

DOI: 10.46943/IX.CONEDU.2023.GT16.017

ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE TAREFAS NO ENSINO DE QUÍMICA PARA A FORMAÇÃO DA HABILIDADE DE IDENTIFICAR ÁLCOOIS COM BASE NA TEORIA DE GALPERIN

JOSÉ OLÍMPIO DE OLIVEIRA NETO

Mestre em Ensino das Ciências, professor da rede pública dos Estados de Pernambuco e da Paraíba. olimpiodeoliveira@gmail.com

RESUMO

A necessidade de implementar um ensino e aprendizagem voltado para os conceitos da química tem contrastado com a dificuldade de planejar e operacionalizar estratégias pedagógico-didáticas voltadas intencionalmente ao desenvolvimento de habilidades intelectuais nos estudantes. Propostas nesse sentido passaram a ser objeto de interesse tanto da comunidade escolar quanto de pesquisadores em Educação em Ciências. A pesquisa aqui apresentada teve por objetivo a elaboração de um sistema de tarefas a ser utilizado em uma metodologia direcionada à formação da habilidade de identificar álcoois. Utilizou-se como referencial teórico-metodológico o Enfoque Histórico-Cultural (EHC), particularmente a Teoria da Formação por Etapas das Ações e dos Conceitos, proposta por P.Ya. Galperin, e os fundamentos do ensino por problemas, baseado em Majmutov e em outros autores do EHC. A utilização do método de análise e síntese e do método lógico permitiu formular um modelo teórico-metodológico para: estruturar as diferentes tarefas do processo formativo. Com a sua aplicação foi possível: i) delimitar a concepção, a estrutura e a tipologia dos problemas, caracterizados por contextos problemáticos centrados em contradições dialéticas, e ii) elaborar critérios para o desenvolvimento dessas tarefas, com base em diferentes indicadores qualitativos e nas etapas do ciclo cognoscitivo. A partir desses elementos, estabeleceram-se diferentes tipos de problemas, em concordância com as quatro etapas do ciclo cognoscitivo galperiano, tanto para formar a habilidade de identificar álcoois quanto para serem utilizados na avaliação, no seu grau de desenvolvimento, antes e após o processo formativo.

Palavras-chave: Ensino por problemas, Teoria de Galperin, habilidade de identificar álcoois.

INTRODUÇÃO

A estruturação dos conteúdos disciplinares em torno de sistemas didáticos é um dos objetos fundamentais da investigação da didática das ciências (MORA; PARGA, 2007) e passou a receber um maior interesse a partir as últimas décadas do século XX, particularmente em relação aos conteúdos químicos (MOYA; CAMPANARIO; 1999; NÚÑEZ; GONZÁLEZ, 1996). Entre os pontos de interesse nesse campo, encontram-se a planificação e a utilização de sistemas didáticos para a formação de habilidades intelectuais no ensino-aprendizagem.

A temática formação das habilidades intelectuais, as habilidades mentais, ou do pensamento, tem despertado um interesse cada vez maior na comunidade educacional. Acredita-se que com o domínio dessas habilidades – por exemplo: definir, comparar, identificar, caracterizar, classificar, descrever, justificar e explicar – o estudante desenvolva a sua independência cognoscitiva, interprete melhor as informações e esteja mais capacitado para enfrentar e superar diferentes situações ao longo da vida (CHILLÓN, 2011). Porém, em descompasso com esse reconhecimento, a utilização de estratégias pedagógico-didáticas voltadas ao desenvolvimento de habilidades ainda não tem se estabelecido como uma prática intencional de muitos professores. Tal fato continua sendo constatado em distintos níveis de ensino, e em diferentes áreas, conforme é verificado no ensino de ciências e, particularmente no ensino de química (NÚÑEZ; RAMALHO, 2017).

A contradição entre a importância da elaboração e utilização de sistemas voltados à formação de habilidades e a sua efetividade no processo de ensino-aprendizagem de conceitos químicos evidencia a existência de lacunas, tanto no ensino quanto na pesquisa (NÚÑEZ; RAMALHO, 2015). Essa defasagem ainda é mais acentuada em relação aos conceitos tradicionalmente vinculados à química orgânica (MARCELINO-JR, 2014).

A pesquisa aqui apresentada direcionou-se para os procedimentos teórico-metodológicos voltados à assimilação de conceitos químicos pela via da formação de habilidades. Considerando-se que uma das habilidades de interesse para o ensino-aprendizagem de química é a habilidade de identificar substâncias (BRASIL, 2006), delimitou-se a investigação a uma habilidade mais específica: habilidade de identificar álcoois.

Há um corpo de conhecimentos sem o qual o *currículum* não pode ser chamado química (GARFORTH, 1983), o conceito de álcoois um deles. Ele é fundamental

na química e no ensino de química, por isso, está historicamente incluído nesse arcabouço, mantendo-se presente nos currículos químicos dos diferentes níveis de ensino. Álcoois constituem uma importante função orgânica, que apresenta uma grande variedade qualitativa e quantitativa de substâncias. Tal diversidade é decorrente da sua ampla faixa de distribuição na natureza e da existência de múltiplas vias sintéticas para obtê-las. 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, 1997). Colesterol, retinol, mentol, manitol, glicerina e isopropanol são, entre muitos, alguns dos álcoois com importantes funções biológicas e/ou aplicações em diferentes atividades socioeconômicas. Portanto, essa função orgânica vai muito além do etanol, o seu mais conhecido representante.

É fundamental saber identificar álcoois para se compreender as diversidades das suas estruturas, das suas propriedades e das suas aplicações. Porém, o domínio da habilidade de identificar álcoois vai muito além da memorização de uma definição. Ele é demonstrado na capacidade de aplicação exitosa na resolução de problemas utilizando o conjunto de conhecimentos e de ações em torno das características necessárias e suficientes que constituem esse conceito.

Apesar de ser creditado por muitos professores como um conceito simples, o conceito de álcoois apresenta algumas dificuldades no seu processo de ensino-aprendizagem. Resultados nessa direção foram obtidos na investigação realizada por Oliveira Neto (2018) sobre a planificação e utilização de um sistema didático para a formação da habilidade de identificar álcoois, junto a futuros professores de química.

O trabalho aqui apresentado é o resultado de uma pesquisa teórica que teve por objetivo o desenvolvimento de uma proposta para a concepção de um Sistema de Tarefas para a formação e avaliação do grau de domínio da habilidade de identificar álcoois. O referencial da pesquisa se alicerça em fundamentos do Enfoque Histórico-Cultural¹, especialmente no método de ensino problémico, de Majmutov (1983), e na Teoria da Formação das Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, de

1 Um conjunto de teorias psico-pedagógicas fundamentadas nas ideias decorrentes dos trabalhos de Vigotski, de Luria, de Leontiev, de seus colaboradores e outros seguidores.

P.Ya. Galperin. O método de ensino problémico efetiva-se como uma das diferentes concepções para a aprendizagem baseada em problemas. Já teoria de Galperin tem se constituído como uma valiosa contribuição para o tratamento científico do processo de formação de habilidades em diferentes áreas do conhecimento, inclusive na química (NÚÑEZ; RAMALHO, 2015; MARCELINO-JR, 2104).

Há entendimento entre os autores alinhados ao Enfoque Histórico-Cultural que uma habilidade é uma formação psicológica e um tipo de atividade a ser apropriada no processo de ensino-aprendizagem (NÚÑEZ, 2009). Conforme aponta Petrovski, “[...] as habilidades são ações complexas que favorecem o desenvolvimento de capacidades. É o que permite que a informação se converta em um conhecimento real” (PETROVSKI 1980, p.248). O processo de formar habilidades nos estudantes se vincula ao desenvolvimento do pensamento teórico (DAVIDOV, 1986). Ao dominar as habilidades intelectuais, os sujeitos se capacitam para operar com a essência do conhecimento, com generalizações, estabelecendo nexos e relações para aplicá-las em novas situações.

Uma habilidade também é considerada como o conjunto das ações a serem realizadas pelo estudante ao interagir e atuar com o objeto de estudo, visando transformá-lo e humanizá-lo (ÁLVAREZ DE ZAYAS, 1999). Isso lhe permite compreender o mundo, entender, lidar e superar os desafios da sociedade, que exigem níveis de pensamento mais elevados. A formação de habilidades com base nesses pressupostos se associa a um processo educativo-instrutivo, solidário e mediatizado pelo professor, voltado à “[...] formação cultural integral, obtendo-se um equilíbrio adequado entre a formação técnico-científica e o pleno desenvolvimento do homem” (CHÁVEZ, 2005, p.221).

Uma habilidade possui uma estrutura interna, que, em associação à estrutura da atividade proposta por Leontiev (1981), tem como componentes: i) os conhecimentos, a base gnoseológica; ii) os motivos e objetivos, os componentes indutores; e iii) o sistema de ações e operações, o componente executor (CORONA MARTÍNEZ; FONSECA HERNÁNDEZ, 2009). Os conhecimentos e as habilidades constituem um par dialético, que se pressupõem e se complementam mutuamente; uma habilidade não poder ser concebida sem um corpo de conhecimentos para apoiá-la (NUÑEZ, 2009). A motivação do estudante no processo de apropriação da habilidade deve ser interna, cognoscitiva. Por isso, uma das recomendações para que a formação de habilidades seja um processo indutor do desenvolvimento do estudante reside no cuidado da sua subordinação a um objetivo consciente, explicitando-lhe como o

resultado esperado será alcançado. Já o sistema de ações e operações permite ao sujeito: i) orientar-se de acordo com as condições em que se realiza a atividade; e ii) efetuar operações para controlar a execução das ações, de forma sistemática e processual, na solução de tarefas de aprendizagem propostas para se atingir objetivo(s) (TALÍZINA, 1987).

O domínio de uma habilidade intelectual, como a habilidade de identificar, relaciona-se ao domínio de um sistema de ações, por meio do qual se manifesta a sua estrutura psicológica (LEONTIEV, 1981, PETROVSKI, 1980). Galperin (1989) destaca que o surgimento e a formação das ações internas (mentais) a partir da ação externa (material), resultante do processo de interação social, devem ser planejados e realizados por meio da atividade de ensino-aprendizagem dentro de um ciclo cognoscitivo. Esse processo transcorre segundo uma sequência de etapas: motivacional, base orientadora da ação, material/materializada, plano da linguagem externa para os outros e para si, e linguagem interna (GALPERIN, 1989; TALÍZINA, 1987). Para que a ação mental se forme adequadamente, a orientação precisa ser completa e correta. Nesse contexto, orientação e execução se constituem como dois processos fundamentais para a ação ser formada.

Com base na proposta galperiana, a organização do ensino-aprendizagem tem sido vinculada a um sistema de tarefas, associando-se também a um sistema formado por um conjunto de indicadores qualitativos. Uma tarefa de aprendizagem é considerada como uma situação didática, um processo que se realiza em circunstâncias pedagógicas determinadas com o fim de alcançar um objetivo, ou seja, é a ação que se desenvolve segundo as condições e contém o motivo e a execução propostos para o processo (NÚÑEZ; RAMALHO, 2012). O sistema de tarefas é tratado como a unidade fundamental do Sistema Didático, como destaca Elkonin (1986, p. 99-100): "A tarefa de estudo é a unidade básica (célula) da atividade de estudo. [...] A diferença fundamental entre a tarefa de estudo e todas as demais tarefas reside em que seu objetivo e resultado consistem em modificar ao próprio sujeito atuante".

As tarefas para a formação da habilidade devem ser diversificadas e considerar que, ao longo do ciclo cognoscitivo, a forma da ação muda (material, verbal e mental), mas o seu conteúdo permanece o mesmo. Uma das estratégias utilizadas para conceber e viabilizar essas tarefas tem sido a sua vinculação à categoria problema (NÚÑEZ, 2009).

O ensino baseado em problemas possui diferentes tipos concepção. Para Galperin (1989), as tarefas são tratadas como situações problematizadoras, de

preferência contendo o caráter genuíno dos aspectos contextuais e em oposição ao uso de “exercícios”, que criam situações práticas artificiais. Por isso, a partir de uma pesquisa sobre estratégias de aprendizagem baseada em problemas, para a formação da habilidade de identificar álcoois, optou-se por realizar a concepção, o planejamento e o desenvolvimento do sistema de tarefas com base no método de “ensino problêmico”, desenvolvido por Majmutov (1983), acrescentando-se contribuições de outros autores do Enfoque Histórico-Cultural.

O principal fundamento filosófico do método de ensino por problemas de Majmutov está no estabelecimento da contradição como fonte e motor do desenvolvimento. Dentro dessa concepção: resolver uma tarefa é solucionar uma contradição. Esse tipo de ensino problematizador apresenta um sistema de direção onde o foco está tanto no estudante quanto na sua atividade de assimilação do conhecimento. Por sua vez, o termo problema é caracterizado como

[...] um reflexo (forma de manifestação) da contradição lógico-psicológica do processo de assimilação, o que determina o sentido da busca mental, desperta o interesse para a investigação (explicação) da essência do desconhecido, e conduz a assimilação de um conceito novo de um modo novo de ação. (MAJMUOV, 1983, p.132).

Desse modo, uma tarefa se torna um problema quando desperta o raciocínio e se efetiva como um mecanismo linguístico de externar a busca mental pelo desconhecido apresentando dados e exigências que confrontam o contraditório e/ou sinalizam a deficiência cognitiva em determinado conhecimento.

Em continuidade, são descritos os procedimentos metodológicos seguidos para a concepção de um Sistema de Tarefas para a formação e avaliação do grau de domínio da habilidade de identificar álcoois.

METODOLOGIA

O procedimento metodológico para atingir o objetivo proposto concentrou-se em uma pesquisa teórica para fundamentar e estruturar uma estratégia de ensino por problemas de acordo com o referencial Enfoque Histórico-Cultural e considerando as atuais recomendações da didática das ciências naturais, particularmente da didática da química (ADÚRIZ-BRAVO, 2000). Inicialmente, utilizou-se o método de análise e síntese, e o método histórico-lógico (TALÍZINA, 1987) para: i) penetrar

na essência de diferentes propostas sobre “aprendizagem baseada em problemas”, ii) identificar a gênese e analisar a trajetória evolutiva do conceito de álcoois, e iii) estabelecer os nexos e compreender relações essenciais entre os diferentes tipos de álcoois. Em continuidade, procedeu-se a determinação das características dos problemas e a elaboração do Sistema de Tarefas para o conjunto das etapas do ciclo cognoscitivo do ensino-aprendizagem (da etapa materializada à etapa mental), fundamentado-se no método de ensino problêmico, de Majmutov (1983), e na Teoria da Formação das Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, de P.Ya. Galperin, (GALPERIN, 1989; TALÍZINA, 1987), dialogando-se também com outros autores, principalmente Talízina (1991), Núñez (2009) e Guanche (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estratégia de ensino por problemas que integra a concepção do Sistema de Tarefas da formação da habilidade de identificar álcoois objetiva:

- i. organizar a atividade docente em estratégias pedagógico-didáticas dedicadas à resolução de problemas, para instrumentalizar a aprendizagem do conceito de álcoois, pela via da formação da habilidade de identificar, com base no seu conjunto de características necessárias e suficientes;
- ii. controlar e avaliar a formação de habilidade de identificar álcoois, pelo acompanhamento da execução das tarefas nas etapas da teoria de Galperin, de acordo com uma base orientadora da ação completa e independente;
- iii. avaliar o grau de desenvolvimento das habilidades nos estudantes, antes e depois do processo formativo, utilizando indicadores qualitativos previamente determinados;
- iv. estimular o desenvolvimento de valores para o desenvolvimento saudável do ser humano, e para o convívio harmonioso com a natureza e com os outros seres humanos visando o bem-estar coletivo.

O Sistema de Tarefas busca estimular a atividade produtiva do estudante – a sua capacidade humana para se apropriar do novo, do desconhecido ou de se atualizar frente ao já adquirido – e desenvolver a independência cognoscitiva. As tarefas estão projetadas para instrumentalizar a metodologia de formação da habilidade de

identificar álcoois de modo a proporcionar uma transição por etapas, seguindo o ciclo cognoscitivo proposto por Galperin (1987). Para tal finalidade, quali e quantitativamente, as tarefas provêm características ao processo, de tal forma que sejam: i) suficientes, no sentido manter a mesma essência ao contemplarem um mesmo tipo de ação; ii) variadas, ou seja, que impliquem em diferentes modos de atuar; e iii) diferenciadas, de modo a atender ao desenvolvimento que está sendo alcançado pelo aprendiz em cada formar da ação: material, verbal ou mental.

Os problemas visam orientar, acompanhar e avaliar o saber fazer, integrando o conceito e os modos de pensar associados ao mesmo, ou seja, os procedimentos, as maneiras de operar com o conceito álcool e com o seu processo de identificação. Assim, esses problemas veiculam elementos para enriquecer tanto o objeto quanto o método de solução. Eles exibem uma estrutura, formatada para acompanhar e avaliar o “saber fazer” (um tipo de atividade), integrando o conceito de álcool e os modos de pensar que os envolvem. São diversificados, quanto à forma, para que se destaque o caráter da essência contida nos diferentes casos particulares de álcoois (mono, di, tri ou poliidroxilados; cíclicos ou de cadeias abertas; saturados ou insaturados; isentos ou contendo outros grupos funcionais de menores prioridades). Com isso, espera-se aproximar o estudante do conhecimento mais profundo e geral do fenômeno estudado, cujas manifestações são estruturalmente (quimicamente) variadas e se refletem em suas propriedades e/ou aplicações. Portanto, dentro dessa concepção, em acordo com as orientações de Galperin (1987), os problemas se distanciam dos métodos enfaticamente memorísticos e não estão baseados no formato conhecido como “exercícios”.

ESTRUTURAS DOS PROBLEMAS

Os problemas utilizados para dar suporte à formação/avaliação da habilidade de identificar álcoois possuem as características gerais apresentadas em continuidade.

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

Quanto ao tipo - são problemas de natureza qualitativa, devendo ser resolvidos de forma argumentativa, escrita e/ou verbal.

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

Cada problema apresenta um formato composto por um enunciado e por um comando de resposta. O enunciado contém uma problemática, uma conjuntura envolvendo um contexto de dilemas, pautados em contradições dialéticas, que se configura em um obstáculo a ser superado, conforme indicado por Majmutov (1983). A problemática se direciona a criar um desafio intelectual, capaz de proporcionar um estado motivacional para envolver o estudante na atividade de apropriação do conceito de álcool, contribuindo para lhe desenvolver a consciência sobre a necessidade de buscar, confrontar-se, indagar e poder dar solução ao desconhecido. Por sua vez, o comando da questão indica a tarefa problemática a ser resolvida e se apresenta como uma condição, uma exigência ou uma pergunta. Para resolver o problema, o estudante deve mobilizar a estrutura da habilidade (conhecimentos, ações e operações), com ou sem a possibilidade de ajuda externa, exibindo determinada orientação na tomada de decisões. Na resolução, na expressão de seus argumentos, espera-se que lhe seja estimulada a sua contínua capacidade de abstração, demonstrada como um pensamento teórico (químico) coerente e fundamentado.

OS CONTEXTOS DAS PROBLEMÁTICAS

As problemáticas das questões envolvem contextos reais ou simulados, a partir de situações reais. Esses contextos podem ser amplos ou específicos, imediatos ou não imediatos, e incluem o contexto regional e o local. A contextualização é assumida como uma estratégia para articular os conceitos químicos a fenômenos naturais, processos científico-tecnológicos e/ou questões ambientais, culturais, econômicas, éticas, políticas e/ou sociais, inclusive com episódios da história da química. Os contextos das questões também podem receber um tratamento interdisciplinar.

As problemáticas foram construídas com base nas seguintes fontes de suporte: revistas, livros, artigos científicos, matérias de jornais, vídeos e atividades experimentais em química. Com base nesses recursos, nos enunciados foram incluídas diferentes formas de representações semióticas, recomendadas para o

ensino de química (NÚÑEZ; RAMALHO, 2017): textos, tabelas, desenhos, diagramas e representações químicas (equações químicas, fórmulas moleculares e estruturais, e modelos moleculares). Ao ler e interpretar as informações constantes da problemática, o estudante precisará fazer transformações entre diferentes formas de representação, utilizando da linguagem química nos seus argumentos.

AS CONTRADIÇÕES CONSTANTES NAS PROBLEMÁTICAS

Adaptando-se os posicionamentos de Guanche (1997) e de Majmutov (1983) para as estratégias de ensino por problemas, desenvolveu-se um conjunto específico de contradições para se configurarem nas problemáticas dos problemas para a formação da habilidade de identificar álcool, conforme exposto no quadro 1.

Quadro 1 - Contradições que pautaram a estruturação das problemáticas dos problemas do Sistema de Tarefas para formação da habilidade de identificar álcoois

CONTRADIÇÕES CONSTANTES NAS PROBLEMÁTICAS
<ul style="list-style-type: none">• Comparações entre substâncias pertencentes à função álcool, envolvendo fenômenos e/ou processos, que possam gerar duas opções de entendimento.• Situações baseadas em fenômenos e processos reais, objetivos e observáveis, envolvendo álcoois, que aparentam ter uma causa diferente da verdadeira.• Situações originadas de uma atividade experimental envolvendo álcoois, cujos resultados não são explicados pelos aprendizes, porque a verdadeira causa do fenômeno, provocada experimentalmente, é desconhecida pelos mesmos.• Situações geradas por fenômenos decorrentes ou mediados por álcoois presentes em materiais, envolvendo processos biológicos, físicos e/ou químicos desconhecidos pelos aprendizes, que geralmente manifestam contradições entre o já conhecido e o desconhecido pelos mesmos.• Cadeias de contradições entre a química e a biologia e/ou a física quanto às propriedades dos álcoois, de tal maneira que a solução de uma gera outra nova contradição.• Situação cuja problemática está baseada em dois pontos de vistas opostos quanto às propriedades dos álcoois, mas parcialmente aceitáveis ou verídicos, pois dependem de seus correspondentes contrários e se complementam.• Situações envolvendo a presença de álcoois em dois critérios opostos sobre um tema científico, dos quais, o critério certo, é aparentemente errôneo.• Fenômenos e processos químicos envolvendo álcoois que acarretam consequências inesperadas para quem não conhece sua essência ou suas relações e nexos causais.• Contradições envolvendo álcoois, baseadas nas relações causa-efeito nas quais a causa pode se transformar em efeito e vice-versa.

Fonte: Desenvolvido com base em Majmutov (1983) e Guanche (1997).

As problemáticas também têm o papel de desenvolver e confrontar as atitudes e os valores dos aprendizes, pois, como relembra Núñez (2009), nesse tipo de processo, o cognitivo não é separado do componente afetivo da personalidade. Sendo assim, as situações propostas pretendem estimular que a formação da consciência no processo de formação da habilidade não se volte apenas à exibição de um pensamento químico, mas também ao que deve ser feito com esse pensamento químico.

Os valores a terem os seus desenvolvimentos estimulados durante a formação da habilidade visam a promoção do(a): interesse social; responsabilidade ambiental; direitos e deveres dos cidadãos; respeito ao bem comum; convívio harmônico e solidário na sociedade; e busca pela democracia para uma sociedade mais justa e igualitária. Com isso, espera-se que os aprendizes trabalhem com o objeto e compreendam a significação que ele tem para si e para a solução de problemas, encontrando valor ao que está estudando. Em alguns problemas essa abordagem decorre das implicações da utilização de álcoois, como quando se analisa as composições de cachaças; em outros, a própria situação está proposta em torno do desenvolvimento de atitudes e de valores, tal como em um problema sobre a adulteração de combustíveis com solventes alcoólicos.

TIPOLOGIA DOS PROBLEMAS

Os indicadores qualitativos escolhidos para acompanhar e avaliar a realização das tarefas foram: i) alto grau de generalização – significa resolver exitosamente a tarefa, reconhecendo limites de aplicação do conhecimento/procedimento de identificar álcoois, por meio da sua estrutura invariante; ii) alto grau de consciência – significa saber argumentar as ações para a solução correta da tarefa para formação da habilidade, tanto do ponto de vista conceitual quanto procedimental; iii) alto grau de independência – significa executar independentemente as tarefas, sem nenhum tipo de apoio; e iv) forma mental da ação – significa assimilar no plano mental o procedimento geral que permite se orientar na resolução de várias tarefas dentro dos limites de generalização.

Elaboraram-se 30 (trinta) diferentes tipos de problemas, para se executarem ações associadas à habilidade de identificação de álcoois, sob orientação e controle dos indicadores qualitativos, dentro do ciclo cognoscitivo proposto por Galperin, nas etapas material/materializada, de linguagem verbal e mental. Essas etapas

correspondem ao processo de apropriação conceitual. O quadro 2 traz uma visão dos critérios que expressam a variação das possibilidades para o desenvolvimento dos problemas. A diversidade na tipologia dos problemas permite sua utilização para incrementar a riqueza do objeto álcool..

Quadro 2 - Tipologia de problemas para formação da de identificar álcoois.

Qualidade da ação	Tarefas		Etapas de assimilação			
	Tipos	Características	Plano material/materializado	Plano verbal		Plano Mental
				Verbal externa	Verbal para si	
Generalização	Conteúdo objetual	Objetos apresentam as características necessárias e suficientes, além de traços supérfluos.	X	X	X	X
		Alguns objetos com ausência de uma das características necessárias e suficientes.	X	X	X	X
	Lógica	Situações de pertinência.	X	X	X	X
		Situações de não pertinência.	X	X	X	X
		Situações indeterminadas	-	X	X	X
	Psicológica	Situações que correlacionam, mediante o contraste, traços evidentes e conceituais.	X	X	X	X
Forma da ação	Ênfase do enunciado	Materializada.	X	-	-	-
		Forma escrita	-	X	X	X
	Representações dos objetos	Ênfase nos modelos ou representações	X	-	-	-
		Descrições (sem modelos e sem desenhos)	-	X	X	-
		Conceitos	X	X	X	X
	Procedimentos a serem utilizados	Fornecidos	X	X	X	X
		Ausentes	-	-	X	X
	Resposta	Forma oral/escrita	X	X	-	-
		Forma escrita	X	X	X	X
Consciência	Execução	Interpretativas	X	X	X	X
		Diretas e inversas	X	X	X	X

Independência	Níveis de ajuda	Possibilidade de consulta	X	-	-	-
		Sem ajuda	-	X	X	X

Fonte: desenvolvido com base em Talízina (1987) e Núñez (2009).

Conforme recomenda Talízina (1987), ela permite a introdução de problemas com base no princípio do contraste, proporcionando que primeiro sejam utilizadas tarefas nas quais se revelam as situações que mais se diferenciam e depois as que mais se assemelham. Tal diversidade permite que se trabalhe simultaneamente a solução de tarefas que correspondam com qualquer dos variantes e das suas manifestações, possibilitando um incremento qualitativo e uma diminuição quantitativa das tarefas. Espera-se contribuir para uma sistematização mais elevada em um menor período, proporcionando ao estudante um grau de independência cognoscitiva cada vez maior.

PROBLEMAS DA ETAPA MATERIAL/MATERIALIZADA

Os problemas desenvolvidos para esta etapa buscam refletir os casos típicos de aplicação do conceito e da ação, para garantir sua generalização. Evitou-se a elaboração de problemas do mesmo tipo, para que não estimulassem uma automação prematura. Neste momento funcional do ciclo cognoscitivo, a generalização envolve dois tipos de situações: quando o objeto se refere à determinada classe e quando não se refere à mesma.

Os problemas propostos refletem os casos típicos de álcoois, as suas variações, refletidos nos objetos de assimilação, proporcionando ações detalhadas e no plano interpessoal. Ao resolverem os problemas, os estudantes precisam elencar as características necessárias e suficientes dos conceitos, e destacar as operações que devem ser realizadas com os objetos propostos, apresentando a sequência de sua execução. A variação proposta para a oferta desses problemas está formada para seguir o princípio do contraste. É possível se efetivar uma ordem que exiba uma alternância na utilização dos mesmos. Tal característica é importante, pois as tarefas se modificam por uma sequência e não por seu grau de dificuldade, uma vez que, de acordo com Galperin (2001/1965a, p.88): “[...] a dificuldade perde a sua importância decisiva se as condições concretas da ação tiverem corretamente confeccionadas”.

Os problemas dessa etapa material/materializada foram planejados para contribuir para que a mesma se efetive como um momento de raciocínio teórico, estimulando que o estudante realize a atividade no plano prático, concreto, ou seja, de forma externa. Por isso, eles envolvem representações bi e tridimensionais (fórmulas estruturais e modelos moleculares), atividades experimentais e/ou simulações computacionais, dentro de propostas de experimentos e/ou com modelagem. A variação na tipologia dos problemas permite que eles contenham situações de ensino paulatinamente contributivas para o aumento do grau de consciência e da generalização das ações, conceitual e procedimental (reforçando: sem que haja uma automação ação). Por isso, é importante que eles sejam diversificados, exigindo a aplicação dos conhecimentos e a orientação na solução dos casos típicos de álcoois. A diversificação dos problemas também visa contribuir para que os estudantes percebam a relação geral que determina a invariante estrutural-funcional, relacionada ao próprio conceito de álcool e ao procedimento a ser seguido para a sua identificação.

O quadro 3 traz um exemplo de um problema proposto para utilização na etapa material/materializada do processo de formação da de identificar álcoois, com a explicitação das suas características.

Quadro 3 – Exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa material/materializada no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.

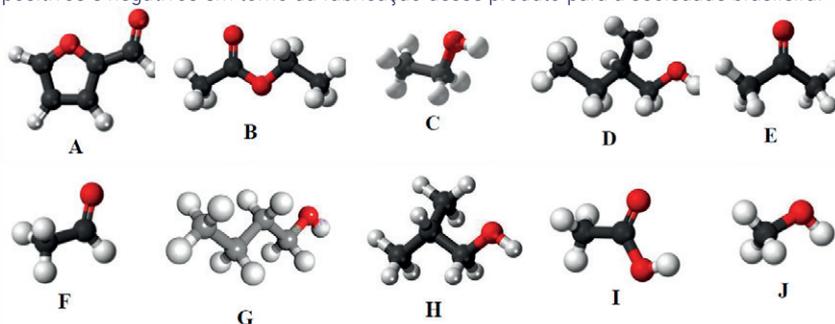
PROBLEMA DA ETAPA DA LINGUAGEM NO PLANO MATERIALIZADO
Contradição presente na problemática Situação gerada por fenômeno e/ou processo mediado por álcoois e que envolve processos biológicos, físicos e químicos desconhecidos pelos estudantes, que geralmente manifestam contradições entre o já conhecido e o desconhecido pelos mesmos.
Contexto da problemática Processo científico-tecnológico e questões culturais, econômicas e sociais.
Fonte de suporte Artigo científico.
Formas de representações semióticas no enunciado Texto e representações estruturais (modelos moleculares de pau e bola).
Tipologia quanto ao grau de generalização Conteúdo objetual, com diversificação de objetos, onde alguns apresentam as características necessárias e suficientes, e outros a ausência de alguma(s) delas, além da presença de traços supérfluos.
Tratamento dado aos álcoois exemplificados em relação à forma da linguagem nessa etapa Representações bidimensionais (modelos moleculares) para o estudante realizar a atividade no plano prático, concreto, ou seja, de forma externa.

Problema

A produção de cachaça é um processo utilizado desde o período colonial e representa um importante segmento do setor industrial brasileiro de bebidas. O PIB do setor é de cerca de US\$ 500 milhões, decorrentes da produção de aproximadamente 1,4 bilhões de litros por ano. Esse processo envolve a fermentação alcoólica, a partir do sumo da cana-de-açúcar, no qual ocorre a formação de dois produtos principais: etanol e dióxido de carbono. No entanto, normalmente há a geração de pequenas quantidades de outros componentes, inclusive alguns bastante tóxicos. Abaixo, estão representadas as estruturas químicas de algumas substâncias, pertencentes a diferentes funções orgânicas, que são encontradas em cachaças: ácidos carboxílicos, ésteres, aldeídos e outros álcoois.

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

Os álcoois representados abaixo são encontrados em cachaças. Identifique-os e, depois, avalie aspectos positivos e negativos em torno da fabricação desse produto para a sociedade brasileira.

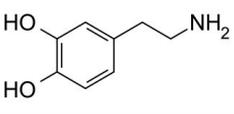
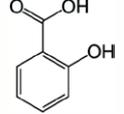
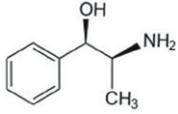
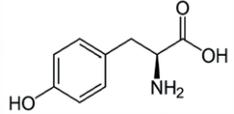


Fonte: os autores.

PROBLEMAS DAS ETAPAS DA LINGUAGEM NO PLANO VERBAL

Os problemas das etapas da linguagem verbal exigem resoluções com graus de detalhamento menos elevados e os recursos ilustrativos ganham nova dimensão. Eles procuram estabelecer uma correspondência entre o objeto concreto e o verbal (dado no problema), estimulando os estudantes a transitarem de uma forma à outra. Com base nas recomendações de Talízina (2009), para não se direcionarem às características materiais, os tipos de álcoois apresentados nas situações de ensino das etapas do plano da linguagem verbal receberam três tipos de tratamentos: i) não apresentam representações (desenhos); e/ou ii) efetivam-se como representações moleculares que não correspondem às condições das situações propostas; e/ou iii) correspondam a uma representação a ser elaborada nas condições da situação proposta. O quadro 4 traz um exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem verbal para os outros.

Quadro 4 – Exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem verbal para os outros no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.

PROBLEMA DA ETAPA DA LINGUAGEM NO PLANO VERBAL PARA OS OUTROS			
<p>Contradição presente na problemática Situações baseadas em fenômenos e processos reais, objetivos e observáveis, envolvendo álcoois, que aparentam ter uma causa diferente da verdadeira.</p> <p>Contexto da problemática Processo científico-tecnológico e episódio da história da química.</p> <p>Fonte de suporte Atividade experimental em vídeo.</p> <p>Formas de representações semióticas no enunciado Vídeo - imagem e áudio – e nomenclatura química.</p> <p>Tipologia quanto ao grau de generalização Lógica, com situações de pertinência, de não-pertinência e indeterminadas.</p> <p>Tratamento dado aos álcoois exemplificados em relação à forma da linguagem dessa etapa Substância que corresponde e outras que não correspondem às condições das situações propostas.</p>			
<p>Problema A comercialização do álcool aromático representado abaixo foi proibida no Brasil e no restante do mundo, desde 2000. A sua ingestão causou hemorragia cerebral fatal em alguns usuários. No Brasil, não foram registrados casos e a suspensão foi preventiva. Indique a representação estrutural dessa substância e discuta se houve exagero em suspender a sua comercialização em nosso País.</p>			
			
<p>Fármaco utilizado em remédios indicados para infarto agudo do miocárdio e choque anafilático.</p>	<p>Antimicrobiano utilizado em dermocosméticos no tratamento da acne.</p>	<p>Fármaco usado em remédios vendidos como descongestionantes, antialérgicos e emagrecedores.</p>	<p>Substância natural, comercializada como suplemento nutricional.</p>

Fonte: os autores.

Os problemas desenvolvidos para essas duas etapas estimulam que a linguagem seja utilizada na comunicação com as outras pessoas e, depois, individualmente, no plano interior, para o próprio estudante. Ao resolver um problema da linguagem para os outros, ele expressa os seus posicionamentos nos diálogos e, paulatinamente, vai deixando de necessitar do controle externo e vai aprendendo a se controlar, transitando do externo ao interno. Isso é reforçado nos problemas envolvendo a linguagem “para si”, ou seja, onde o estudante resolve a tarefa

silenciosamente, por conta própria, de modo muito detalhado e consciente das operações que realiza. Um exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem verbal para si é apresentado no quadro 5.

Quadro 5 – Exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem verbal “para si” no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.

PROBLEMA DA ETAPA DA LINGUAGEM NO PLANO VERBAL PARA SI						
Contradição presente na problemática						
Fenômenos e processos químicos envolvendo álcoois que acarretam consequências inesperadas para quem não conhece sua essência ou suas relações e nexos causais.						
Contexto da problemática						
Processo científico-tecnológico.						
Fonte de suporte						
Atividade experimental em vídeo.						
Formas de representações semióticas no enunciado						
Vídeo - imagem e áudio – e nomenclatura química.						
Tipologia quanto ao grau de generalização						
Lógica, com situações de pertinência, de não-pertinência e indeterminadas.						
Tratamento dado aos álcoois exemplificados em relação à forma da linguagem dessa etapa						
Substância que corresponde e outras que não correspondem às condições das situações propostas.						
Problema						
Um vídeo disponibilizado na internet mostra uma atividade experimental em que determinado volume de uma substância líquida, contendo fórmula molecular $C_4H_{10}O$, foi transferida para um balão de destilação e, em seguida, resfriada em um banho de gelo. Passados alguns minutos, a substância ficou sólida, com a aparência de cristais. Sabendo que essa substância é citada na tabela abaixo, identifique-a e desenhe uma representação estrutural para a mesma.						
Tabela - Resultados das medições das temperaturas de ebulição e de fusão de algumas substâncias com fórmula molecular $C_4H_{10}O$						
Propriedade	Álcool primário	Álcool secundário	Álcool secundário	Álcool terciário	Éter de cadeia normal	Éter de cadeia ramificada
T. F. (C)	-89	-114,7	-108	25	-116,3	-145,2
T. E. (C)	118	99	108	82	34,6	30,8

No mecanismo de formação psicológica do conceito, pretende-se que os problemas auxiliem o estudante a 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.

PROBLEMAS DA ETAPA DA LINGUAGEM NO PLANO MENTAL

Os problemas da última etapa do ciclo cognoscitivo estão voltados ao trabalho no plano intra-psicológico, no plano mental, e de modo independente, sem nenhum nível de ajuda. Nessa etapa, as ações da metodologia geral para a resolução dos problemas passam a se constituir como um feito do pensamento. Portanto, os problemas exigem processos de resoluções que exibam um ato do pensamento químico, decorrente de uma atividade automatizada e reduzida, realizada por fórmula (psicológica), na qual as palavras utilizadas pelo estudante nas suas explicações expressem o conceito de álcool. A ênfase desses problemas está na associação entre o conceito com o texto escrito. O quadro 6 traz um exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem mental.

Os tipos de problemas desenvolvidos para a etapa mental são semelhantes aos das etapas anteriores, porém mais complexos. Tanto o objeto da ação quanto a sua composição operacional passam a ter caráter de imagem. Com isso, o estudante pode resolver a atividade de forma independente, pois a ação se automatiza, transformando-se em fala interna. Em convergência com a proposta galperiana (GALPERIN, 2001/1965a; 1986/1965b), buscou-se que os problemas propiciassem o trabalho do estudante “de acordo com uma fórmula”, para ajudar a capacitá-lo a “ver diretamente” por trás de cada imagem formada na etapa da ação mental um objeto, no caso um álcool, mas agora como um conceito.

Quadro 6 – Exemplo de um problema desenvolvido para utilização na etapa do plano da linguagem no plano mental no processo de formação da habilidade de identificar álcoois.

PROBLEMA DA ETAPA DA LINGUAGEM NO PLANO MENTAL
Contradição presente na problemática Situação baseada em fenômenos e processos reais, objetivos e observáveis, envolvendo álcoois, que aparentam ter uma causa diferente da verdadeira.
Contexto da problemática Fenômenos naturais, processos científico-tecnológicos e/ou questões ambientais, culturais, econômicas, éticas, políticas e/ou sociais, inclusive com episódios da história da química
Formas de representações semióticas no enunciado Texto e nomenclatura.

Fonte de suporte

Atividade experimental em química.

Relação entre a tipologia e a qualidade da ação quanto ao grau de generalização

Tarefa psicológica - Situações que correlacionam, mediante o contraste, traços evidentes e conceituais.

Tratamento dado ao tipo de álcool apresentado no problema em relação à linguagem Correspondência com uma representação estrutural a ser elaborada nas condições da situação proposta.

Problema

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

Avalie se essa substância pode ser um álcool.

As resoluções dos problemas da etapa material/materializada combinam a forma materializada, sensório-perceptual, com a linguagem verbal. Uma estratégia recomendável para se efetivar essa articulação é o trabalho em duplas, orientando-se os estudantes a comunicarem as suas ideias enquanto realizam a atividade. Nessa dinâmica, com ou sem apoio no mapa da atividade, cada um deve alternar o papel de executar e de controlar as ações utilizadas na solução dos problemas. Nas etapas da linguagem no plano verbal, essa dinâmica também é indicada para a linguagem para os outros, por meio de diálogos; já na linguagem para si a estratégia é mais individual e os problemas têm outro significado, conforme apresentado anteriormente. Na etapa mental, o trabalho continua sendo individual.

O Sistema de Tarefas proposto traz diferentes problemas que buscam viabilizar a transformação da ação externa em ação interna, na qual conteúdo permanece o mesmo, mas a sua forma passa de material, para verbal e, por último, mental. Além disso, outras mudanças qualitativas da ação acompanham os diferentes ciclos dessa transformação. Por exemplo, o grau de generalização vai aumentando constantemente no processo de interiorização, enquanto a ação vai se realizando de maneira menos desdobrada, abreviando-se. Já a independência do estudante progride de uma ação compartilhada, isto é, com ajuda dos outros, até ser uma ação independente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estruturação teórica efetivada para a formação da habilidade de identificar álcoois permitiu desenvolver e utilizar uma diversidade de problemas para promover o domínio de um sistema de ações e operações apropriação em torno desse

importante conceito químico. Com isso, possibilita-se a concepção de um Sistema de Tarefas que não limita a formação de habilidades segundo o ciclo cognoscitivo proposto por Galperin a um processo algorítmico, linear e rígido, sem levar em conta a contextualização do mesmo. Os formatos dos problemas trazem uma concepção voltada a potencializar o desenvolvimento do pensamento teórico, o interesse cognoscitivo do estudante e o seu envolvimento e motivação pela atividade a ser realizada. Com isso, esses problemas carregam também a perspectiva de efetivarem-se diretamente como indutores da atividade. A vinculação do ensino por problemas às tarefas de assimilação de conceitos pela via da formação de habilidades também considera a importância e estimula o desenvolvimento de valores e atitudes que contribuem para o desenvolvimento da personalidade integral dos estudantes.

O Sistema de Tarefas desenvolvido foi proposto como uma das possibilidades de uma estratégia didática para o ensino-aprendizagem do conteúdo álcool. Ela reforça o papel do estudante como sujeito da aprendizagem. Ao mesmo tempo não descarta a participação do professor, pelo contrário. Nesse tipo de proposta, o caráter mediador, planejador, orientador avaliador tem igual importância e é de suma importância para o êxito da atividade. Adicionalmente, dentro das limitações que carrega, a proposta aqui apresentada também pode ser adequada para outros conceitos e habilidades, adaptando-se a outras propostas, inclusive direcionadas a outras disciplinas.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A. Consideraciones acerca del estatuto epistemológico de la didáctica específica de las ciencias naturales. *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 9, 17, 49-52, 2000.

ÁLVAREZ DE ZAYAS, C.M. **La escuela en la vida**. Didáctica. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1999.

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.

CORONA MARTÍNEZ, L.A.; FONSECA HERNÁNDEZ, Aspectos didácticos acerca de las habilidades como contenido de aprendizaje, *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos*, 7, 3, 38-43, 2009.

DAVIDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**: investigación psicológica teórica y experimental. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

ELKONIN, D. B. Las cuestiones psicológicas relativas a la formación de la actividad docente en la edad escolar menor. In: ILIASOV, I. I. y LIAUDIS V. Ya. **Antología de la psicología pedagógica y de las edades**. La Habana, Pueblo y Educación, 1986, p. 99-101.

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

GUANCHE MARTÍNEZ A. Enseñar las Ciencias Naturales por enseñanza problémica: una solución eficaz. **Desafío escolar**. 1997.

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

MAJMUTOV, M.I. **La enseñanza problémica**. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; 1983.

MESTRE GÓMEZ, U.; FUENTES GONZÁLEZ, H. Propuesta didáctica centrada en la resolución de problemas para el proceso docente de las ciencias básicas. *Revista Didasc@lia*: D&E. 1, 39-48, 2010.

MARCELINO-JR, C.A.C. A interdisciplinaridade nas questões do ENEM 2009. In: NÚÑEZ, I.B.; RAMALHO, B.M. (Org.) **Aprendendo com o ENEM**: reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das ciências naturais e da matemática.

NÚÑEZ, I. B.; PACHECO O. G. Formación de la habilidad de explicar propiedades de las sustancias. *Química Nova*, 19, 5, 675-680, 1996.

PETROVSKI, A.V. **Psicología evolutiva y pedagógica**. Moscú. Editorial Progreso, 1980.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev, Galperin**. Formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Líber Livro, 2009.

NÚÑEZ, I.B.; RAMALHO, Betania Leite. A formação continuada dos professores que ensinam ciências naturais: pressupostos e estratégias. In: JÓFILI, Z.; ALMEIDA, A. V. (Org.). **Ensino de Biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam**. Recife: Editora da UFRPE, 2009.

RAUPP, D.; SERRANO A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4, 1, 65-78, 2009.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13, 257-274, 2008.

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

ZOLLER, U.; PUSHKIN, D. Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course, *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 2, 153-17, 2007.

WU, H.-K.; SHAH, P. *Exploring visuospatial thinking in chemistry learning*. *Science Education*, 88, 465-492, 2004.