

DETECÇÃO DOS ESQUEMAS DE AÇÃO NA PERSPECTIVA DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS RELATIVOS À REPRESENTAÇÃO QUÍMICA EM ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR.

DETECTION OF ACTION SCHEMES IN THE PERSPECTIVE OF THE THEORY OF CONCEPTUAL FIELDS RELATED TO CHEMICAL REPRESENTATION ON UNGRADUATED STUDENTS.

Marco Antonio Bueno Filho ¹
Carmen Fernandez ², Liliana Marzorati ³

Instituto de Química – Departamento de Química Fundamental – Universidade de São Paulo,
¹mabfilho@iq.usp.br, ²carmen@iq.usp.br, ³lmarzora@iq.usp.br

Resumo

Historicamente, tópicos de estereoquímica em cursos de química orgânica básica têm sido apontados como fonte de dificuldades, uma vez que demandam a visualização e manipulação mental inequívoca de estruturas moleculares no espaço. Efetuamos uma investigação exploratória nos termos da Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud a fim de detectar os esquemas de ação relativos à aprendizagem de conceitos de natureza estereoquímica. Para tanto, foi proposto que alunos de graduação dos cursos de Farmácia e Bioquímica, de Engenharia e de Química respondessem a situações que envolviam conhecimento de natureza estereoquímica. Os registros em vídeo foram analisados considerando o tipo de argumentação e os recursos gestuais utilizados pelos alunos.

Palavras-chave: campos conceituais, química orgânica, estereoquímica.

Abstract

Historically, stereochemistry subjects in basic organic chemistry courses have been pointed out as a difficulty source, once they demand mental visualization and manipulation of molecular structures in space. We did an exploratory inquiry on the terms in Gerard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields to detect the action schemes related to learning of stereochemistry-related concepts. In order to do this, we asked graduation students to respond to situations that required stereochemistry-related knowledge. Video data was analyzed regarding the type of argumentation and gestual resources utilized by students.

Keywords: conceptual fields, organic chemistry, stereochemistry.

INTRODUÇÃO

A gênese do presente trabalho foi constituída a partir do contato com alunos de graduação que, não raro, apresentavam dificuldades em relação a tópicos recorrentes da química orgânica, sobretudo aos que requeriam alguma operação ou percepção espacial. Tal fato, como passaremos a apresentar, não se trata de um fenômeno restrito ao alunado de ensino superior brasileiro.

De fato, conforme ressaltaram Baker et. al. (1998), historicamente, tópicos de estereoquímica em cursos de química orgânica básica têm sido frequentemente apontados como

fonte de dificuldades, uma vez que requerem a visualização e manipulação mental inequívoca de estruturas moleculares no espaço, seja na conversão entre diferentes formas de representação estrutural como também no relacionar a reatividade e a estereoquímica de espécies orgânicas.

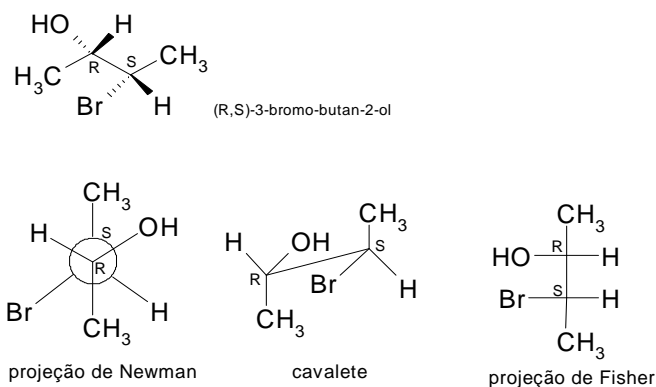


Figura 1: O (R,S)-3-bromo-butane-2-ol e suas possíveis representações

Estes processos de manipulação estrutural, não raro, envolvem operações formais de rotação, reflexão e comparação entre estruturas moleculares além da correta atribuição de representações escritas às representações mentais. O caminho inverso também é trilhado por professores e alunos quando, a partir de uma representação escrita, atribuem volume às espécies moleculares e sobre elas operaram formalmente buscando, sob um repertório conceitual, por exemplo, prever o comportamento de uma dada mistura isomérica ou a reatividade de compostos orgânicos. Estas habilidades figuram nas ementas dos cursos de Química Orgânica na forma de tópicos que requerem conhecimentos estereoquímicos seja na previsão das propriedades físico-químicas de uma mistura de estereoisômeros ou como ferramental necessário em discussões que envolvem a correlação entre estrutura e reatividade. Neste sentido, julgamos que a correta compreensão estrutural e suas implicações conceituais aliada à habilidade em operar entes em um plano mental, sejam componentes de fundamental importância aos esquemas de ação utilizados por alunos nestas disciplinas. Assim, efetuamos uma investigação exploratória nos termos da Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud a fim de detectar os esquemas de ação relativos à aprendizagem de conceitos de natureza estereoquímica.

ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: A INTERAÇÃO ENTRE SUJEITO E SITUAÇÃO

Na última década temos assistido a um incremento considerável de pesquisas sobre as representações mentais dos estudantes. (...) os anos 1990 podem ser caracterizados pela utilização das contribuições da Psicologia Cognitiva, em particular em relação às relações internas dos estudantes. Esse interesse decorre da necessidade de entender os processos que subjazem à cognição, a fim de poder elaborar estratégias instrucionais mais eficientes. Greca e Moreira (2002)

Na perspectiva das contribuições da Psicologia Cognitiva à pesquisa em ensino colocada por Greca e Moreira é que se enquadram os trabalhos de Gérard Vergnaud, sobretudo no que tange os processos das operações lógicas gerais, das estruturas gerais do pensamento, para o estudo do funcionamento cognitivo do “sujeito-em-situação”, Moreira (2002). Neste sentido, Vergnaud considera que a dificuldade de estudantes resolverem problemas encontra-se vinculada não ao tipo de operação que um determinado problema requer e sim às operações do pensamento que os estudantes devem fazer para estabelecer relações pertinentes entre os dados do problema.

Estas operações do pensamento seriam, então, guiadas por hipóteses, comparações, metáforas diretamente vinculadas ao conjunto de conceitos envolvidos na resolução de um dado problema. A partir desta premissa, estabelecem-se os campos conceituais, definidos como grandes conjuntos informais e heterogêneos de situações e problemas cuja análise e tratamento requer diversas classes de conceitos, procedimentos e representações simbólicas que se conectam umas com outras, Vergnaud (1990). Por envolver habilidades complexas, o desenvolvimento cognitivo em um determinado campo conceitual pode exigir tempo. De nada serve tentar contornar as dificuldades conceituais; elas são superadas na medida que são encontradas e enfrentadas, mas isso não ocorre de um só golpe, Moreira (2002). Admite-se, portanto, que o conhecimento inicia com validade restrita e emerge progressivamente da interação do sujeito com diversas situações e problemas.

Surge outro conceito de fundamental importância na teoria dos campos conceituais: o de situação. Vergnaud (1990) define situação como uma tarefa, sendo que uma situação complexa poderia ser analisada como uma combinação de tarefas. As situações não só dão significado aos conceitos como também demandam resposta cognitiva do sujeito conforme o contexto de cada uma. Greca e Moreira (2002) ressaltam o duplo papel da interação entre sujeito e situação.

Por um lado, a partir do confronto com as situações e do domínio que progressivamente alcança sobre elas que o sujeito molda os campos conceituais que constituem seu conhecimento. Por outro, ainda que o domínio das situações molde o conhecimento que o estudante alcança, o sentido atribuído pelo sujeito não está na situação em si mesma, senão que decorre de uma relação entre a situação e a representação que dela faça o sujeito.

Justamente, o vínculo estabelecido entre o sujeito e a situação demanda determinadas formas de conduta guiadas por estas representações internas. Estas formas de conduta constituem os esquemas de ação, onde devem ser pesquisados os conceitos-em-ação dos alunos, ou seja os elementos cognitivos que fazem com que a ação seja operatória, Greca e Moreira (2002). Assim, seja no âmbito da sala de aula quanto no da pesquisa em ensino, o papel do professor ou do pesquisador seria o de identificar os conhecimentos implícitos dos seus alunos por diagnósticos, identificando os processos usados na resolução de problemas. Além disso, considerando que a educação deve contribuir para que o sujeito desenvolva um vasto repertório de esquemas, deseje-se, também, torná-los explícitos por meio de diversas representações simbólicas, por meio de situações.

HIPÓTESES DE ESTUDO E OBJETIVOS

À luz das considerações anteriores, situamos o conjunto de conhecimentos de natureza estereoquímica como um campo conceitual cujo domínio depende do desenvolvimento de habilidades complexas, interdependentes e entrelaçadas durante o processo de aquisição. Fariam parte do repertório dos conceitos-em-ação a compreensão estrutural e suas implicações conceituais aliadas à habilidade em operar entes em um plano mental. Um desdobramento desta hipótese inicial, também por nós investigado, reside na generalidade dos esquemas de ação utilizados por alunos de graduação ao resolver problemas deste tipo. Haveria esquemas gerais, independentes da natureza do curso de graduação e do semestre por eles cursados. Posto isto, focalizamos nossos esforços em:

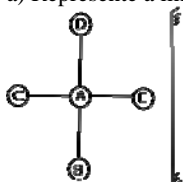
1. identificar por meio de situações-problema os esquemas de ação relativos à representação estrutural.

2. confrontar os esquemas dos alunos com a natureza do curso e a aprovação em disciplinas de química orgânica.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

Inicialmente, investigamos 23 alunos ingressantes matriculados em disciplinas introdutórias de química orgânica dos cursos de Farmácia e Bioquímica (1º. Semestre, noturno) e de Engenharia (2º. Semestre, diurno). Paralelamente, foi oferecida uma seqüência de atividades que envolviam conhecimentos de natureza estereoquímica na forma de um minicurso destinado a alunos o curso de Química dos períodos diurno e noturno, independentemente do semestre em que estivessem matriculados. Ao todo ocorrem 4 oferecimentos do minicurso em diferentes datas, totalizando 14 inscitos voluntariamente. Em ambos grupos, os alunos foram convidados a explicar seus pensamentos frente a uma questão que envolvia a reflexão de um ente planar, por nós denominada de situação A.

a) Represente a imagem que você veria no espelho:



b) Seria possível sobrepor o que você desenhou ao que você veria no espelho?

c) Explique o seu pensamento.

d) Mostre o que você pensou usando modelos.

Figura 2: Situação A – o problema da reflexão

Nesta atividade foi solicitado que, após desenharem o que seria a representação da imagem especular, respondessem se seria possível sobrepor a representação por eles desenhada à primeira figura. Finalmente, deveriam explicar o pensamento sem e com o auxílio de modelos físicos.

Estes episódios foram registrados em vídeo e, posteriormente, analisados tanto em termos das justificativas dadas pelos alunos quanto em relação ao uso de recursos gestuais. No que tange especificamente à análise dos aspectos gestuais, nos apoiamos no trabalho de Capecchi (2004). Neste, a autora analisa, em seqüências de ensino registradas em vídeo, aspectos verbais e gestuais, relativos a uma atividade de conhecimento físico, argumentando que além da linguagem verbal outros modos medeiam a construção de conhecimentos em sala de aula.

Em consonância, McNeill (1992) foca seu estudo na especialização dos modos de comunicação. Propõe que o gesto e a fala são produtos de um só processo de formação de enunciado, que é simultaneamente imaginário e verbal. Sendo o gesto uma manifestação de aspectos do imaginário de nossa atividade cognitiva, a sua análise pode informar sobre o modo como as idéias se encontram estruturadas em um nível conceitual, isto é, sobre o modo como organizamos e damos estrutura às informações que apreendemos do mundo exterior. Assim, o gesto codifica informações importantes sobre as características conceituais que estão na base de uma compreensão do mundo e que nem sempre se manifestam verbalmente (McNeill, op. cit.). Este autor considerou os seguintes tipos de gestos:

Tabela 1: Classificação dos recursos gestuais, segundo McNeill (1992)

Recurso gestual	Características
icônico	Representa atributos concretos entre objetos, mantendo uma relação formal com o conteúdo semântico da fala. É um símbolo que exhibe significado de objetos e de ações. Coexiste com as palavras, mas é qualitativamente diferente no que diz respeito à expressão do espaço, movimento e forma. De grande importância no gesto icônico é a sua característica cinética, ou seja, o modo como se apresentam os dedos, as palmas das mãos, etc. Em outras palavras, o gesto icônico dá indicações sobre qualidades de objetos como a forma, o tamanho e a massa. Também em narrativas orais os gestos icônicos mostram a posição do falante num determinado lugar, mesmo sob o ponto de vista fictício – ele pode ser o ator ou o observador. Eles dão indicações sobre qualidades de objetos como a forma, o tamanho ou outras características físicas.
metafórico	É o reflexo de uma abstração. O conteúdo é uma idéia abstrata, mais do que um objeto concreto, um evento ou um lugar. A semelhança da metáfora cria uma correlação entre idéias abstratas e objetos do concreto. A diferença entre o gesto icônico e o metafórico reside no fato de a homologia criada pelo gesto icônico ser do mundo real, e a criada pelo gesto metafórico ser do mundo mental.
batuta	Caracterizado por percursos curtos em movimentos rápidos e polarizados. O seu valor semântico reside em indexar a palavra ou frase que acompanham como sendo significativa pelo seu conteúdo pragmático. Os gestos tipo batuta são muito usados na retórica para enfatizar partes do discurso.
dêitico	Tem a função de indicar objetos e eventos do mundo concreto ou fictício. São tipicamente realizados pela mão, com o dedo indicador esticado, embora também possam ser efetuados por qualquer outra parte do corpo (cabeça, nariz, queixo) ou objeto (lápiz, ponteiros, etc.). O gesto de apontar é direcional. Quando se aponta, não só se cria uma meta, mas também uma origem.

Posteriormente, os dados obtidos a partir dos registros em vídeo foram confrontados com a resolução de uma questão de conhecimento estereoquímico onde os alunos deveriam prever e representar o número de estereoisômeros a partir de uma representação e explicar o processo que os levaram à resposta.

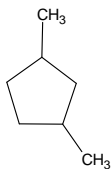
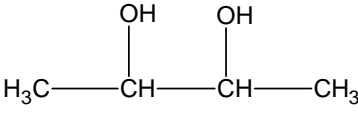
<u>SITUAÇÃO B1</u>	<u>SITUAÇÃO B2</u>
<p>Considere o 1,3-dimetilciclopentano, cuja fórmula estrutural plana é a seguinte:</p>  <p>a) Diga quantos estereoisômeros possíveis há para este cicloalcano e mostre as suas fórmulas estruturais utilizando linhas cheias e tracejadas. b) Analise as representações estruturais do ítem a) e diga quais representam um par enantiomérico e um par diastereomérico.</p>	<p>Considerando o composto cuja fórmula estrutural plana é dada a seguir, diga quantos estereoisômeros possíveis existem e mostre as fórmulas estruturais utilizando linhas cheias e tracejadas.</p> 

Figura 3: Situações B1 e B2 – prevendo o número de estereoisômeros a partir de uma representação planar

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos episódios registrados em vídeo relativo ao problema da reflexão sugere que os alunos têm concepções de natureza semiótica próprias em relação à representação molecular. De fato, encontramos 3 grupos distintos, classificados de acordo com a natureza da argumentação.

Tabela 2: Alunos distribuídos em grupos de acordo com a resposta dada ao problema da reflexão

Alunos / Frequência	Argumentação	Sobrepõe a figura inicial e a representação da imagem especular
Grupo A 57%	Consideram que uma representação planar pode sofrer uma rotação fora do plano que a contém	Sim
Grupo B 27%	Consideram somente a transposição estática de uma representação planar	Não
Grupo C 16%	Mista. Marcada por conflito cognitivo ao se deparar com modelos concretos.	Sim

Considere as transcrições, por nós selecionadas, das falas e dos gestos utilizados por alguns alunos relativos aos grupos A e B:

P: é possível sobrepor a figura que você desenhou à primeira?

A1: se elas forem planas sim...

P: de que jeito...

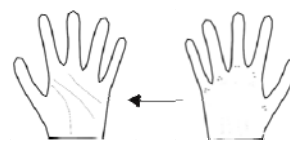
A1: se estes cinco (1) estiverem chapados...

(1) aponta para o objeto (*gesto dêitico*)

P: o que você pensou para me dizer que sim...

A1: na inversão (2)...

(2) movimenta a mão do desenho por ele elaborado à imagem inicial. (*gesto metafórico, em destaque*)



Aluno A1- Engenharia, representante do grupo A

* * *

P: é possível sobrepor a figura que você desenhou à primeira...

A2: não é... eu acho que não...

P: explique o seu pensamento...

A3: se eu pegar essa molécula (3) e sobrepor sobre aquela (4), as letras vão ficar contrárias...(5) Só essa coluna aqui (6) vai ficar sobreposta, as outras não... (7)

(3) Aponta para o desenho inicial; (4) Aponta para a representação por ele elaborada; (5) Aponta para o eixo horizontal; (6) Aponta para o eixo vertical; (7) Aponta para o eixo horizontal. (3 a 7, gestos dêiticos. Nas evocações 5, 6 e 7, o aluno se refere ao desenho por ele elaborado)

P: se fossem moléculas, elas seriam a mesma substância?

A2: eu acredito que sim, elas seriam a mesma substância...

P: por quê?

A2: eu acho que quando uma molécula está num fluido ela gira (8) e forma a mesma substância. Só seriam diferente... Eu acho que elas são as mesmas porque têm a mesma ligação com o átomo central (9) ...

(8) movimenta as mãos em sentidos alternados (*gesto metafórico, em destaque*)



(9). Aponta para o desenho por ele elaborado (*gesto dêitico*)

P: você me falou que as figuras não sobrepunham...

A2: elas não sobrepunham como figuras, mas como moléculas, eu acho que elas têm um eixo de rotação (10) e ficam iguais...

(10) movimenta as mãos em sentidos alternados (*gesto metafórico, em destaque*)



Aluno A2 – Farmácia e Bioquímica, representante do grupo A

* * *

P: é possível sobrepô-las...

A3: não... são como as mãos... (11) as imagens não são sobreponíveis... são como as mãos... são antípodas... se colocar assim... são como imagens no espelho... são antípodas ópticas...

(11) sobrepõe uma mão à outra (*gesto icônico, em destaque*)



P: se fossem moléculas... seriam a mesma substância ou substâncias diferentes...

A3: Substâncias diferentes... com propriedades diferentes...

Aluno A3 – Farmácia e Bioquímica, representante do grupo B

* * *

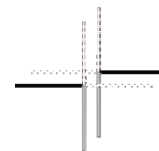
Inicialmente gostaríamos de ressaltar o uso freqüente de recursos gestuais, sobretudo pelos alunos do grupo A, ao interagirem com o problema da reflexão. Seriam não só a extensão do imaginário elaborado por aqueles alunos, na acepção de McNeill (1992), como também, a palavra que falta à explicação. Entretanto, há diferenças significativas nos conceitos-em-ação utilizados pelos alunos dos grupos A e B. Embora ambos considerem a figura inicial e a por eles produzida como um ente planar, os do primeiro grupo, tendem a operar por um procedimento hipotético-dedutivo. Partem da premissa que ao ente planar inicial possa se atribuir volume. Demonstram este pensamento ao recorrem a gestos metafóricos com os quais indicam operações fora do plano ou, até, aspectos cinéticos de compostos em solução como no caso do aluno A2. Comparação entre estado final e inicial e diferenciação entre compostos mediante a estrutura molecular espacial também constituem outros conceitos-em-ação utilizados por alunos deste grupo.

Os representantes do segundo grupo, nem sempre formulam hipóteses e as testam. Freqüentemente recorrem a conhecimentos escolares prévios como o de antípodas ópticas ou ainda traçam analogias com entes concretos, mãos na maioria dos casos. Trata-se do caso do aluno A3 que elaborou sua resposta sem uma análise estrutural mais elaborada. Outros, em contraste, chegam a efetuar comparações entre estado final e inicial, tendo como hipótese a planaridade dos entes contidos no quadro. Porém, não operam espacialmente sobre as representações escritas uma vez que a elas não é atribuído volume, fato evidenciado pela ausência de recursos gestuais metafóricos. Outra característica dos alunos que pertencem a este grupo é que, mesmo de posse de modelos concretos, continuam a repetir suas explicações iniciais. Como exemplo, segue a transcrição oral e gestual do aluno A3 na seqüência em que foi pedido que explicasse novamente o seu pensamento, agora com o auxílio de modelos concretos:

P: dentro da sacola há modelos... você poderia explicar o que você pensou usando os modelos...

A3: dependendo da substância... isômeros ópticos... (12) desviaria a luz em direções diferentes... para a esquerda ou para a direita... dextrógiro ou levógiro...

(12) aproxima os modelos sem girar (*gesto icônico*)



P: você poderia mostrar com o modelo a posição...

A3: (12)

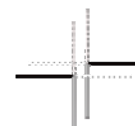
(12) segurando um modelo em cada mão, posiciona-os sobre as representações desenhadas no quadro (*gesto dêitico*)



P: é possível sobrepor...

A3: não... (13)

(13) Aproxima os modelos frente a frente sem girar (*gesto icônico*)



P: são moléculas diferentes...

A3: são...

Aluno A3 – Farmácia e Bioquímica, representante do grupo B

* * *

Finalmente, o terceiro grupo se comporta de modo similar aos alunos do grupo B. Não só recorrem com frequência aos conhecimentos escolares prévios sem efetuar uma análise mais profunda da situação a que foram instados a responder como também parecem não operar espacialmente sobre as representações escritas. Entretanto, ao se depararem com os modelos concretos, entram em conflito mudando de resposta. Passam, então, a considerar que aqueles entes representados no plano do quadro poderiam ser passíveis de sobreposição.

No que tange a abrangência destes três esquemas gerais de ação, encontramos as seguintes distribuições em relação à natureza do curso de graduação e à aprovação em disciplinas de química orgânica:

Tabela 3: Distribuição dos esquemas de ação em relação à origem dos alunos

Grupo	Farmácia e Bioquímica	Engenharia	Química
A	66,7 %	75,0 %	35,7 %
B	20,0 %	12,5 %	42,9 %
C	13,3 %	12,5 %	21,4 %
Total de alunos por curso	15	8	14

Tabela 4: Distribuição dos esquemas de ação dos alunos do curso de Química em relação às disciplinas de química orgânica ^a

Grupo	Não cursaram	Cursaram apenas a disciplina introdutória	Reprovaram alguma das disciplinas	Concluíram todas
A	2		1	2
B	1	3	1	1
C	1		2	

^a – relativo aos 14 inscritos no minicurso que versava sobre conhecimentos estereoquímicos.

Com base nos dados contidos nas tabelas 3 e 4, acreditamos que os esquemas de ação identificados possuem um caráter geral. De fato, há representantes das três categorias de esquemas em todos os cursos de graduação analisados muito embora, a frequência com que ocorram não pareça ser constante. Em contraste com os alunos dos outros cursos, os de Química lançaram utilizaram com maior frequência conceitos-em-ação de natureza algorítmica ou que levava ao entendimento da representação planar apenas enquanto figura, sem a ela atribuir volume, mesmo dentre aqueles que já haviam cursado a disciplina de química orgânica introdutória.

Por outro lado, atribuir volume a representações planares e sobre elas operar, não garante o sucesso em questões de conhecimento estereoquímico. Ao confrontar as categorias de esquemas com as respostas dadas pelos alunos à situação B1, poucos foram aqueles que encontraram corretamente três estereoisômeros.

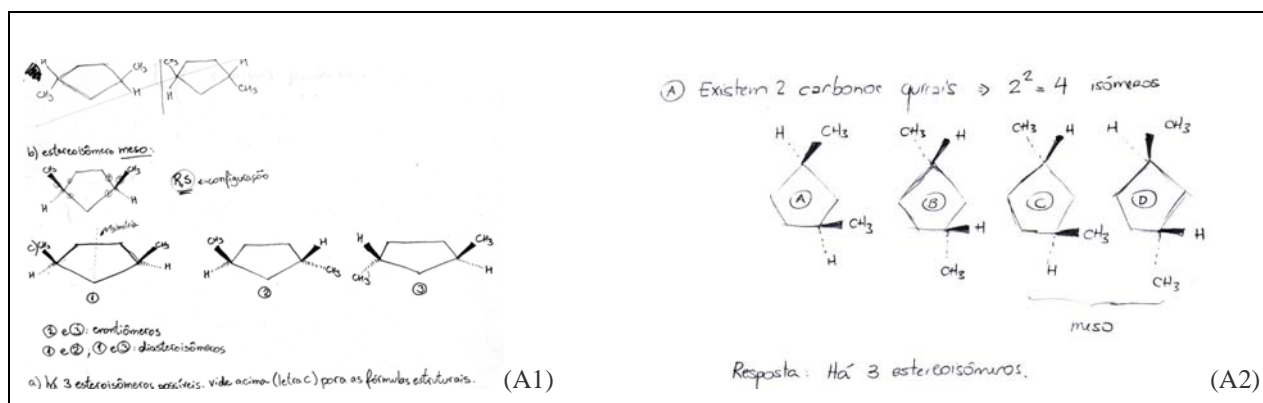


Figura 4: Resposta dada pelos alunos A1 e A2 (grupo A) à situação B1

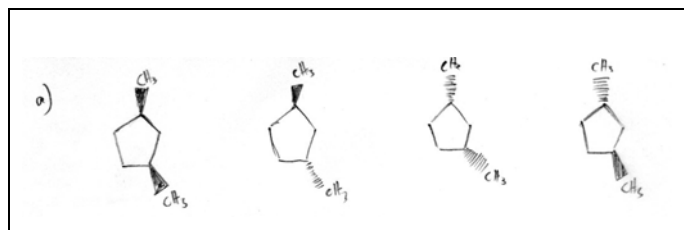


Figura 5: Resposta dada pelos aluno A4 – grupo A

O aluno A1, ao encontrar corretamente o número de estereoisômeros para o cicloalcano pedido justificou usando conceitos-em-ação semelhantes àqueles por ele utilizados no problema da reflexão, quais sejam atribuição de volume e comparação estrutural. Em contraste, muito embora A2 e A4, cuja transcrição da situação A foi omitida, sejam classificados no mesmo grupo de esquemas que A1, encontraram respostas discrepantes. Enquanto A2 erra por motivos conceituais ao identificar incorretamente o estereoisômero meso, A4 opta por um procedimento algorítmico. Em entrevista, relatou ter efetuado todas as combinações possíveis além de não saber o que significavam relações enantioméricas e diastereoméricas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Atribuir volume, efetuar comparações e verificar a identidade de compostos mediante a análise estrutural são conceitos-em-ação importantes à resolução de situações que envolvam conhecimentos de natureza estereoquímica. Apenas os alunos que já na situação A empregavam estes conhecimentos chegaram a resposta correta para os estereoisômeros do cicloalcano da situação B1, conforme é mostrado na tabela 5.

Tabela 5: Desempenho individual do grupo de 19 alunos dos cursos de Engenharia e de Farmácia e Bioquímica frente à situação B1

Grupo	Encontram o número correto de estereoisômeros
A	31%
B	0
C	0

Contudo, a transferência de determinados esquemas recorridos em uma dada situação depende da representação interna que dela faça o sujeito. Nada garante que todos julguem que refletir uma estrutura planar e efetuar operações um plano imaginário possua o mesmo grau de similaridade em encontrar o número correto de estereoisômeros a partir de uma representação planar. Se por um lado demandam conceitos-em-ação muito semelhantes, por outro, o problema da reflexão traz implícito um procedimento de comparação que não há na situação B1 – *É possível sobrepor o que você desenhou à primeira figura?*

Outro aspecto que gostaríamos de ressaltar está ligado aos futuros desdobramentos de nossos estudos. Ao ministrar o minicurso que versava sobre situações em que o conhecimento estereoquímico se fazia necessário, planejamos quatro unidades didáticas que levavam os alunos a confrontarem e a reconstruírem suas respostas. Durante o processo a seqüência final de atividades era situação B2 → confronto e reelaboração → situação B1, mesmo alunos do grupo B passaram a efetuar comparações e a encontrar o número correto de estereoisômeros. A figura 6 mostra o registro elaborado por um aluno do curso de Química, participante do minicurso.

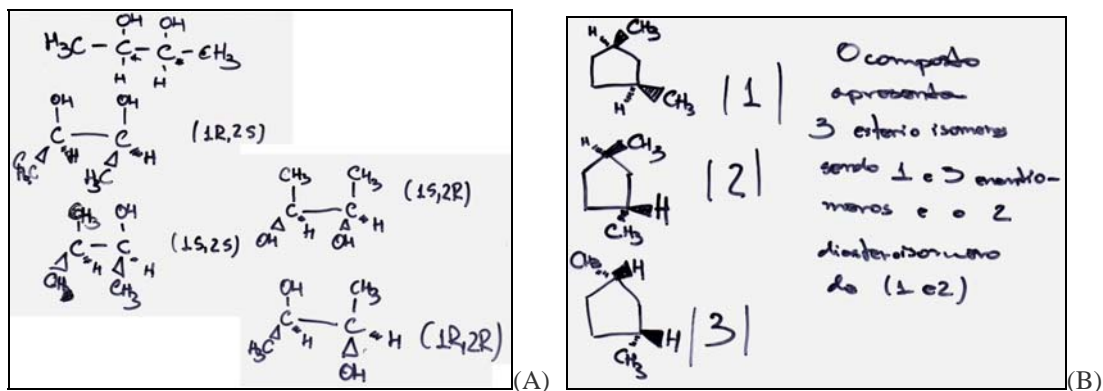


Figura 6: Resposta dada pelo aluno A5 – grupo B

Pretendemos, portanto, investigar os esquemas de ação envolvidos em uma seqüência de atividades de conhecimento stereoquímico bem como os fatores que levariam os alunos a aplicarem esquemas por eles construídos em novas situações.

REFERÊNCIAS

Baker, R. W.; George, A.V. e Harding, M. M., Models and Molecules – A Workshop on Stereoisomers. *J. Chem. Educ.* v. 75 (7), pp. 853-855, **1998**.

Greca, I. M.; Moreira, M. A., Além da detecção de modelos mentais dos estudantes uma proposta representacional integradora. *Investigações em ensino de ciências.* v.7 (1), **2002**.

Moreira, M. A., A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em ensino de ciências.* v.7 (1), **2002**

Vergnaud, G., La théorie de champs conceptuels. *Reserches em Didactique dès Mathématiques,* v.10 (23), pp. 133-170, **1990**.

Capecchi, M.C.V.M., *Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física*, pp. 44 e 45, Tese de doutorado, Faculdade de Educação – USP, São Paulo, **2004**.

McNeill, D., *Hand and mind.* 1^a. ed. Chicago, **1992**