIGOTSKI, 2002). Segundo a concepção galperiana, essa etapa faz parte do processo que se relaciona com a atividade orientadora mental, cuja origem provém da atividade material (prática), no movimento da ação material para a ação mental, ao se tornar relativamente

independente. Novamente, em média, os licenciandos resolveram 2 problemas nessa etapa. Então, passou-se para a etapa mental.

Etapa da formação da ação no plano mental

Essa etapa se desenvolveu depois do licenciando ter percorrido todo o caminho da internalização. Os problemas utilizados nessa etapa eram mais complexos. Eles exigiram mais raciocínio e mais concentração, como ilustrado na figura 12.

Figura 12. Licenciandos resolvendo tarefas na etapa da formação da ação no plano da linguagem mental



Essa etapa final do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin, aparentemente, mostrava que o desenvolvimento de uma ação de aprendizagem o controle externo foi sendo substituído pelo controle interno. Pelos comportamentos exibidos, aparentemente, os licenciandos demonstravam tomada de consciência do modo como as ações deveriam ser realizadas, apropriando-se de operações e sabendo utilizá-las de acordo com os invariantes da habilidade em relação ao conceito de álcool. Nesse momento, o professor entrevistado argumentando que “ao regular as suas ações, eles poderiam chegar à essência do conceito de álcool e aplicar as características necessárias e suficientes relacionadas aos diferentes tipos de álcoois”. No entanto, mesmo assim, alguns ainda exibiam necessidade de ajuda externa para a resolução do problema, via consulta ao professor. Apesar disso, muitos licenciandos demonstraram independência e conseguiram exibir alto grau de generalização e uma forma mental da ação ao final dessa etapa.

A experiência formativa desenvolvida em torno da formação da habilidade de identificar álcoois permitiu verificar, ao final dessa última etapa do ciclo cognoscitivo, a operacionalização de um processo de transformação da ação verbal externa em mental. Esse processo seguiu o caminho da transformação da linguagem em voz alta em sua imagem sonora, uma forma de linguagem externa para si, uma ação interna dirigida ao exterior (a si mesmo ou a outra pessoa) em fala interna. Na resolução dos problemas da última etapa, alguns licenciandos exibiram uma ação mental generalizada, abreviada e automatizada, materializada na forma do conceito álcool.

Os momentos funcionais para a formação da habilidade de identificar álcoois, segundo a teoria de Galperin, foram marcados pela orientação, execução e controle das transformações sofridas pelas ações ao longo do processo de internalização. Verificou-se ao longo do processo formativo o movimento do interpsicológico ao intrapsicológico, ou seja, a unidade entre a atividade material e a atividade psíquica. Primeiro, procurou-se proporcionar a forma adequada da ação, via estabelecimento da BOA para a identificação de álcoois. Depois, viabilizou-se a forma material de representação da ação para, então, estimular-se transformar essa ação externa em interna. Nessa transformação, o conteúdo da ação permaneceu o mesmo (os critérios de identificação de álcoois), mas a sua forma passou de material, para verbal e, por último, para mental. Já o grau de generalização foi aumentando, enquanto a ação foi se realizando de maneira menos desdobrada, se abreviando. A independência dos licenciandos também foi se modificando, progredindo de uma ação compartilhada, isto é, com ajuda dos outros, até chegar a uma ação independente.

A experiência formativa também permitiu constatar que, como acontece em muitos processos de ensino-aprendizagem, os ritmos de assimilação dos sujeitos foram distintos. O transcurso pelas etapas de assimilação propostas por Galperin não foi homogêneo. Conforme verificado, ao longo do processo houve estudantes que se mantiveram em etapas distintas. Adicionalmente, cada um desses momentos não é puro, conforme já alertara Fariñas (1996), esse processo permitiu verificar também que não há uma correspondência “topográfica” com tudo o que ocorre na mente do licenciando quando a aprendizagem é estimulada. Assim, um licenciando pode ter incorporado no plano mental os conteúdos da atividade desde a etapa de estabelecimento do esquema da base orientadora da ação, por exemplo. Nesse

caso, isso teria dependido mais do seu do desenvolvimento real (o desenvolvimento já alcançado) do que do desenvolvimento próximo, especialmente pelo fato de o assunto já ser do seu conhecimento, apesar de mal desenvolvido. O próprio Galperin (1979) fez essa ressalva para o fato da não linearidade das etapas para ações já trabalhadas em uma experiência anterior, pois essas podem ser executadas ao nível das habilidades já adquiridas.

Sob o ponto de vista didático, a realização da atividade formativa permitiu verificar que a teoria de Galperin permite uma efetivação processual distanciada de uma estratégia que atue como algoritmos procedimentais prontos, que é uma das críticas por ela recebida. Além disso, no processo de elaboração da BOA, ela permite que seja viabilizado um processo de negociação de sentidos entre os recursos disponíveis pelos estudantes e a estrutura de operações da ação e do conceito em formação. Da forma como foi utilizada na experiência formativa, ela também respeita as diversidades, a liberdade, a subjetividade na aprendizagem e no desenvolvimento dos estudantes como sujeitos com suas histórias e ritmos diferentes. No entanto, ao mesmo tempo em que é um aspecto favorável esse ponto trouxe um problema metodológico para o professor quanto ao controle do processo.

Galperin propôs uma teoria que considera o planejamento, a execução e a avaliação da ação. Apesar de terem sido propostos indicadores qualitativos para avaliar a qualidade da ação formada em cada uma das 4 (quatro) etapas do processo de interiorização (materializada a mental), na prática o professor teve dificuldade em utilizar esses indicadores. Com isso, eles acabaram sendo desconsiderados, em relação à possibilidade de se efetivar um controle mais rígido com base em pontuações nos níveis assumidos, conforme proposto em outros estudos, como em Núñez (1996, 1999). Com isso, o processo foi baseado na regulação do parceiro na dupla, na autorregulação do licenciando e no diálogo do professor com as duplas e na leitura esporádica da resolução dos problemas pelo professor.

Imaginar uma regulação por parte de um professor com base em um controle individual para cada sujeito e para cada tarefa parece ser um ato descabido para uma turma com mais de 6 (seis) integrantes. Sendo assim, considerando-se a realidade de uma escola de ensino médio, pensar nessa possibilidade é mais complicado ainda. Isso exigiria que o professor analisasse, ao mesmo tempo, várias resoluções de problemas, inclusive referentes a etapas distintas do ciclo

cognoscitivo. Certamente, esse tipo de abordagem seria por demasiada cansativa e desmotivante. E a motivação é central no processo de ensino-aprendizagem e difícil de ser mantida, conforme discutido em continuidade.

A motivação deve ser um aspecto estimulado e desenvolvido ao longo de todo processo de formação das ações mentais. No entanto, na atividade formativa percebeu-se que na etapa motivacional, na da elaboração da BOA e na etapa materializada, os licenciando exibiram um interesse e uma motivação maior pela atividade. Inclusive, em outros momentos funcionais, houve instantes de forte apatia tanto individual quanto em alguns grupos.

Concordando com diferentes autores do Enfoque Histórico-Cultural, é importante que motivação dos aprendizes se associe à função de que os motivos de participação nas atividades de ensino-aprendizagem estejam relacionados à satisfação de suas necessidades cognoscitivas, de querer aprender, de estar na naquele local, seja escola ou universidade, para esse propósito. Porém, verificou-se que o professor enfrentava um desafio constante em estimular a motivação interna nos estudantes, em ambas as turmas. E, como é de conhecimento aos que exercem a docência e também destacado por Talízina (2009, p. 41): “Sabe-se que se alguém não quer aprender não se lhe pode ensinar nada”. Se apenas “ter motivação” para o estudo não é suficiente para um ensino exitoso, sem a mesma o processo de ensino-aprendizagem fica comprometido.

Ao mesmo tempo, o processo de ensino-aprendizagem tem motivações múltiplas e as circunstâncias relacionadas à vida do estudante impulsionam a atividade de estudo. Apesar de a maioria dos licenciandos ter expressado a intenção de ser professor ao final da graduação, talvez o grau de consciência sobre a importância de uma formação adequada ainda não seja fonte motivacional para a maioria deles. Também há de se pensar em outras possíveis dificuldades associadas à própria atividade, aspectos que não foram objeto de investigação deste trabalho.

3.3 DIAGNÓSTICO FINAL DO GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE FORMADA

O diagnóstico final constou da resolução de uma questão, que foi aplicada ao final da disciplina, cerca de dois meses após a intervenção. Ela foi uma adaptação

ao contexto sobre jogos didáticos no ensino de química, trabalhado na disciplina, e trazia a seguinte afirmativa, extraída de um livro didático: “A substância química álcool faz parte de um grupo de compostos constituídos por átomos de carbono (C), de hidrogênio (H) e também por grupos hidroxilas (OH), a união de 1 átomo de oxigênio com 1 átomo de hidrogênio”. Quando solicitados a avaliarem se apenas com a utilização desse critério seria possível indicar se uma determinada substância é um álcool, os licenciandos puderam exibir o grau de solidez da habilidade formada na resposta da questão experiência didática. O quadro 9 traz uma síntese da categorização dos resultados obtidos.

Quadro 9. Diagnóstico final do grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois, após a realização da experiência formativa

Nível	Característica	Turma	
		A	B
MUITO ALTO	Utilizou as características necessárias e suficientes do conceito, mostrando-se capaz de executar com eficiência, todos os seus elementos e aplicá-los com independência e eficiência.	4	4
ALTO	Utilizou as características necessárias e suficientes do conceito, mostrando-se capaz de executar com eficiência, todos os seus elementos e aplicá-los com independência e eficiência, mas demonstrando alguma insegurança.	3	3
BAIXO	Utilizou parte das características necessárias e suficientes do conceito, não sendo capaz de executá-las com todos os elementos corretamente e aplicá-las com independência.	3	4
MUITO BAIXO	Desconhecia o que teria de fazer e/ou seguiu passos aleatórios para a execução, que não correspondiam com o sistema de invariantes funcionais elaborado.	1	7

Apenas 28% do total dos participantes exibiram um alto grau de solidez de desenvolvimento da habilidade. Considerando-se a faixa dos que apresentaram alto grau, o grupo de licenciandos com um bom domínio da habilidade fica em 49%. Por outro lado, 24% e 28% exibiram, respectivamente, um grau baixo ou muito baixo do desenvolvimento da habilidade. Uma parcela significativa dos sujeitos exibia desconhecimento sobre o que teria de fazer e/ou seguiu passos aleatórios para a resolução do problema, que não correspondiam com o sistema de invariantes funcionais elaborado conjuntamente e utilizado no processo formativo. Em muitos licenciandos a habilidade não foi desenvolvida.

O conceito de álcool é um conceito simples. No entanto, essa pesquisa mostrou que ele é circundado por questões problemáticas. Além de deficiências formativas, verificou-se também que muitos aprendizes, nesse caso licenciandos, aparentemente não demonstram muita pré-disposição nas atividades de

aprendizagem. Se os resultados do diagnóstico inicial já foram surpreendentes, o diagnóstico final abre espaço para muitos interrogantes, que suscitam novas possibilidades investigativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A formação profissional do professor de química tem que ocorrer ao longo de toda a sua carreira e se inicia desde o começo do seu curso de licenciatura. Os conteúdos e estratégias pedagógico-didáticas vivenciados na formação inicial desses futuros professores devem capacitá-los na perspectiva de um futuro agir profissional dentro do seu principal campo de trabalho: a escola. Desse modo, os cursos devem desenvolver habilidades profissionais para que os licenciados possam atuar como profissionais sobre os objetos de estudo de cada disciplina. Tais características estão imbricadas à necessidade do desenvolvimento de metodologias para a formação de habilidades intelectuais como parte da base de conhecimentos do professor de química.

O período vivenciado em um curso de licenciatura deve se constituir uma atividade formativa. Para tanto, o futuro professor deve ser estimulado a assumir a sua formação de modo consciente, como um projeto profissional correspondente a uma necessidade particular, que também possui caráter social. É importante que as necessidades dos licenciandos tenham por parâmetro a realidade profissional do professor, uma vez que a necessidade se objetiva no objeto, conforme bem atenta Leontiev (1985). Por isso, as necessidades de um licenciando devem se firmar como necessidades objetivas, construídas nas relações acadêmicas do tornar-se um professor e no confronto com os objetos culturais existentes na profissão docente.

Em um modelo formativo profissionalizante, considerar a formação inicial enquanto atividade do licenciando implica em fazer com que o principal motivo do futuro professor em cursar uma licenciatura em química coincida com o objetivo de se apropriar dos conteúdos da cultura identitária da sua profissão. Esses conteúdos são necessários para se constituir uma base de conhecimentos para auxiliá-lo a dominar e saber desenvolver capacidades cognoscitivas, intelectuais e éticas na prática docente.

O licenciando em química deve ter uma sólida e abrangente aprendizagem dos objetos de conhecimentos próprios da química, centrados em conceitos químicos - como o de álcool - teorias e linguagem química. O domínio químico-conceitual deve ser um constituinte da sua base de conhecimentos para ensinar química, um constituinte central. No entanto, esse conhecimento não lhe é

suficiente. Por isso, são importantes experiências formativas intencionais para dotá-los de instrumentalidades sobre o “saber fazer”. Por exemplo, experiências como as que se referendam em fundamentos epistemologicamente consistentes, como é caso da formação de habilidades via teoria de Galperin.

A pesquisa aqui desenvolvida permitiu realizar o planejamento e investigar um processo de formação de uma habilidade intelectual, a habilidade de identificar álcoois, junto a licenciandos em química. A investigação levou ao diagnóstico de um grupo de licenciandos, já com experiência formativa em conteúdos de química orgânica, que apresentava problemas associados às dificuldades de identificação de álcoois, um conceito considerado simples no meio acadêmico-escolar. O baixo grau de desenvolvimento da habilidade inicialmente detectado exibiu uma clara demonstração da falta de um domínio dos conhecimentos e dos procedimentos relacionados ao uso das características necessárias e suficientes relacionadas ao conceito de álcool. Na ênfase sensório-perceptiva utilizada como principal critério identificar um álcool, a maioria se baseava na presença de hidroxila em carbono saturado, apenas, e na terminação “ol” para representar a substância em análise.

O Sistema Didático estruturado, seguindo as etapas propostas na teoria de Galperin, fez uso de um conjunto de tarefas propostas para cada um dos momentos funcionais da atividade formativa, assim como um conjunto de indicadores qualitativos. Ele auxiliou no planejamento, na execução e no controle da experiência didática para a formação da habilidade de identificar álcoois junto a licenciandos em química.

A etapa de elaboração da base orientadora da ação de identificar álcool foi um momento de destaque dentro do ciclo cognoscitivo desenvolvido para formação da habilidade. No entanto, percebeu-se uma motivação descontínua por parte dos participantes ao longo do processo de interiorização, especialmente quando nas etapas do plano da linguagem verbal e mental. Apesar de exibirem a internalização do sistema de conhecimentos e procedimentos para identificação de álcoois, passados cerca de dois meses da experiência formativa, metade do grupo ainda exibiu um baixo grau de desenvolvimento da habilidade de identificar álcoois.

Espera-se que o trabalho aqui desenvolvido, na sua incompletude e limitações, possa contribuir na geração de interesse pelo tema e estimule outras investigações. Deseja-se também que, de alguma forma, ele contribua para o processo de ensino-aprendizagem de química, incluindo a formação de professores de química.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- ALVAREZ DE ZAYAS, Carlos. **La escuela em La vida**. Sucre, Bolívia: Imprenta, Universitária, 1994.
- ARRUDA, José Ricardo Campelo. Un Modelo Didactico para Ense finanza Aprendizaje de la Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, 2003.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- BAKHTIN, Mikhail. O discurso no romance. *In*: **Questões de estética e de literatura**. 3.ed. São Paulo: Ed. da UNESP, 1993.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 10ª ed. Lisboa: Edições 70, 2010.
- BASSETO. Bruno Fregni. **Elementos de Filologia Românica**: história externa das línguas. Vol. 1. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BENITE, Anna Maria Canavarro. Considerações sobre o enfoque epistemológico do materialismo histórico-dialético na pesquisa educacional. **Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação**, v. 50, p. 4-25, 2009.
- BERMÚDEZ, R.; RODRÍGUEZ, M. **Teoría y metodología del aprendizaje**. La Habana: Pueblo y Educación, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares Nacionais (Ensino Médio)**: linguagens, códigos e suas tecnológicas. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2000.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BOLÍVAR, A.; Bolívar-Ruano, M.R. El profesorado de enseñanza media: formación inicial pedagógica e identidad profesional. **Ensino Em Re-Vista**, v. 19, n. 1, p. 19-33, 2012.
- CARRASCOSA, J.; TORREGROSA, J.; FURIÓ, C. ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.** v. 5, n. 2, p. 118-133, 2008.

COUTINHO, Clara. **Métodos de investigação em educação**. Portugal, Universidade de Minho, 2008.

DANILOV, M. A.; SKATKIN, M. N. **Didáctica de la escuela media**. La Habana: Editorial Pueblo e Educación, 1978.

DAVIDOV, Vasili V. El aporte de A. N. Leontiev al desarrollo de la psicología. *In: GOLDER, Mário (org.). Angustia por la utopia*. Buenos Aires: Ateneo Vigotskiano de la Argentina, p.51-60, 2002.

_____. **La Enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

_____. Los problemas fundamentales del desarrollo del pensamiento em el pensamiento em el processo de enseñanza. *In: ILIASOV, Leonid; LIAUDIS, Valentina Yakoleva. Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades*. Habana: Pueblo y Educación, 1986. p.234-238.

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

DAZZANI, M., et al. Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina. **Química Nova na Escola**, n.17, 2003. p.42-44.

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

FELDMAN, D. **Ajudar a ensinar – relações entre didática e ensino**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.

FERREIRA, G.A.L.; MÓL, G.S.; SILVA, R.R. Bafômetro: um modelo demonstrativo. **Química Nova na Escola**, n. 5, p. 32-33, 1997.

FERREIRA, E.C.; MONTES, R. A química da produção de bebidas alcoólicas. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 50-51, 1999

FIORENTINI, D.; SOUZA, A.J.; MELO, G.F.A. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. *In: GERALDI; C.M.G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M. A. (org.). Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras/ALB, 1998. p.307-335.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.

FIRME, Ruth do Nascimento *et al.* Validação de sequências didáticas: uma abordagem CTS no ensino da química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 2881-2886, 2009.

FREITAS, H.; JANISSEK, R. **Análise léxica e Análise de Conteúdo: técnicas complementares, sequenciais e recorrentes para análise de dados qualitativos.** Sphinx, Porto Alegre, 2000.

FRIGOTTO, Gaudêncio. O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. *In:* FAZENDA, Ivani C.A. (Org.) **Metodologia da pesquisa educacional.** São Paulo: Cortez. 1997.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. 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.

_____. 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.

_____. 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.

_____. La dirección del proceso de aprendizaje. *In:* ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). **La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño.** Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001f. p. 85-100.

_____. 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.

_____. 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.

_____. **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.

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

GARCÍA MARQUES, José Joaquín.; PRO BUENO, Antonio José de; SAURA LLAMAS, Octavio. Planificación de una unidad didáctica: el estudio del movimiento. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2. p. 211-226, 1995.

GARCÍA FRANCO, Alejandra; GARRITZ, Andoni. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el Bachillerato. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2006.

GARRITZ, Andoni; TRINIDAD-VELASCO, Rufino. El conocimiento pedagógico del contenido. **Educación Química**, v. 15, n. 2, p. 1-6, 2004.

GATTI, Bernardete A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

_____. Formação de Professores: Condições e problemas atuais. **Revista Brasileira de Formação de Professores**, v. 1, n. 1, p. 90-102, 2009.

GAUTHIER, C. *et al.* **Por uma teoria da pedagogia**: Pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Rio Grande do Sul: Unijuí. 1998.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

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

GIRELLI, Marina *et al.* Habilidades de pensamiento crítico y superior desarrolladas por un grupo de alumnos de carreras de Física universitaria. Resultados de entrevistas realizadas a sus docentes. **Lat. Am. J. Phys. Educ.**, v. 4, n. 1, p. 194-199, 2010.

HERNÁNDEZ-PINA, F.; FONSECA, S., ROSÁRIO, P. Tejada, J. Impacto de un programa de autorregulación del aprendizaje en estudiantes de grado. **Revista de Educación**, 353, 571-588, 2010..

ILYENKOV, Evald Vasilyevich. **Lógica dialéctica**. Ensayos sobre historia e teoría. 2. ed. La Habana: Editorial Ciencias Sociales, 1978.

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

KOPNIN, Pável V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

KUENZER, A. Z. Desafios teórico-metodológicos da relação trabalho-educação e o papel social da escola. In: FRIGOTTO, G. (Org.). **Educação e crise do trabalho: perspectivas de final de século**. Petrópolis: Vozes, 1998.

LEITE, Rosana Franzen; CUNHA, Márcia Borin da. O ensino da função orgânica álcool numa abordagem construtivista. **Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. 2009.

LEÓN FARIÑAS, Gloria. El lecho de Procusto o la convención sobre la competencia humana. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 15, n. 2, p. 341-350, 2011.

_____. Hacia un redescubrimiento de la teoría del aprendizaje. **Revista Cubana de Psicología**, v. 16, n. 3, 1999.

_____. La organización temporal de la vida en jóvenes cubanos. **Educación y Ciencia**, v. 16, n. 3, 1984.

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

_____. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Moraes, 1985.

_____. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Moraes, 1964.

LIBÂNEO, José Carlos. Alguns aspectos da política educacional do governo Lula e sua repercussão no funcionamento das escolas. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 32, p. 168-178, 2008.

_____. O essencial da didática e o trabalho de professor – em busca de novos caminhos. Goiânia: Universidade Católica de Goiás. 2006.

_____. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 27, 2004a.

_____. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. **Educar**, v. 24, p. 113-147, 2004b.

_____. El aprendizaje escolar y la formación de profesores en las perspectivas de la psicología histórica-cultural y de la teoría de la actividad. **Revista Pensamiento Educativo**, v. 35, p. 49-77, 2004c.

_____. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: Davidov ea teoria histórico-cultural da atividade. **Anais da Reunião Anual da ANPEd**, v. 26, 2003.

LIMA, Analice A.; NÚÑEZ, Isauro. B. Reflexões acerca da natureza do conhecimento químico: uma investigação na formação inicial de professores de química. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 209-229, 2011.

LOPES, Alice Casimiro. Discursos curriculares na disciplina escolar química. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 263-278, 2005.

LURIA, A. R. **Desenvolvimento cognitivo**: seus fundamentos sociais e culturais. São Paulo: Ícone, 1990.

MALDANER, Otávio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professor/pesquisador. 4. ed. – Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

_____. **A formação inicial e continuada de professores de Química**: professores/pesquisadores. Editora Unijuí, 2000.

_____. *A pesquisa como perspectiva de formação continuada de professores de Química.* **Química Nova**, v. 22, p. 289-292, 1999.

MANCHEGO, Omar León; TORRES, Luis Enrique Salcedo. El problema de la desarticulación de conocimiento en la formación inicial de profesores de Química. **Pedagogía y Saberes**, n. 31, 2009.

MANZANO, Ramón Cid. El Congreso de Karlsruhe: paso definitivo hacia la química moderna, **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.**, v. 6, n. 3, p. 396-407, 2009.

MARCELO, Carlos. A identidade docente: constantes e desafios. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**. v. 1, n. 1, p. 109-131, ago./dez. 2009.

_____. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. *In*: Nóvoa, N. (Ed.): **Os professores e sua formação**, pp. 51-76. Lisboa: D. Quixote. 1992.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTOS, Cristiano R. O ABC da Ciência. *In*: GARCIA, Nilson Marcos Dias; HIGA, Ivanilda; ZIMMERMANN, Erika; SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, André Ferrer Pinto. (Org.). **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. 1 ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2010, v. 1, p. 141-156.

ILIÁSOV, I. I.; LIAUDIS, V. Ya. **Antología de la psicología pedagógica y de las edades**. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986.

MORA, Willian Manuel; PARGA, Diana Lineth. El Conocimiento Didáctico del Contenido en Química: De las Tramas Histórico/Epistemológicas a las Tramas de Contexto/Aprendizaje. **Tecnè, Episteme y Didaxis. TED**, n. 24, p. 54, 2008.

_____. Tramas histórico-epistemológicas en la evolución de la teoría estructural en química orgánica. **Tecnè, Episteme y Didaxis**, v. 21, p. 100-118. 2007.

_____. De las investigaciones en preconcepciones sobre mol y cantidad de sustancia, hacia el diseño curricular en química. **Educación y Pedagogía**, v. 43, n. 17, p. 164-175, 2005.

MOYA, Aida; CAMPANARIO, Juan Miguel. ¿ Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 17, n. 2, p. 179-192, 1999.

NEVES, Luiz Seixas *et al.* O conhecimento pedagógico do conteúdo: Lei e Tabela Periódica. Uma reflexão para a formação do licenciado em Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, p. 85-96, 2001.

NUNES, J. **O professor e a ação reflexiva**. Porto: Asa Editores, 2000.

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

_____. La formación de habilidades en Química General en la perspectiva de la teoría de P. Ya Galperin como actividade de construcción de conocimientos. **Química Nova**, v. 22, p. 429-434, 1999.

_____. **Sistema didático para la enseñanza de la Química General**. 1992. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de La Havana: Ciudad de la Habana.

NUÑEZ, Isauro Beltrán; PACHECO, Otamara G. **La formación de conceptos científicos: Una perspectiva desde de la Teoría de la Actividad**. Natal: EDUFRRN, 1997.

_____. La estructuración de contenidos de la disciplina química general propuesta. **Química Nova**, v. 19, n. 5, p. 558-562, 1996a.

_____. Los objetivos de la química general: Definición a partir del método teórico. **Química Nova**, n. 16, v. 6, p. 671-674, 1996b.

_____. Formación de la habilidad de explicar propiedades de las sustancias. **Química Nova**, v. 19, n. 5, p. 675-680, 1996c.

NUÑEZ, Isauro Beltrán. RAMALHO, Betania Leite. Desarrollo de una unidad didáctica na formação de habilidades: Contribuciones de la teoría de P. Ya. Galperin. *In: SILVA, M.G; MOHR, A; ARAÚJO, M.F.F. Temas de ensino e formação de professores de ciências*. Natal: EDUFRRN. 2013.

_____. **As provas de Química e de Biologia do Vestibular da UFRN: estudo de erros e dificuldades de aprendizagem**. Natal: EDUFRRN, 2012.

_____. A formação continuada dos professores que ensinam ciencias naturais: pressupostos e estratégias. *In: JÓFILI, Zélia; ALMEIDA Argus Vasconcelos de (Orgs.). Ensino de Biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam*. Recife: Editora da UFRPE. 2009. p. 207-231

_____. A profissionalização da docência: um olhar a partir das representação de professoras do ensino fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación (Online)**, p. 1-15, 2008.

_____. A pesquisa como recurso da formação e da construção de uma nova identidade docente: notas para uma discussão inicial. **Eccos: Revista Científica**, v. 7, n. 1, p. 87-111, 2005.

_____. Estudo da determinação das necessidades de professores: o caso do Novo Ensino Médio no Brasil. Elemento norteador do processo formativo (inicial/continuada). **Revista Iberoamericana de Educación**, Madri, 2003.

_____. Estudo das necessidades de professores: o caso do novo ensino médio no Brasil - Elemento norteador do processo formativo (inicial-continuado). **Revista Iberoamericana de Educación (Online)**, p. 1-18, 2002.

_____. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática**: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, 2004.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; SILVA, Márcia Gorette Lima. **Descrrevendo e explicando processos e fenômenos na aprendizagem de Química**. Programa Universidade a Distância. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal. 2008.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; OLIVEIRA, Marcus Vinícius de Faria. P. YA. GALPERIN: a vida e a obra do criador da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos. In: Andréa Maturano Longarezi; Roberto Valdés Puentes. (Org.). **Ensino Desenvolvimental**: vida, pensamento e obras dos principais representantes russos. 1ed. Uberlândia: EDUFU, 2012, v. 1, p. 30-45.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite; UEHARA, Fabia Maria Gomes. As Teorias Implícitas sobre a aprendizagem de professores que ensinam Ciências Naturais e futuros professores em formação: a formação faz diferença? **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 3, p. 39-61, 2009.

PERNAMBUCO. **Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco**. Parâmetros Curriculares de Química. Ensino Médio. Recife: Secretaria de Educação/UDIME-PE. 2013.

PETROVSKI, Artur V. **Dicionário psicológico breve**. Moscou: Politis, 1985.

_____. **Psicologia general**. Manual didáctico para los institutos de pedagogía. Moscú: Editorial Progreso, 1980.

PETROVSKY, Artur V. **Psicología General**. La Habana: Pueblo y Educación, 1981.

PODOLSKIJ, Andrei I. On scientific status and practical significance of one psychological theory. **Psychology in Russia: State of the Art**, v. 2, p. 187-209, 2009.

PORLÁN, Rafael; RIVERO, Ana.; MARTÍN, Rosa. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v. 16, n. 2, p. 271-289. 1998.

_____. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 155-172, 1997.

PORLÁN, Rafael; POZO, Juan Ignacio; MARTÍN, Rosa. Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. **Alambique**, v. 8, p. 23-32, 1996.

POZO, Juan Ignacio. ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?. El caso de las Ciencias de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 8, n. 1, p. 13-19, 2000.

POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ-CRESPO, Miguel Ángel. **Aprender y enseñar ciencias**. Madrid: Ediciones Morata, 1998.

PRO BUENO, A. de. Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. Enseñanza de las Ciencias. **Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, v. 17, n. 3, p. 411-429, 1999.

QUEIROZ, Salete Linhares; BATISTA, Alzir Azevedo. Isomerismo cis-trans: de Werner aos nossos dias. **Química Nova**, v. 21, n. 2, p. 193-201, 1998.

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B.; GAUTHIER, C. **Formar o Professor Profissionalizar o Ensino: perspectivas e desafios**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003.

RAMALHO, Betania Leite; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. Diagnóstico das necessidades formativas de professores do ensino médio no contexto das reformas curriculares. **Revista Educação em Questão**, v. 40, n. 26, 2011.

RESHETOVA, Z. A. Realización de los principios del enfoque sistémico em las asignaturas. *In:_____*. **Análisis sistémico aplicado a la educación superior**. Selección de Lecturas. Habana: Editado por CEPES, 1988. p. 39-67

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

RIBEIRO, Raimunda. P. **O processo de aprendizagem de professores do ensino fundamental: apropriação da habilidade de planejar situações de ensino de conceitos**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

RIBEIRO, Raimunda. P.; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. 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, José Augusto R. Recomendações da IUPAC para nomenclatura de moléculas orgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 22-28, 2001.

RODRIGUES, André; MATTOS, Cristiano R. Contexto, negociación y actividad en una clase de física. **Enseñanza de las ciencias**, v. 29, n. 2, p. 263-274, 2011.

_____. Towards understanding conceptual formation in science education. **Cultural-Historical Psychology**, n. 4, p. 47-53, 2010.

SÁ-CHAVES, I. (Org.) **Os "portfólios" reflexivos (também) trazem gente dentro:** reflexões em torno do seu uso na humanização dos processos formativos. Porto: Porto Editora, 2005.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico Crítica:** Primeiras Aproximações. Campinas: Autores Associados, 6ª ed. 1997.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25. Supl. 1, p. 14-24, 2002.

SHULMAN, Lee. Renewing the Pedagogy of Teacher Education: The Impact of Subject Specific Conceptions of Teaching. **Paper presented at the Simposium sobre Didácticas Específicas en la Formación de Profesores**, Santiago de Compostela: Espanha. 1992.

_____. Paradigmas y programas de investigación. *In:* WITTRUCK, M. (org.) **La investigación en la Enseñanza**. Madrid: Paidós, p. 9-91, 1989.

_____. Those who understand knowledge growth in teaching. **Educational Research**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, Tadeu Tomaz da. **O que produz e reproduz em educação:** ensaios da sociologia da educação. Porto Alegre. Artes Médica. 1992.

SILVA, Petronildo Bezerra da. **Desenvolvimento e avaliação de uma abordagem de ensino de química centrada na curiosidade científica dos estudantes e elaborada com base na teoria da formação das ações mentais por etapas de Galperin**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

SOUZA, Rosângela Vieira; JÓFILI, Zélia Maria Soares. Galperin no Ensino de Ciências: uma Sequência Didática Enfocando a Puberdade. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Anais. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, SP. 2011.

STOLK, Machiel J. *et al.* Exploring a Framework for Professional Development in Curriculum Innovation: Empowering Teachers for Designing Context-Based Chemistry Education. **Research in Science Education**, v. 41, n. 3, p. 369-388, 2010.

_____. Towards a framework for a professional development programme: empowering teachers for context-based chemistry education. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 10, p.164-175, 2009.

TALIZINA, Nina Fiódorovna. **La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza**. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: México, 2009.

_____. **La formación de las habilidades del pensamiento matemático**. San Luís Potosi: Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luís Potosi, 2001.

_____. **Manual de Psicología Pedagógica**. México: Facultad de Psicología Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2000.

_____. **Psicología de la enseñanza**. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

_____. **La Formación de la Actividad Cognoscitiva de los Escolares**. Habana: ENPES, 1987.

_____. **Conferencias sobre “Los Fundamentos de La Enseñanza em La Educación Superior”**. Havana: Universidad de La Habana, Departamento de Estudios para El Perfeccionamiento de La Educación Superior, Editorial Progreso, 1985.

_____. **Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la educación superior**. Habana: Universidade de Habana, 1984.

THIOLLENT, Michel. **Crítica metodológica, investigação social e enquete operária**. 4. ed. São Paulo: Polis, 1985.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1997.

VIGOSTI, Lev S. **A formação Social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed. São Paulo: Martins Fonte, 2002.

_____. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Obras escogidas**. Madrid: Visor, v. 4.1996.

_____. **Teoria e método em psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

_____. **Pensamento e linguagem**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VILLAS BOAS, Benigna Maria de Freitas. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. Campinas: Papyrus, 2008.

VYGOTSKY, Lev S. **Investigaciones psicológicas escogidas**. Moscú: Editorial de la ACP de la RSFSR, 1956.

ZUCCO, César; PESSINE, Francisco B.T.; ANDRADE, Jaílson B. Diretrizes curriculares para os cursos de química. **Química Nova**, v. 22, n. 3, p. 454-461, 1999.

WERTSCH, James V.; DEL RIO, Pablo; ALVAREZ, Amélia. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998

APÊNDICES

Apêndice A



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, JOSÉ OLÍMPIO DE OLIVEIRA NETO, mestrando do Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, estou desenvolvendo a pesquisa intitulada “**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**” sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Analice de Almeida Lima e do Prof.^o Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr. São objetivos principais deste estudo: (1) diagnosticar os problemas que estão associados às dificuldades de identificação de álcoois; (2) investigar os modelos didáticos vivenciados pelos licenciandos em experiências anteriores no ensino-aprendizagem do conteúdo álcoois; (3) estruturar um Sistema Didático para a formação da habilidade de identificar álcoois, seguindo as etapas propostas na teoria de Galperin; e (4) realizar uma experiência didática para a formação da habilidade de identificar álcoois junto a licenciandos em química, confrontando as concepções entre o Sistema Didático proposto.

Assim solicito a sua colaboração ativa nesta pesquisa ressaltando que: (1) a participação não é obrigatória; (2) constará da construção coletiva de atividades desenvolvidas com base na Teoria de Galperin; (3) as interações e discussões desenvolvidas durante o processo poderão ser registradas através de recursos de audiovisual, preservando-se a identidade dos participantes; (4) serão realizadas entrevistas com os participantes para avaliação do trabalho realizado. A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou a Universidade. Você receberá uma cópia deste termo.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na presente pesquisa e concordo em participar.

Recife, de Julho de 2018.

Nome completo do Participante/Assinatura

Para quaisquer esclarecimentos: José Olímpio de Oliveira Neto

Fone: (81) 9-9390-9522 ou (81) 9-8691-9679; E-mail: olimpiodeoliveira@gmail.com



Apêndice B

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS



Prezado(a) licenciando(a),

Estamos realizando uma pesquisa e gostaríamos da sua participação, respondendo as perguntas abaixo. Você não precisa se identificar. Garantimos também que os dados aqui obtidos serão tratados e analisados conjuntamente. Obrigado.

1. **Qual o seu sexo?** Feminino Masculino Outro

2. **Qual a sua idade?** _____ anos

3. **Você trabalha?** Sim, período integral. Sim, meio expediente. Sou bolsista. Não.

4. **Há quanto tempo você concluiu o curso médio?** _____ anos.

5. **Você cursou o ensino médio**

<input type="checkbox"/> Somente em escola pública	<input type="checkbox"/> Somente em escola particular
<input type="checkbox"/> Maior parte em escola pública	<input type="checkbox"/> Maior parte em escola particular
<input type="checkbox"/> Outro	

6. **Qual período você está cursando?** _____ período

7. **Qual(is) dos seguintes fatores mais influenciou(aram) na sua opção de escolha pelo Curso?**

<input type="checkbox"/> Atuação profissional de familiares	<input type="checkbox"/> Relação candidato/vaga no vestibular
<input type="checkbox"/> Professor(es) que tive	<input type="checkbox"/> Perspectiva profissional
<input type="checkbox"/> Conselho e ou exemplo(s) de amigo(s)	<input type="checkbox"/> Teste vocacional
<input type="checkbox"/> Outro	

9. **Você exerce ou já exerceu alguma atividade como professor(a)?**

Sim () Exerci () Exerço Não
 Há(Por) quanto tempo? _____ anos.

10. **Caso sua resposta acima tenha sido positiva, em que nível de escolaridade você lecionou? (Pode-se optar por mais de uma alternativa)**

<input type="checkbox"/>	Ensino fundamental I (1º ao 5º ano)	<input type="checkbox"/>	Ensino médio
<input type="checkbox"/>	Ensino fundamental II (6º ao 9º ano)	<input type="checkbox"/>	Curso pré-vestibular

11. **Quando finalizar o seu curso, você pretende**

<input type="checkbox"/> Se dedicar exclusivamente à profissão de professor.	<input type="checkbox"/> Ser professor até conseguir outro tipo de emprego.
<input type="checkbox"/> Ser professor e ter outro tipo de emprego.	<input type="checkbox"/> Não exercer a profissão de professor.

12. Você estudou química orgânica no ensino médio ou no ensino profissionalizante?

Sim Não

13. Se estudou química orgânica anteriormente, como você considera essa experiência?

() Excelente () Boa () Regular () Ruim () Péssima

Por quê? _____

14. Indique quais dos conteúdos abaixo você estudou no ensino médio ou tecnológico.

<input type="checkbox"/>	Funções orgânicas	<input type="checkbox"/>	Cadeias carbônicas	<input type="checkbox"/>	Grupos funcionais
<input type="checkbox"/>	Isomeria constitucional	<input type="checkbox"/>	Isomeria conformacional	<input type="checkbox"/>	Isomeria espacial
<input type="checkbox"/>	Hidrocarbonetos	<input type="checkbox"/>	Compostos oxigenados	<input type="checkbox"/>	Compostos nitrogenados
<input type="checkbox"/>	Reações orgânicas	<input type="checkbox"/>	Substâncias naturais	<input type="checkbox"/>	Polímeros

15. Que aspectos foram enfatizados?

<input type="checkbox"/>	Nomenclatura	<input type="checkbox"/>	Cadeias carbônicas	<input type="checkbox"/>	Grupos funcionais
<input type="checkbox"/>	Propriedades	<input type="checkbox"/>	Reações	<input type="checkbox"/>	Aplicações
<input type="checkbox"/>					

16. Como você considera que tenha sido o seu nível de aprendizagem matéria?

() Excelente () Bom () Regular () Ruim () Péssimo

17. Como você considera que tenha sido o nível de aprendizagem dos seus colegas de classe?

() Excelente () Bom () Regular () Ruim () Péssimo

18. Que recursos o professor utilizava em suas aulas?

() Apenas o quadro e marcador/giz () Outro(s)

Qual(is)? _____

19. O professor fazia relação da química orgânica com o cotidiano?

() Raramente () Ocasionalmente () Frequentemente

20. Quais as principais estratégias utilizadas pelo professor nas aulas de química orgânica?

<input type="checkbox"/>	Aulas expositivas	<input type="checkbox"/>	Jogos didáticos	<input type="checkbox"/>	Vídeos didáticos
<input type="checkbox"/>	Experimentação	<input type="checkbox"/>	Visitas técnicas	<input type="checkbox"/>	Outro

21. Sem citar nomes de professores e considerando apenas as vivências anteriores, agora, na universidade, como tem sido a sua experiência no ensino-aprendizagem de orgânica?

() Excelente () Bom () Regular () Ruim () Péssimo

Por quê? _____



Apêndice C

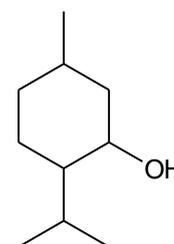
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS



Prezado(a) licenciando(a),

Estamos realizando uma pesquisa e gostaríamos da sua participação, respondendo as perguntas abaixo. Você não precisa se identificar. Garantimos também que os dados aqui obtidos serão tratados e analisados conjuntamente. Obrigado.

1. Um pequena quantidade da substância representada ao lado foi transferida para um béquer contendo 250mL de água destilada. A solução foi agitada por 1h. Depois, verificou-se que não houve nenhuma dissolução. Indique a qual função orgânica essa substância pertence e dê uma explicação para o porquê dela ser insolúvel em água.

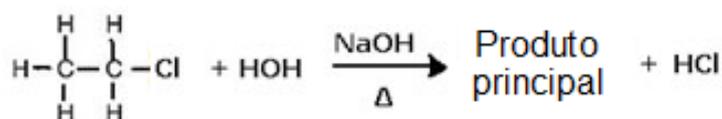


2. 100 mL de uma substância líquida foram transferidos para um béquer. A vidraria foi resfriada em um banho de gelo. Assim que a temperatura atingiu 25°C, a substância se solidificou, na forma de cristais. Essa substância pode ser um álcool? Justifique a sua resposta.

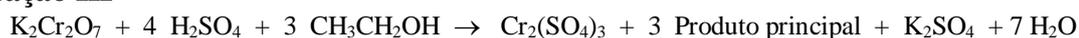
3. Uma loja de produtos químicos recebeu um pedido de cotação de preços, mostrado ao lado. Indique quais dessas substâncias são álcoois. Justifique as suas respostas.

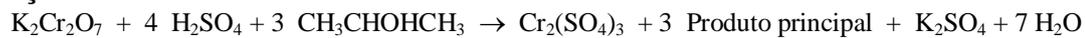
SUBSTÂNCIA	QTDE
Etanol	2L
Fenol	1kg
Formol	1L
Glicerina	3L
Iso-propanol	500mL
Resorcinol	100g
Sorbitol	500g

4. Indique o(s) produto(s) formado(s) em cada uma das reações equacionadas abaixo.

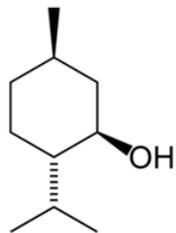
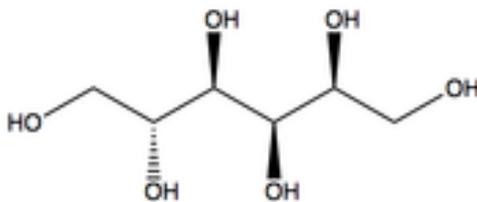
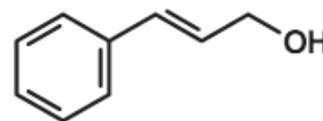
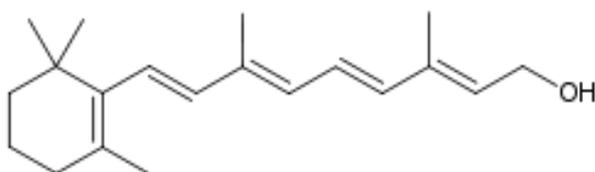
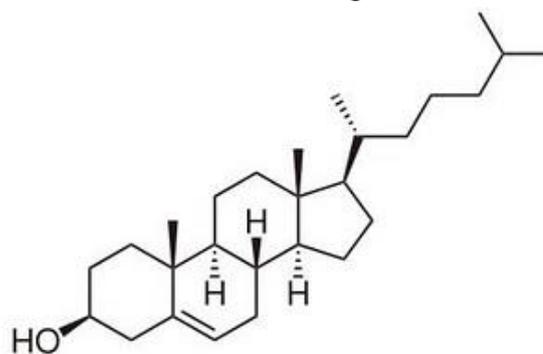
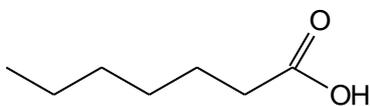
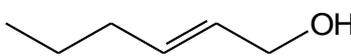
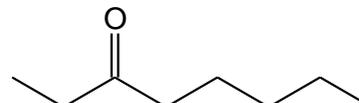
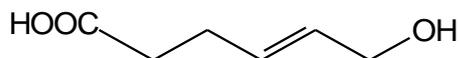
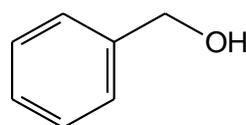
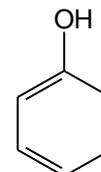
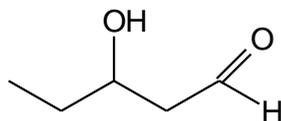
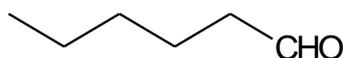
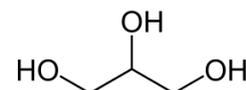


Reação III



Reação IV

5. Analise as fórmulas estruturais abaixo e identifique aquelas que representam álcoois.

**A****B****C****D****E****F****G****H****I****J****K****L****M****O**

Qual o critério você utilizou para identificar as substâncias escolhidas?



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS



DADOS COLETADOS NO DIAGNÓSTICO INICIAL DO GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS

Licenciando(a): _____

Questão 1 – Identificação e solubilidade de um álcool sólido

Quadro 1 – Análise das respostas da questão 1

Identificação e solubilidade de um álcool sólido				
Letra A	Função Orgânica	Álcool	Correto	
			Incorreto	
		Outra função	Qual?	
Letra B	Solubilidade	Estrutura Química	Parte polar e outra apolar mais significativa.	
		Outras	Quais?	

Quadro 2 – Análise do grau de solidez da habilidade nas respostas à questão 1

Grau de solidez	Função Orgânica	Solubilidade	Resultado
MUITO ALTO	Álcool	Influência da parte apolar na estrutura química	
ALTO	Álcool	Tamanho da cadeia carbônica	
BAIXO	Álcool	Não respondeu ou não respondeu satisfatoriamente	
MUITO BAIXO	Outra ou não respondeu	Não respondeu ou não respondeu satisfatoriamente	

Questão 2 - Identificação e ponto de fusão de um álcool líquido

Quadro 3 – Análise das respostas da questão 2

Possibilidade de um álcool líquido congelar a 25°C				
Álcool	Sim	Por quê?	Álcoois podem ser sólidos ou líquidos à temperatura ambiente	
			Um álcool pode ter esse ponto de fusão	
			Outra resposta.	
			Não respondeu.	
	Não	Por quê?	Álcoois não podem ser sólidos à temperatura ambiente	
			Outra resposta.	
			Não respondeu.	

Quadro 4 – Análise do grau de solidez da habilidade nas respostas da questão 2

Grau de solidez	Álcool	Explicação	Resultado
MUITO ALTO	Sim	Álcoois podem ser sólidos ou líquidos à	

		temperatura ambiente	
ALTO	Sim	Um álcool pode ter esse ponto de fusão	
BAIXO	Sim	Não explicou satisfatoriamente ou não respondeu	
MUITO BAIXO	Não	Álcoois não podem ser sólidos à temperatura ambiente, não respondeu ou deu outras explicações não satisfatórias	

Questão 3 – Identificação de álcoois a partir da nomenclatura de substâncias terminadas em “ol”

Quadro 5 – Análise das respostas da questão 3

Quantidade de substâncias indicadas como álcoois	
Apenas os 4 álcoois, sem indicar outras substâncias	
Apenas 3 álcoois, sem indicar outras substâncias	
Apenas 2 álcoois, sem indicar outras substâncias	
Os 4 álcoois e indicou outra substância	
Apenas os 3 álcoois e indicou outra substância	
Apenas 2 álcoois e indicou outras substâncias	
Indicou todas as substâncias	

Quadro 6 – Análise do grau de solidez da habilidade nas respostas da questão 3

Identificação dos álcoois a partir da nomenclatura/nome usual		
Grau de solidez	Tipo de resposta	Resultado
MUITO ALTA	Apenas os 4 álcoois, sem indicar outras substâncias	
ALTA	Apenas 3 álcoois, sem indicar outras substâncias	
MÉDIA	Apenas 2 álcoois, sem indicar outras substâncias	
MÉDIA	Os 4 álcoois e indicou outra substância	
BAIXA	Apenas os 3 álcoois e indicou outra substância	
BAIXA	Apenas 2 álcoois e indicou até duas outras substâncias	
MUITO BAIXA	Indicou todas as substâncias	

Questão 4 – Identificação de produtos de quatro reações químicas envolvendo álcoois

Quadro 7 – Análise das respostas da questão 4

Identificação de substâncias presentes em reações contendo álcoois		
Reação I Combustão do etanol	Correto	
	Incorreto	
Reação II Produção de etanol via substituição nucleofílica	Correto	
	Incorreto	
Reação III Oxidação de um álcool primário	Correto	
	Incorreto	
Reação IV Oxidação de um álcool secundário	Correto	
	Incorreto	

Quadro 8 – Análise do grau de solidez da habilidade nas respostas da questão 4

Grau de solidez	Reação I	Reação II	Reação III	Reação IV	Resultado
MUITO ALTO	Correto	Correto	Correto	Correto	
ALTO	Correto	Correto	Correto	Incorreto	
BAIXO	Correto	Correto	Incorreto	Incorreto	
MUITO BAIXO	Correto ou	Incorreto	Incorreto	Incorreto	

MUITO ALTO	Conhece o que fazer e a sequência de invariantes funcionais, sendo capaz de executar com eficiência, e sozinho, todos os seus elementos e aplicá-la em condições novas com independência e eficiência.
ALTO	Conhece o que fazer e a sequência de invariantes funcionais, sendo capaz de executar com eficiência todos os seus elementos.
BAIXO	Conhece o que fazer e a sequência de invariantes funcionais, conseguindo utilizá-la, mas não consegue executá-la com todos os elementos corretamente.
MUITO BAIXO	O licenciando desconhece o que vai fazer e/ou segue passos aleatórios para a execução, que não correspondem com o sistema de invariantes funcionais a que ele foi apresentado.

Apêndice D

Tarefa para a etapa da linguagem no plano material

E3 P1

As cachaças podem possuir diferentes tipos de álcoois. O etanol é o principal. Porém outros ocorrem em percentuais bem menores. No caso do metanol, a concentração máxima permitida é de 20 mg/100 mL de álcool anidro. Os álcoois superiores com 3 a 5 átomos de carbono são frequentemente encontrados em bebidas destiladas e também estão presentes nesse destilado. Conhecidos com o óleo fúsel, geralmente apresentam um odor característico de flores, e, juntamente com os ésteres, são responsáveis pelo *flavour* da cachaça. Os principais álcoois superiores encontrados em cachaças são os álcoois isoamílico (2-metilbutanol-1), amílico (pentanol), isobutílico (2-metilpropanol-1) e propílico (propanol).

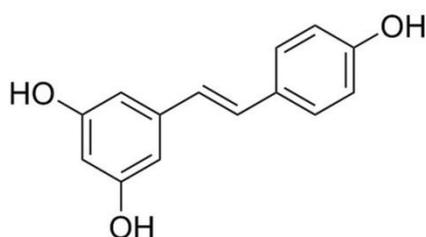
Adaptado de: PIGGOTT, J. R.; SHARP, R.; DUNCAN, R. E. B. **The science and technology of whiskies**. New York: Longman, 1989.

Utilizando modelos moleculares, represente os álcoois citados no texto.

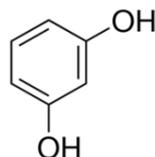
Tarefa para a etapa da linguagem no plano material

E3 P2

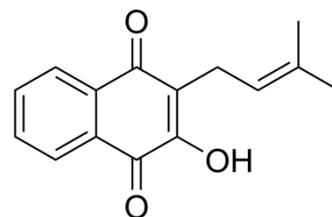
Três substâncias orgânicas hidroxiladas são mostradas abaixo.



Resveratrol



Resorcionol



Lapachol

O lapachol é uma substância natural, isolada de árvores aparentadas com o ipê. Já estudado como possível tratamento para certos tipos de câncer, agora, o potencial do lapachol é considerado baixo, devido aos seus tóxicos efeitos colaterais.

O resveratrol pode ser encontrado principalmente nas sementes de uvas, na película das uvas pretas e no vinho tinto. Também é encontrada na pele do amendoim. Estudos parecem indicar que o resveratrol pode ajudar a diminuir os níveis de lipoproteínas de baixa densidade, também conhecidas como colesterol LDL e aumentar os níveis de lipoproteínas de alta densidade, o colesterol HDL.

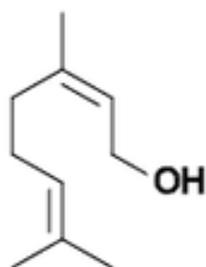
O resorcinol é um composto químico utilizado como anti-séptico, desinfetante e intermediário químico para a produção de muitos outros

No texto acima, é atribuída alguma propriedade a um álcool?

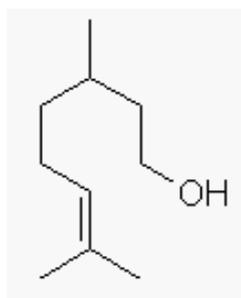
Tarefa para a etapa da linguagem no plano verbal para os outros

E4 P1

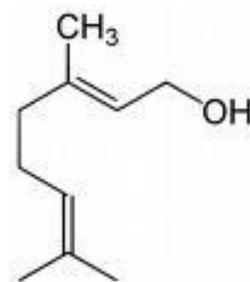
As estruturas abaixo representam alguns constituintes presentes em alguns óleos essenciais de folhas de erva-cidreira, *Lippia alba* (Verbenaceae). Identifique quais deles são álcoois?



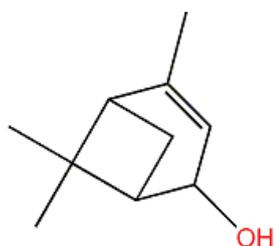
Nerol



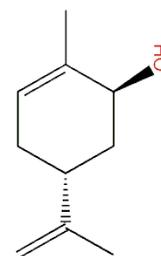
Citronelol



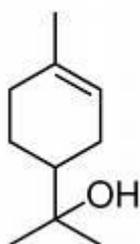
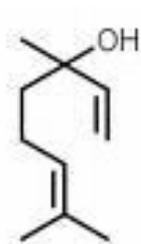
Geraniol



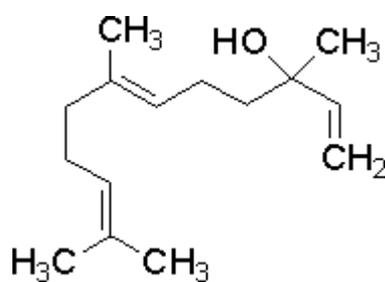
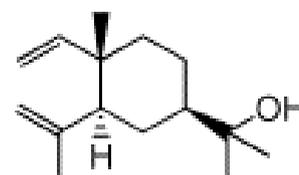
cis-verbenol



trans-carveol

 α -terpineol

Linalol

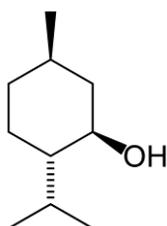
*E*-nerolidol

Elemol

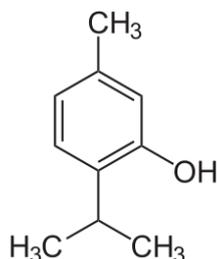
Tarefa para a etapa da linguagem no plano verbal para os outros

E4 P2

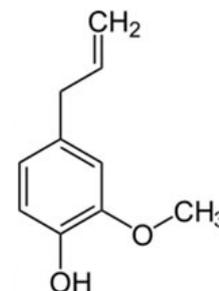
Uma empresa alimentícia testou três essências naturais em um dos seus produtos. As representações estruturais principais dos constituintes dessas essências estão apresentadas abaixo.



(Presente na menta)



(Presente no tomilho)



(Presente no cravo-da-India)

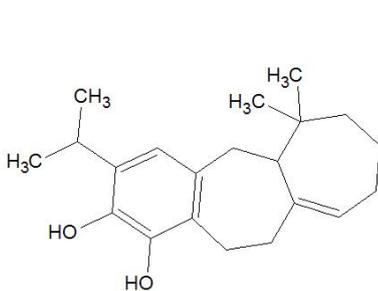
A essência escolhida para o produto a ser comercializado possui um álcool como principal constituinte. Indique qual é a planta que serve como matéria-prima para a obtenção dessa essência.

Tarefa para a etapa da linguagem no plano verbal para os outros

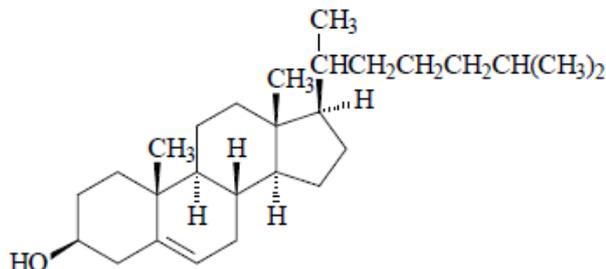
E4 P3

A manteiga de cacau e o leite em pó são dois ingredientes principais dos chocolates dietéticos. Em substituição aos açúcares, geralmente são utilizados alguns álcoois poli-hidroxilados, também chamados de polióis. Um deles é o xilitol, que possui um poder dulçor semelhante à sacarose.

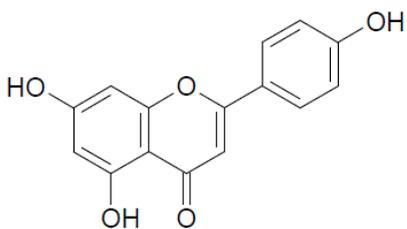
Entre as estruturas mostradas abaixo, indique a que representa o xilitol.



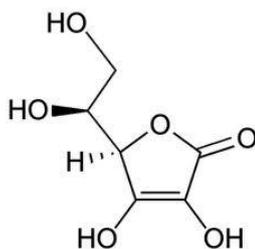
A)



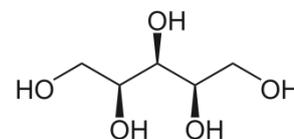
B)



C)



D)

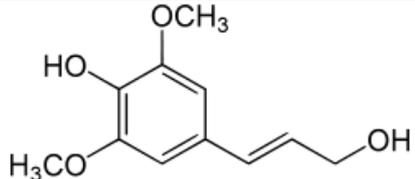
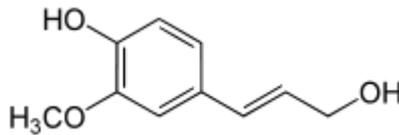


E)

Tarefa para a etapa da linguagem no plano verbal para si

E5 P1

Cada uma das substâncias, cujas fórmulas estruturais são mostradas no quadro abaixo, possuem pelo menos dois nomes. Analise-as.

Estrutura		
Nome 1	Álcool sinapílico	Álcool coniferílico
Nome 2	4-(3-hidroxi-1-enil)-2,6-dimetoxifenol	4-(3-hidroxi-1-propenil)-2-metoxifenol
Ocorrência/Função	É um precursor da lignina, presente na parede celular das plantas, junto com a celulose.	É um intermediário na biossíntese de eugenol.

De acordo com as regras da IUAPC, essas substâncias são consideradas álcoois intermediários de outras substâncias presentes em plantas?

Tarefa para a etapa da linguagem no plano verbal para si

E5 P2

Própolis é o termo genérico utilizado para denominar um material resinoso coletado pelas abelhas de várias fontes vegetais. Essa mistura é usada na colmeia para protegê-las contra outros insetos e microrganismos, e no reparo de frestas ou danos.

Parte da composição química de uma mostra de própolis é apresentada abaixo.

Tabela 1. Compostos voláteis identificados em amostras de própolis vermelha de Pernambuco (% do íon corrente total).

Composto	IK*	IK**	Fev	Jun	Out
			% área		
<i>Álcoois, aldeídos e cetonas</i>			20,48	6,00	9,09
4-hidroxi-4-metil-heptan-2-ona	--	851	14,42	--	0,41
6-metil-5-hepten-2-ona	985	985	1,00	1,01	--
octanal	1001	1001	0,50	0,58	0,78
nonanal	1102	1103	1,52	1,90	2,46
<i>n</i> -decanal	1204	1205	1,14	1,31	4,49
anisaldeído	1252	1255	1,20	1,20	0,95
<i>n</i> -dodecanal	1417	1409	0,70	--	--

IK* (Índice de Kovats calculado) IK** (Índice de Kovats da literatura).

NUNES, Lívio César Cunha et al. Variabilidade sazonal dos constituintes da própolis vermelha e bioatividade em *Artemia salina*. **Rev. bras. farmacogn.**, João Pessoa, v. 19, n. 2b, p. 524-529, June 2009.

Há álcool nessa fração de constituintes da própolis?

Tarefa para a etapa da linguagem no plano mental

E6 P1

Um advogado processou uma indústria alimentícia. Ele a acusou de utilizar uma mistura contendo serragem adicionada ao café vendido nos pacotes de uma marca produzida e comercializada pela própria empresa. Nos autos, verificou-se que o advogado alegava que a indústria também adicionava uma substância, o 1-hidroxi-2-butanona, ao produto. Essa substância é naturalmente encontrada no café e em produtos contendo café, mas segundo o acusador “[...] a concentração desse álcool estava em um limite muito superior ao normalmente constatado”.

De acordo com os dados fornecidos, tecnicamente, como você avalia os argumentos utilizados pelo advogado?

Tarefa para a etapa da linguagem no plano mental

E6 P2

Em uma sala de aula, uma professora transferiu 100 mL de uma substância líquida para um béquer. Depois, a vidraria foi resfriada em um banho de gelo. Assim que a temperatura atingiu 25°C, ela se solidificou, na forma de cristais.

Essa substância pode ser um álcool? Sem utilizar fórmulas estruturais, justifique a sua resposta.

Tarefa para a etapa da linguagem no plano mental

E6 P3

Uma análise cromatográfica revelou a presença de duas substâncias hidroxiladas na cena de um crime. Elas possuíam as seguintes fórmulas moleculares: $C_3H_6O_2$ e $C_3H_8O_2$.

Depois, utilizou-se o álcool que foi identificado na análise como prova no processo penal. Sem utilizar fórmulas estruturais, indique quem é esse álcool?