UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

**Análise da manifestação de elementos de
metavisualização na aprendizagem de
Química.**

Solange Wagner Locatelli

SÃO PAULO

2011

SOLANGE WAGNER LOCATELLI

**Análise da manifestação de elementos de
metavisualização na aprendizagem de
Química.**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências,
como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Ciências.**

Área de concentração: Química

Orientador: Professor Doutor Agnaldo Arroio

SÃO PAULO

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Locatelli, Solange Wagner

Análise da manifestação de elementos de
metavisualização na aprendizagem de Química. – São
Paulo, 2011.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de
Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Ensino; 2. Química; 3. Metacognição;
4. Visualização

USP/IF/SBI-036/2011

SÃO PAULO

2011

FOLHA DE APROVAÇÃO

Solange Wagner Locatelli

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Química

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Agnaldo Arroio_____

Instituição: FEUSP_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____

Instituição:_____ Assinatura:_____

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por tudo.

São muitas pessoas que de certa forma colaboraram, ajudaram direta ou indiretamente na elaboração e conclusão deste trabalho, de família a colegas de pós-graduação, professores e colegas de trabalho.

Em especial agradecimento à minha família, meu pai Tito (in memorian) e à minha querida mãe Magdalena pela educação maravilhosa e carinho recebido. Aos meus irmãos e amigos Claudio Locatelli e Sergio Locatelli, inclusive pelo apoio e contribuições ao trabalho. Ao meu querido marido Adilson Pinha, pela compreensão e apoio nesses difíceis e importantes momentos. À minha pequena filha Julia, grande motivação e amor da minha vida.

Colegas de pós-graduação pelas valiosas contribuições: do grupo antigo, Bruno Valle, Camila Cicuto e Jerson Romano e os do grupo atual, Celeste Ferreira, Claudia Ayres, Dirceu Dias, Glades Serra entre tantos outros, muito obrigada.

Ao meu orientador Agnaldo Arroio, pelo acolhimento, pela paciência e atenção dada, sua orientação preciosa, precisa e fundamental. Alguns professores que contribuíram positivamente nesse trabalho: Guilherme Marson e Liliana Marzoratti pelas riquíssimas contribuições no Exame de Qualificação, e ainda aos professores Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Paulo Alves Porto, Paulo Rogério Miranda Correia e Raquel do Carmo, entre muitos outros.

Aos meus queridos alunos do 2.o ano de 2010 que tornaram possível essa pesquisa com seus trabalhos de metacognição.

A todos (foram muitos) que de uma forma ou outra tenham contribuído neste trabalho, meu muito obrigado.

Resumo:

LOCATELLI, S. W. **Análise da manifestação de elementos de metavisualização na aprendizagem de Química**. 2011.155f. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

O estudo em questão é uma pesquisa de caráter qualitativo, em que se procurou analisar elementos de metavisualização manifestados por oito estudantes de uma turma de 2.o ano do Ensino Médio de um colégio particular em Cotia-SP, durante a realização de uma atividade de construção do conceito de isomeria geométrica. Com relação à ciência Química, ela pode ser compreendida através de três níveis representacionais que são o microscópico, macroscópico e simbólico, que aparecem na forma de modelos e expressos publicamente de variadas maneiras, entre elas de visualizações. Dessa forma, a compreensão das visualizações é requerida para que o aluno compreenda determinado assunto e, neste sentido, torna-se fundamental que ele se torne metacognitivo com relação às habilidades visuais de decodificação de imagens, ou seja, é necessário pensar sobre as visualizações, o que chamamos nesse trabalho de habilidade metavisual. Ao se tornar metacognitivo haverá a possibilidade de monitoramento e regulação da aprendizagem. Para esse estudo, os alunos em duplas realizaram a atividade (1) com desenhos, com o objetivo de verificar se eles conseguiam distinguir espacialmente moléculas iguais e moléculas diferentes para a construção do conceito inicial de isomeria geométrica. Assim, eles entregaram os desenhos, as transcrições e a gravação contendo a elaboração da atividade (1), utilizando-se a técnica do *think aloud*, que significa falar em voz alta os seus pensamentos. Na sequência, realizaram a atividade (2) com modelos 3D, para verificar se havia indícios de habilidades visuais nesses alunos, sendo que essa foi filmada e transcrita pela própria pesquisadora. Por fim, complementando-se a coleta de dados com algumas entrevistas individuais. Para análise dos indícios da manifestação da metavisualização, os incidentes metavisuais, primeiramente foi criada uma categoria binária (sim ou não) para identificar esses indícios de pensamento metavisual na atividade (1). Esses incidentes metavisuais assim categorizados ainda foram classificados em incidentes de confirmação, de monitoramento e de mudança de opinião, com o propósito de se verificar em que medida eles interferiam no processo de elaboração da atividade (1) pelos alunos. Com a análise dos resultados, pode-se observar que houve indícios de manifestação de

metavisualização em todos os grupos, mas com diferentes incidências e que a natureza predominante desses incidentes foi de monitoramento (50%). Além disso, alguns fatores possivelmente envolvidos foram identificados e analisados: ideias prévias, concepções alternativas, natureza da atividade, motivação, presença de um mediador, compreensão dos procedimentos, conhecimento das convenções e conceitos, trabalho colaborativo e habilidades visuais. Quanto a esse último aspecto, os resultados permitem sugerir a existência de uma estreita relação entre esse fator e a incidência metavisual. Assim, o desenvolvimento, as facilidades e dificuldades de cada grupo aconteceram de formas diferentes, justamente pelo caráter multifatorial, alguns atuando de forma positiva ou negativa. Finalizando, ressalta-se aqui, que ainda há poucos estudos sobre metacognição e especialmente sobre metavisualização no ensino de Química e assim, reafirma-se a grande importância de investimentos nessa área do conhecimento.

Palavras-chave: ensino de química, metacognição, habilidades visuais, metavisualização.

Abstract:

LOCATELLI, S. W. **Analysis of the manifestation of metavisualization elements in learning Chemistry**. 2011.155f. Master's Dissertation. University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil. 2011.

The study in question is a qualitative research study, which sought to analyze metavisualization elements manifested by eight students in a class of second year high school to a private school in Cotia-SP, while performing an activity construction of the concept of geometrical isomerism. With respect to chemical science, it can be understood through three representational levels that are microscopic, macroscopic and symbolic, that appear in the form of models and publicly expressed in various ways, including visualizations. Thus, understanding the visualizations is required for the student to understand a certain subject and, in this sense, it is essential that it become metacognitive with respect to the visual ability to decode images, ie, it is necessary to think about views, we call this work of skill metavisual. By becoming metacognitive, there is the possibility of monitoring and regulation of learning. For this study, students in pairs, carried out an activity (1) with drawings, in order to ascertain whether they could distinguish spatially, like molecules and different molecules to construct the initial concept of geometrical isomerism. So they handed the drawings, the transcripts and recording, containing the elaboration of the activity (1), using the think aloud technique, which means speaking aloud his thoughts. Further, the activity (2) carried out with models 3D to see if there was evidence of visual skills in these students, and this was filmed and transcribed by the researcher. Finally, added to data collection with some interviews. For analysis of the evidence of the manifestation of metavisualization, metavisual incidents, was first created a binary category (yes or no) to identify these signs of thought metavisual activity (1). These metavisual incidents just categorized, they were still classified as incidents of confirmation, monitoring and change of opinion, in order to verify to what extent they interfere in the drafting of the activity (1) by students. By analyzing the results, one can observe that there was evidence of metavisualization manifestation in all groups, but with different incidences and that the predominant nature of these incidents was monitoring (50%). In addition, some factors possibly involved were identified and analyzed: initial ideas, alternative concepts, nature of activity, motivation, presence of a mediator, understanding of procedures,

knowledge of the conventions and concepts, work collaboratively and visual skills. Regarding this last aspect, the results suggest the existence of a close relationship between this factor and the metavisual incidence. Thus, the development, the advantages and difficulties of each group took place in different ways, precisely because it is multifactorial, some acting in a positive or negative ways. Finally, we highlight here that there are few studies about metacognition and especially metavisualization on the teaching of chemistry and just, we reaffirm the great importance of investments in this area of knowledge.

Key-words: chemistry teaching, metacognition, visual skills, metavisualization.

SUMÁRIO

1.Introdução	11
2. Referenciais teóricos	16
2.1 Modelos e Níveis de representação	16
2.2 Visualização	18
2.3 Metacognição	22
2.4 Metavisualização	31
3.Objetivos da Pesquisa	38
4. Procedimentos Metodológicos	39
4.1 Introdução	39
4.2 Caracterização da amostra	40
4.3 Instrumentos de coleta de dados.....	43
4.3.1 Think Aloud.....	43
4.3.2 Descrição da Atividade 1.....	44
4.3.3 Descrição da Atividade 2.....	47
4.3.4 Entrevistas.....	48
4.4 Categorias de análise	49
4.5 Registro das Transcrições das atividades e entrevistas.....	53
5. Análise e Resultados	56
5.1 Análise da Atividade 1.....	56
5.2 Análise da Atividade 2.....	80
5.3 Análise das Entrevistas.....	90
5.4 Tabela das sínteses das análises.....	94
5.5.Análise das habilidades visuais.....	98
5.6 Análise da Natureza do Incidente Metavisual.....	103
6. Considerações Finais.....	106
7. Referências bibliográficas.....	113
8. Anexos	119

1. INTRODUÇÃO

O ensino no Brasil vem sofrendo profundas e necessárias modificações nas últimas décadas. A partir da LDB, da lei 9394 de diretrizes e bases da educação de 20/12/1996, da criação do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) em 1998, o aprimoramento deste, denominado Novo-ENEM em 2009, muito do ensino vem sendo repensado e mudanças se tornaram fundamentais ao processo com uma visão mais humanística, citando-se entre outras, a seguinte finalidade do Ensino Médio:

Art. 35 - O Ensino Médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá com finalidades [...] III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. [...] (BRASIL, 1996, artigo 35.)

Nessa concepção da formação básica do cidadão, torna-se mais visível uma demanda por um ensino de ciências com caráter não só conteudista, mas também reflexivo e significativo para os estudantes, que ofereça não só a possibilidade de compreender melhor os fenômenos químicos do seu dia-a-dia, como também a capacidade de interferir nele com ações. Um ensino voltado a trabalhar com habilidades específicas para compor competências necessárias à compreensão dos fenômenos e à tomada de decisões.

Pesquisas na área da psicologia educacional e do ensino de Ciências (NOVAK, 1990; GIL-PÉREZ et al., 2002) apontam a necessidade da busca por novas metodologias em que a construção do conhecimento seja fruto de uma reflexão e interação do aprendiz com o novo conhecimento apresentado. O modelo de mudança conceitual e a perspectiva construtivista indicam que a aprendizagem com compreensão real ocorre quando o aprendiz constrói e transforma ativamente seus próprios significados e não quando ele acumula passivamente conhecimentos transmitidos (POSNER et al., 1982). Nesse sentido, torna-se cada vez mais importante que as ideias prévias dos estudantes sejam consideradas nessa construção de um novo saber científico

e que seja feita de forma dinâmica, num processo de construção e desconstrução. A partir dessa interação, que é idiossincrática, se torna possível fazer o aprendizado significativo para cada estudante. Ausubel, Novak e Hanesian (1980), ressaltam a importância de se partir do conhecimento trazido pelo estudante:

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.
(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Ainda segundo Ausubel (2000), a aprendizagem significativa não é um sinônimo de aprendizagem com material significativo, visto que, a aprendizagem significativa requer além do material significativo, ainda mais duas importantes condições para que possa ocorrer: conhecimento prévio relevante que irá interagir com o novo conhecimento e a escolha e consciência do aprendiz em aprender de forma significativa, não aleatória. (NOVAK, 2010)

Já um material dito significativo pode ser apreendido mecanicamente, não havendo interação e não fazendo sentido para o indivíduo, sendo arbitrário para ele e, assim, não resultando em aprendizado.

A aprendizagem sendo significativa poderá permitir o desenvolvimento pleno do indivíduo como cidadão atuante e agente modificador, uma competência desejável a ser desenvolvida pelos estudantes, em particular no que se refere à disciplina de química.

Competência de área 7 - Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.
(ENEM, 2009, p.10)

Para que isso seja possível, a educação deve visar formar um estudante que seja capaz de formular perguntas e encontrar respostas. Assim, torna-se

crucial que o estudante reflita sobre seus saberes e sobre a forma como ele produz seus conhecimentos, algo que se chama metacognição (PAROLO; BARBIERI; CHROBAK, 2004). Num primeiro momento podemos nos referir à metacognição como algo que leva o aluno a refletir sobre o que está fazendo ou aprendendo, assim ele irá pensar sobre o seu pensamento, pensar sobre qualquer coisa referente ao seu processo cognitivo, monitorando e possibilitando a regulação do seu aprendizado.

Mais especificamente com relação ao ensino/aprendizagem de química, como se ensinar ou aprender essa disciplina? O que é necessário? De acordo com Johnstone (1993), uma das dificuldades encontradas na aprendizagem de química é a necessidade da compreensão dos conteúdos em três níveis de representação assim denominados: macroscópico, submicroscópico e representacional (Figura 1).

Figura 1 - Níveis de representação (JOHNSTONE, 1993, p.703, figura adaptada, tradução nossa.)

O nível macroscópico refere-se basicamente a observação de um fenômeno, por exemplo, a dissolução de um comprimido efervescente em um copo contendo água ou o processo de enferrujamento de uma barra de ferro. Já em nível microscópico são representados os átomos, as moléculas, íons e espécies químicas que estão presentes nesse sistema, assim como seus movimentos e rearranjos associados. E finalmente, o representacional refere-se às representações através de fórmulas, equações químicas e estruturas dos compostos. Especialmente os níveis submicroscópico e representacional são de difícil compreensão aos estudantes (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008), pois as representações concretas ou pseudo-concretas parecem ser mais acessíveis do que representações abstratas (FERK et al., 2003). O aluno

demonstra dificuldade em abstrair os conceitos (imaginar), já na observação do fenômeno (concreto) ele está vendo algo acontecendo ou que aconteceu. Entretanto, é desejável que o aluno transite entre esses três níveis representacionais para a compreensão adequada dos conteúdos em química.

Neste sentido, para a compreensão dos fenômenos nesses três níveis representacionais, a química lança mão de modelos, que são construções humanas e que requerem a *visualização* de entidades, suas relações, causas e efeitos.

Por exemplo, o aluno poderá conhecer a geometria da molécula de água. Neste instante, ele produzirá uma representação interna dessa molécula, através de uma imagem, que ficará retida na sua memória, podendo essa representação estar ou não de acordo com o que se considera correto do ponto de vista científico. Então, é desejável que esse aluno desenvolva uma capacidade metacognitiva com relação a essa imagem, a que chamamos neste trabalho de habilidade metavisual (GILBERT, 2007), o que pode ser entendido, nesse caso, como um monitoramento e uma possível regulação desta imagem de forma constante, assim, o estudante poderá aprender a regular seu processo de aprendizagem. No exemplo dado, o aluno poderia ter armazenado uma primeira imagem da molécula de água como tendo a geometria linear, ou seja, os três átomos dispostos em uma linha reta. Essa imagem fica retida em sua memória. Adiante, ao considerar sobre repulsão de pares eletrônicos, ele poderia repensar sobre isso, a geometria da molécula de água, e concluir que não é possível que seja linear porque a repulsão entre os pares eletrônicos seria maior ao considerar a geometria linear em detrimento da geometria angular. Sendo plausível para o aluno, ele poderá modificar a imagem que estava retida e agora, produzir outra, que seria a molécula de água na geometria angular. Esse movimento de pensar sobre a sua visualização é o que pode ser chamado de metavisualização. Vale salientar que o processo de metavisualizar nem sempre leva a uma modificação da imagem, pois muitos fatores estão envolvidos na construção do conhecimento, sendo que a referida imagem poderá ser mantida, modificada ou até mesmo substituída por outra.

Nesse trabalho de pesquisa iremos partir do estudo do entendimento inicial da isomeria geométrica pelos alunos. O entendimento de isomeria geométrica pressupõe e requer do aluno algumas habilidades visuais importantes, como a formação de imagens que representam átomos, ligações, moléculas, o reconhecimento ou não de que moléculas são iguais, apesar de desenhadas em 2D de maneiras diferentes, a formação de imagens no que diz respeito a imaginar as moléculas sofrendo movimentos de rotação no espaço. Esse pensamento todo poderá ou não ser monitorado por eles durante a atividade e, ainda poderá ou não ser modificado por eles, levando-os a uma correta ou incorreta interpretação, pois a compreensão de isomeria geométrica requer que eles sejam capazes de perceber que uma molécula cis é espacialmente diferente de uma molécula trans, sem conhecimento prévio do assunto e, assim, que o conjunto destas moléculas separadamente representa substâncias químicas diferentes. Então, na atividade proposta para a pesquisa, eles são convidados a refletir se moléculas desenhadas por eles com diferentes disposições correspondem ou não a moléculas iguais, ao considerar ou não movimentos de rotação (habilidade de visualização). A ideia inicial é a de, num primeiro momento, verificar se os alunos manifestam metacognição com relação à visualização, a metavisualização. O que instiga esta pesquisa é justamente que se isso ocorrer (os alunos manifestarem a metavisualização), em que medida, essa habilidade poderá controlar e/ou regular suas representações internas a respeito de alguma visualização e assim, de forma mais geral, sua aprendizagem durante o desenvolvimento dessa atividade, ou seja, como que a manifestação da metavisualização pode ou não auxiliar no aprendizado desta atividade ou atividades similares de química em que visualizações estejam envolvidas e que outros fatores devem ser considerados nesta análise para propiciar a manifestação de metavisualização pelos estudantes para que se possibilite o pensar e repensar da atividade. No caso específico da pesquisa, verificar se ajuda na diferenciação de moléculas que representam a substância cis-1,2-dicloroeteno ou a substância trans-1,2-dicloroeteno correspondente.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 Modelos e Níveis de Representação

A ciência pode ser compreendida como um processo de construção de modelos (JUSTI; GILBERT, 2002 apud MENDONÇA; JUSTI, 2009¹). Modelo refere-se a uma representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou fenômeno para um sistema que terá uma finalidade bem determinada. (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000 apud MENDONÇA; JUSTI, 2009²).

Existem vários modos de representar um modelo: o concreto, o verbal, o simbólico, o visual e o gestual. (GILBERT; JUSTI; QUEIROZ, 2010).

Esses modos de representação são usados em química em três diferentes níveis representacionais básicos e necessários para seu entendimento: a macroquímica, a submicroquímica e a química representacional (JOHNSTONE, 1993; CHITTLEBOROUGH; TREAGUST; 2008; JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009). Ainda de acordo com esses autores, os profissionais da área de química podem facilmente transitar no triângulo (Figura 1) que contém esses três componentes, indo de um vértice a outro com relativa facilidade.

Entretanto, os alunos que estão aprendendo química não demonstram tamanha facilidade como demonstra um estudo feito por Chittleborough e Treagust (2008), em que é indicada a dificuldade deles em transitar entre esses diferentes níveis representacionais: macroscópico (equipamentos), submicroscópico (molecular) e representacional (equações). Nessa pesquisa, a coleta de dados se deu com dezessete alunos universitários de química, sendo o objetivo o de estudar o entendimento dos estudantes sobre uma variedade de

¹ JUSTI, R; GILBERT, J.K. Modeling, teacher's view on the nature of modeling, implications for the education of modelers. **International Journal of Science Education**, v.24, n.4, p.369-387, 2002.

² GILBERT, J.K; BOULTER, C.J; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In J.K.Gilbert and C.J.Boulter(eds). **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, p. 3-18, 2000.

diagramas químicos dos equipamentos que seriam utilizados em experiências no laboratório, por exemplo, um desenho de uma aparelhagem de destilação. Todos os alunos consideraram muito úteis os diagramas dos experimentos, entretanto o nível de entendimento do funcionamento da aparelhagem variava muito entre os estudantes e nem sempre eles conseguiam explicar o que estavam estudando nos três níveis representacionais, não sendo isso perceptível e, além disso, os diagramas de laboratório muitas vezes levavam a concepções alternativas. A própria pesquisa apontou a necessidade dos estudantes em desenvolver *habilidades metavisuais* para a melhor compreensão e transição entre os diferentes modos no estudo dessas aparelhagens de laboratório, entretanto como isso nem sempre ocorre de forma adequada, essas representações precisariam ser melhores explicadas e explicitadas para os estudantes, a fim de que a compreensão possa ser efetiva (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008).

Apesar da dificuldade exposta, em transitar pelos três níveis de representação: macroscópico, microscópico e simbólico, Justi, Gilbert e Ferreira (2009), apontam a estratégia modelo de modelagem como eficiente forma de promover a possibilidade de trânsito nesses três níveis de representação, pois seguindo a sequência proposta por esse modelo, o aluno pode manifestar habilidades metavisuais o que o ajudaria a conseguir vencer esse obstáculo e poder compreender determinado fenômeno, por exemplo, conceitos de equilíbrio químico nos três níveis representacionais (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009)

Assim, ser capaz de trabalhar nesses três níveis representacionais e mentalmente entre eles envolve habilidades visuais e metavisuais necessárias para a compreensão de ciências (GILBERT, 2008), e esse é o foco do trabalho, pesquisar como a manifestação ou não da metavisualização durante uma atividade proposta de química interfere no processo de aprendizagem inicial de isomeria geométrica.

2.2 VISUALIZAÇÃO

2.2.1. Introdução à visualização

Historicamente, as pesquisas em educação têm pautado seus interesses na aprendizagem verbal enquanto que a aprendizagem visual tem sido menos enfatizada. A literatura visual tem sido usada como um conceito interdisciplinar que inclui perspectivas teóricas, de linguagem visual, de apresentação e desenvolvimento tecnológico, incluindo digitalização (ABERSEK, 2008). Atualmente, as ferramentas de visualização e a otimização dos computadores têm mudado a natureza da pesquisa em ciências, incluindo a química e lança a promessa de transformar o ensino dessas disciplinas. Como as informações adquiridas através das ferramentas se multiplicam, a habilidade para entender, avaliar e produzir representações visuais tem se tornado progressivamente importante em educação. O pensamento visual é essencial para entender a informação visual que chega e que deve ser convertida em conceitos (BILBOKAITE, 2009).

Alguns autores (FERREIRA; ARROIO, 2009; GILBERT, 2007; RAPP; KURBY, 2008; ARROIO; HONÓRIO, 2008) discutem vários fatores relevantes para a visualização em ensino de ciências como, entender como que uma representação visual é transformada em conhecimento, a importância de treinar modelos mentais, que são habilidades necessárias para interpretar e processar uma imagem.

2.2.2. Conceito de visualização

Uma busca no Google sobre o significado do termo visualização mostra 1.900.000 resultados diferentes em inúmeros contextos diferentes. Em dois dicionários da língua portuguesa encontram-se as seguintes definições para o termo visualização:

“s.f. Ação ou efeito de visualizar; transformação de conceitos em imagens reais ou mentalmente visíveis.” (AURÉLIO, 2010)

vi.su.a.li.za.ção - *sf* (*visualizar+ção*) **1** Transformação de conceitos abstratos em imagens reais ou mentalmente visíveis. **2** *Inform* Conversão de números ou dados para um formato gráfico, que pode ser mais facilmente entendido. *V. de impressão, Inform:* função de um programa que permite ao usuário ver como vai parecer uma página depois de impressa. *V. de página, Inform:* em um processador de texto ou programa de editoração eletrônica, representação gráfica de como uma página vai parecer quando for impressa, com os diferentes estilos de tipo, margens e gráficos exibidos corretamente. (MICHAELIS, 2010.)

Embora o termo visualização assuma diferentes significados de acordo com o contexto, podemos assumir dois distintos significados no ensino de ciências: pode ser usado com um verbo (visualizar) ou como um substantivo (visualização) (GILBERT; REINER; NAKHLEH, 2008). No primeiro caso, visualização como verbo é o entendimento do significado atribuído a uma representação interna do indivíduo. No segundo caso, visualização como um substantivo é uma representação externa que foi colocada na esfera pública de diversas formas – objetos materiais, visuais, verbal, simbólico, etc. e; ainda, a representação mental produzida por um indivíduo a partir de uma visualização é uma imagem.

Mas, outros usos do termo em psicologia e pesquisa educacional têm sido usados. De acordo com Gobert (2007), podemos ter três usos acadêmicos de visualização: visualização externa, visualização interna e ainda um terceiro como um tipo de habilidade espacial. De forma simplificada, pode-se dizer que a visualização como uma representação externa refere-se tipicamente àquela utilizada para o aprendizado: gráficos, diagramas, modelos, simulações, animações, etc. Estas representações externas têm diferentes características e, assim diferentes recursos são necessários para os aprendizes atribuírem

significados. Essa aproximação é similar ao que Gilbert, Reiner e Nakhleh (2008), referem-se à visualização como um substantivo. A visualização como uma representação interna é também usada para descrever construções (representações) mentais internas, isto é, modelos mentais usados na imagem mental para resolver problemas. Um modelo mental é individual sendo uma representação pessoal construída de forma individual ou coletiva e é crucial em química, já que todo estudante terá que ter um modelo mental de algo que está estudando, por exemplo, um modelo mental de átomo (GILBERT, 2007). Além disso, as representações internas podem ficar armazenadas na memória e a pessoa pode restaurá-la a fim de resolver problemas, criar inferências e tomar decisões (RAPP; KURBY, 2008). Entretanto, essa atribuição não é consensual; há muita divergência entre os psicólogos cognitivos sobre representações visuais internas em termos do seu formato representacional (formas proposicional/semântico ou visual) e sua validade psicológica (GOBERT, 2007).

Por último, visualização é também usada para descrever um tipo de habilidade espacial (GOBERT, 2007). Essas duas últimas atribuições (visualização interna e visualização como um tipo de habilidade espacial) são similares ao que Gilbert, Reiner e Nakhleh (2008), descrevem a visualização como um verbo, em que há uma ação mental na representação.

Ainda de acordo com Gobert (2007), cada um destes tipos de visualização descritos acima aparece com relevância em pesquisas recentes em educação em ciências (especialmente a química que é uma ciência visual) e é importante notar que esses usos do termo visualização implicam processos compartilhados e simultâneos. Por exemplo, aprendendo com uma visualização externa, possivelmente requer que o indivíduo construa uma representação mental do objeto ou processo a ser investigado e isso requer habilidade espacial. Então, foram encontrados na literatura diversos estudos que focam a sua atenção geralmente em um destes tipos de visualização, mas existem estudos que cruzam estas convenções, por exemplo, estudos sobre o pensamento visuoespacial (WU; SHAH, 2004). Muitas vezes alguns dos erros conceituais que os alunos cometem são devidos a dificuldades em operar com

representações tanto externas como internas e assim, torna-se necessário que o aluno seja amparado e consiga desenvolver o raciocínio visuoespacial, assim, são sugeridas estratégias a serem seguidas no desenvolvimento de ferramentas de visualização: promover diversas representações e descrições, fazer conexões visíveis, apresentar a natureza dinâmica e interativa da química, promover a transformação 2D para 3D e reduzir a carga cognitiva tornando as informações explícitas e integrando as informações aos estudantes (WU; SHAW, 2004). Pensa-se que, assim, o aluno terá maior clareza nas representações externas que lhe são apresentadas e, desta forma, suas representações internas serão mais facilmente construídas de forma correta ou cientificamente aceita.

E esse é o papel dos estudos que focam em visualização como representações externas, pois buscam favorecer a aprendizagem com representações externas e sua função no ensino de ciências. Em programas de pesquisa nos quais a visualização é um verbo, visualizar, pesquisadores estão preocupados com os processos mentais que são necessários para aprender a partir de visualizações externas e estratégias de aquisição de conhecimento para adquirir informações de visualizações complexas nas ciências. As representações externas poderão possibilitar ao aluno construir representações mentais, por exemplo, de uma estrutura molecular que ajudará a prever a reatividade dessa substância (STULL et al., 2010). Nesta pesquisa parte-se de representações de moléculas que poderão auxiliar o aluno a construir mentalmente (representação interna) um modelo que permitirá a ele fazer a rotação das moléculas e imaginar o seu comportamento 3D, comparando as diferentes moléculas e concluindo se elas são referentes à mesma substância ou não, ou seja, se as moléculas imaginadas (imagens formadas internamente) são iguais ou não.

E finalmente, quando as habilidades espaciais são o tópico principal da pesquisa, as questões importantes são: a função das habilidades espaciais de visualização no aprendizado a partir de visualizações externas, qual é a natureza dessas habilidades espaciais e como poderiam ser desenvolvidas.

Neste trabalho pretende-se verificar também alguma possível relação entre as habilidades espaciais (visuais) e a manifestação da metavisualização.

Concluindo, é importante salientar que o estudante poderá operar em todos os significados de visualização aqui atribuídos, ou seja, ele irá visualizar uma molécula no momento em que um desenho é mostrado a ele (visualização externa), neste momento ele poderá ter a habilidade de fazer a rotação das moléculas podendo criar uma nova imagem ou modificar uma imagem já existente (visualização interna) e armazenada na sua memória dependendo da sua bagagem de conteúdos prévios e do que está sendo apresentado a ele neste momento. Assim, o aluno ao construir modelos mentais durante a atividade proposta para a pesquisa, poderá ou não modificar as imagens que forem sendo armazenadas em sua memória, ou seja, o aluno poderá pensar sobre o seu pensamento, pensar sobre suas imagens, ou seja, metavisualizar.

2.3 METACOGNIÇÃO

2.3.1. Metacognição x Cognição

Cognição é uma palavra derivada do latim *cognitione*, que significa adquirir conhecimento através da percepção. Metacognição difere da cognição, pois requer entendimento de como uma tarefa será feita, enquanto a cognição refere-se a executar essa tarefa (SCHRAW, 2001). Ou ainda pensar que a cognição auxilia o indivíduo a alcançar um determinado objetivo específico, ao passo que a metacognição irá tentar garantir que o objetivo tenha sido alcançado (LIVINGSTON, 1997), envolvendo monitoramento ativo e supervisão da tarefa a ser desenvolvida.

Por exemplo, um estudante pode ter a tarefa de representar corretamente algumas moléculas de água através de um desenho (processo cognitivo) e num momento seguinte, pensar sobre sua representação interna que acabou de manifestar no seu desenho ou esquema (metacognitivo), refletindo sobre quantas ligações se faz os átomos de oxigênio e hidrogênio, a geometria da molécula, as ligações de hidrogênio e, portanto, ele poderia

modificar ou manter o desenho feito a priori, supervisionando seu objetivo inicial e o que já nos dá indícios da importância da metacognição na construção de um conhecimento.

2.3.2 Definições de Metacognição

Existem dificuldades na definição do conceito de metacognição (LARKIN, 2006; SANDI-URENA; COOPER; STEVENS, 2010; WHITE, 1988; LIVINGSTON, 1997), indicando não haver uma uniformidade do termo na literatura, pois muitos são os significados atribuídos e os entendimentos acerca do tema. Metacognição é frequentemente referida na literatura como “pensar sobre o seu próprio pensamento”, entretanto devemos considerar também que a natureza da metacognição é muito mais complexa e envolve diversos aspectos.

Embora a metacognição já aparecesse em trabalhos anteriores a década de 1970 sob outras denominações, foi em 1976 que Flavell introduziu e definiu o que seria a metacognição, levando em conta os seus diversos aspectos:

Metacognição refere-se a um conhecimento a respeito do seu próprio processo cognitivo e produtos ou qualquer coisa relacionada a eles. [...] ³ [...] metacognição refere-se, entre outras coisas, ao monitoramento ativo e consequente regulação e orquestramento desses processos com relação a objetos cognitivos.(FLAVELL, 1976, p.232, tradução nossa).

Após essa definição, outros autores foram introduzindo outros aspectos a serem considerados e estudados. O próprio Flavell em artigo publicado três anos adiante, considera também que o monitoramento cognitivo envolve a interação de quatro classes de fenômenos que são: conhecimento e

³ Mais adiante, ainda na mesma página do livro, acrescenta também função do monitoramento e da regulação.

experiências metacognitivas, objetivos ou tarefas e o último seria ação ou estratégias (FLAVELL, 1979).

Além do caráter da tomada de consciência como sendo próprio ao processo metacognitivo, a literatura da área identifica esses três aspectos distintos da metacognição mencionados por Flavell (1976), que seria o conhecimento sobre a cognição, o monitoramento e a regulação da cognição (TOBIAS; EVERSON, 2002), os três sendo vistos como importantes para a efetiva aprendizagem. (DAVIDSON; DEUSER; STERNBERG, 1995; FLAVELL, 1976).

Entretanto, na definição de metacognição, os autores nem sempre consideram esses três aspectos o que pode gerar certa confusão no conceito.

De acordo com Brown, metacognição é “[...] Conhecimento e regulação de seu próprio sistema cognitivo [...]”. (BROWN, 1987, p.66, tradução nossa) Não mencionando explicitamente a função de monitoramento, lembrando que este nem sempre leva à regulação, mas poderia ser um precursor do processo mais elaborado de regulação, ou seja, saber discernir o que você sabe do que você não sabe pode auxiliar a avançar em processos metacognitivos mais avançados como a regulação (controle), ver Figura 2 (TOBIAS; EVERSON, 2002).

Referindo ainda que, alguns pesquisadores como Cavanaugh e Perlmutter (1982) não consideram a regulação e nem monitoramento (processos executivos) em seu significado, afirmando:

[...] a inclusão do processo executivo como um aspecto da metamemória é contraproducente, porque ele acrescenta muito pouco ao entendimento do conhecimento da memória por si mesmo e aumenta a confusão [...] (CAVANAUGH; PERLMUTTER, 1982, p.15-16, tradução nossa)

2.3.3 Importância da Metacognição

Apesar de não haver uma definição única para a metacognição e da existência de muitos aspectos a serem considerados, há um forte reconhecimento de sua importância no aprendizado (COOPER; SANDI-URENA; STEVENS, 2008, ANDERSON; NASHON; THOMAS, 2007; RICKEY; STACY, 2000). Nesse sentido, há consenso de que essa habilidade pode ser uma importante aliada na resolução de problemas, inclusive na área de química (ANTONIETTI; IGNAZI; PEREGO, 2000; DAVIDSON; DEUSER; STERNBERG, 1995; FLAVELL, 1976; RICKEY; STACY, 2000, COOPER; SANDI-URENA; STEVENS, 2008; SANDI-URENA; COOPER; STEVENS, 2010).

Estudos apontam também a grande importância da metacognição em ambientes específicos de ensino, como na faculdade ou em programas de aperfeiçoamento (DAVIDSON; DEUSER; STERNBERG, 1995; SANDI-URENA; COOPER; STEVENS, 2010) em que o indivíduo necessita controlar e autorregular seu aprendizado, buscando soluções inovadoras.

O aluno tendo a capacidade de manifestar a habilidade de metacognição pode melhorar a sua aprendizagem, tendo o conhecimento sobre o seu conhecimento, possibilitando a sua autorregulação levando a um aprendizado mais amplo - o aprender a aprender - ganhando autonomia para aprendizagens futuras; ou seja, alunos que têm efetivamente a habilidade metacognitiva desenvolvida poderão estimar os seus conhecimentos em vários domínios diferentes, acompanhando a sua contínua aprendizagem, dinamicamente, atualizando seus conhecimentos e planejando novos aprendizados futuros (EVERSON; TOBIAS, 1998). Esses mesmos autores (2002) apresentam a seguinte pirâmide como um modelo hierárquico de metacognição (Figura 2):

Figura 2 - Um modelo hierárquico de metacognição (TOBIAS; EVERSON, 2002, p.1, figura adaptada, tradução nossa)

Na base da pirâmide, temos o monitoramento do conhecimento que pode ser considerado um pré-requisito para que processos metacognitivos mais avançados como avaliar, selecionar estratégias e planejar o conhecimento sejam alcançados. Tobias e Everson (2002) apontam como fundamental primeiramente que o aluno saiba distinguir o que ele sabe do que ele não sabe para poder avançar na pirâmide, ou seja, controlar e autorregular a aprendizagem. Se o aluno nem sabe distinguir o que sabe do que não sabe, não consegue planejar seu aprendizado. Neste trabalho, os *incidentes metavisuais na forma de pergunta (questionamento)* foram considerados como *indícios de monitoramento*, em que o aluno está, em alguma medida, tentando discernir o que ele sabe do que não sabe, perguntando, querendo confirmar alguma informação.

Pode-se dizer então, de forma mais ampla, que a metacognição ocorre quando o indivíduo consegue monitorar, avaliar e planejar seu próprio comportamento cognitivo num ambiente de aprendizagem (AYERSMAN, 1995).

Por exemplo, num dado problema de química pede-se para calcular a variação de entalpia, sendo fornecida em uma tabela a entalpia dos produtos e a dos reagentes. Em primeiro lugar, o aluno precisa saber se ele compreende ou não o que são esses conceitos apresentados, a variação de entalpia envolvida numa transformação, pois, caso ele desconheça esses significados, mas tenha consciência disso, ele poderá planejar uma forma eficaz de resolver

o problema. Dessa forma, identificando o que ele sabe ou não sabe sobre o assunto, ele estaria monitorando seu conhecimento e poderia começar o planejamento por esse ponto, selecionando estratégias e avaliando constantemente seu aprendizado até alcançar a resolução adequada e correta para o que foi proposto.

2.3.4 Cognição, metacognição e motivação

Outro importante aspecto a ser ressaltado é o de que para que o aluno autorregule a sua aprendizagem, ele deverá além de possuir o conhecimento e habilidades metacognitivas, saber orquestrar processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais. De acordo com Schraw et al. (2006), esses três componentes podem levar a autorregulação da aprendizagem (Figura 3):

Figura 3 - Componentes de autorregulação da aprendizagem. (SCHRAW et al. 2006, p.113, figura adaptada, tradução nossa)

O componente cognitivo refere-se a três habilidades de aprendizagem:

- estratégias cognitivas;
- estratégias de resolução de problemas;
- pensamento crítico;

A estratégia cognitiva refere-se às estratégias utilizadas pelo professor e/ou aluno para melhorar a aprendizagem. Por exemplo, para direcionar a atenção dos estudantes na leitura de um texto, podem-se fornecer questões a serem respondidas ou ainda, essas podem ser feitas durante a leitura, (SCHRAW et al, 2006). Outro exemplo seria, ao desenvolver um determinado assunto, solicitar aos alunos uma leitura prévia sobre esse conteúdo e começar a aula coletiva partindo do que foi estudado por estes estudantes, com intensa participação e explicitação de suas ideias prévias. Assim, esta estratégia foi utilizada pela pesquisadora que também é professora da turma na realização da atividade aqui pesquisada. Primeiramente os alunos em duplas expuseram e refletiram sobre suas ideias prévias sobre moléculas, movimentos de rotação e isomeria geométrica para depois confrontar todo esse conhecimento entre todos eles em sala de aula.

A estratégia de resolução de problemas tem seu foco no desenvolvimento de uma estratégia geral de resolução. Como exemplo pode-se citar o método POE, prever, observar e explicar (RICKEY; STACY, 2000). O aluno diz o que ele pensa ou acha que irá acontecer no estudo de um determinado fenômeno, faz suas anotações e a seguir observa o que realmente acontece e tenta propor explicações, lançando mão de hipóteses que possibilitem explicar de forma coerente e plausível o que ele observou. Segundo ainda esses autores, o método POE pode ajudar a promover processos metacognitivos.

Por último, o pensamento crítico refere-se a uma capacidade individual de identificar a fonte de informação, analisando a sua credibilidade, refletindo se o novo conhecimento é consistente com seu conhecimento prévio e tirar conclusões com seu pensamento crítico (SCHRAW et al., 2006). Neste trabalho, isso também ocorreu depois da coleta de dados, pois houve em sala de aula esse momento junto aos alunos, em que em duplas eles chegaram a diferentes conclusões e através da negociação de significados, puderam construir o conceito considerado cientificamente correto de isomeria geométrica.

Assim, a habilidade metacognitiva do estudante irá permitir a ele controlar e possivelmente fazer a regulação de todos esses processos, em que ele terá que pensar e refletir constantemente sobre o que foi realizado em cada etapa, a fim de se construir um determinado conhecimento de forma correta.

Por fim, a motivação tem dois componentes fundamentais que são a autoeficácia e as crenças epistemológicas trazidas pelo indivíduo. A autoeficácia refere-se para o grau em que um indivíduo está *confiante* de que ele ou ela pode executar uma determinada tarefa ou atingir um objetivo específico. As crenças epistemológicas são referentes à origem e natureza do conhecimento. (SCHRAW et al, 2006). Nesse trabalho a motivação dos alunos foi consideravelmente alta, pois se tratou de um trabalho inédito realizado por eles, com elemento motivador da novidade e também de certo modo promoveu uma atividade considerada por eles como mais descontraída. Os conhecimentos prévios acabaram por ajudar ou atrapalhá-los no desenvolvimento da atividade, pois eles trazem na bagagem diferentes concepções de conteúdos, curriculares e extracurriculares.

2.3.5 Metacognição no Ensino de Química

Conforme já dito, existem diversos trabalhos na área de ensino de química ressaltando a importância do desenvolvimento dessa habilidade para a compreensão da disciplina (RICKEY; STACY, 2000; PAROLO; BARBIERI; CHROBAK, 2004; COOPER; SANDI-URENA; STEVENS, 2008) e ainda como uma aliada na resolução de problemas. Aqui neste capítulo, pretende-se descrever sobre um deles que pensamos ser significativo que é o de Rickey e Stacy (2000), desenvolvido durante a resolução de um problema de química e com uma abordagem referente a formas de se promover a metacognição em química, envolvendo a análise de uma dupla de alunos sendo, portanto, um bom exemplo de trabalho de metacognição e ensino de química que de certa forma relaciona-se com a pesquisa aqui desenvolvida, pois analisamos algumas duplas de alunos, trabalho colaborativo. Então, a seguir vamos descrever resumidamente esse artigo na área de química.

A função da metacognição no aprendizado de Química (RICKEY; STACY, 2000):

Os principais objetivos desse artigo foram os de explicar aos educadores por que é importante a eles saberem sobre metacognição e também de discutir algumas ferramentas utilizadas para tentar promover a manifestação da metacognição em seus estudantes. Assim, a pesquisa foi realizada com três estudantes, sendo dois deles cursando o primeiro ano do curso de graduação de química e a outra graduada em química. A proposta era a de se fazer a resolução de um problema envolvendo gases, em que os alunos tinham que resolvê-lo, falando em voz alta e sendo filmados. A estudante graduada resolveu o exercício proposto em três minutos, entretanto não foi observada a manifestação de metacognição ao resolver o problema. Desta forma, os pesquisadores concluíram que, apesar dela dominar o conteúdo, ela acabou errando o exercício, pois não repensou sobre ele, não monitorou o que havia acabado de fazer, levando-a ao erro. Por outro lado, os outros dois estudantes levaram dezessete minutos na resolução do problema. Eles erraram no mesmo ponto em que a primeira estudante errou, mas começaram a se questionar, manifestando metacognição em vários momentos, inclusive nesse, o que os levou a retomar o exercício e caminhar em outra direção, o que permitiu que eles acertassem a questão.

Com essa pesquisa, os autores concluíram o quanto é importante a metacognição no monitoramento e regulação do processo, no caso, da resolução de um problema. Embora os estudantes fossem do primeiro ano, eles conseguiram resolver o exercício, ao passo que a estudante graduada não teve o mesmo êxito. Assim, o artigo aponta como importante que haja mais estudos e pesquisas nessa área da metacognição no ensino de química.

2.4 METAVISUALIZAÇÃO

O ensino de química estruturado em modelos exige dos aprendizes uma capacidade de abstração muito grande. Experiências metacognitivas são colocadas entre os conhecimentos e as habilidades metacognitivas, e são tratadas como elo fundamental entre um indivíduo e uma tarefa, assim como entre monitoramento e regulação (LEDZINSKA; POSTEK, 2010). Nesse sentido, torna-se necessário que o aluno tenha a habilidade metacognitiva de visualização a qual denominamos nesse trabalho de metavisualização (Figura 4).

Figura 4 - Habilidade de metavisualização na construção do conhecimento (adaptado de LOCATELLI; FERREIRA; ARROIO, 2010, p.76, tradução nossa)

Ainda segundo Flavell (1976), ele já considerava que os processos cognitivos poderiam atingir um nível meta: metamemória, metaprendizagem ou algo assim. Apesar dele não ter citado especificamente a visualização, sendo ela um processo cognitivo tal qual aprendizagem ou memorização, pensar sobre ela remete também ao nível meta e que por sugestão de Gilbert, poderia ser chamado de metavisualização (GILBERT, 2007).

Ou seja, a metavisualização pode ser considerada um ramo específico da metacognição que diz respeito especificamente a pensar sobre as visualizações, diferenciando da metacognição neste aspecto, pois a metacognição refere-se a pensar sobre qualquer processo cognitivo, incluindo a visualização. Como o interesse neste trabalho é verificar o pensamento do aluno sobre as representações externas e suas representações internas (imagens), será utilizado o termo, neste caso, de metavisualização.

Um desempenho fluente em visualização requer o que se chama metavisualização, que envolve as habilidades de adquirir, monitorar, integrar e extrapolar a aprendizagem de representações (Gilbert, 2008, p. 5, tradução nossa).

O resultado da percepção por um estudante de uma representação externa levará a uma representação interna que poderá ficar armazenada em sua memória.

Pode-se compreender metavisualização, como um processo que possibilita a um estudante monitorar e regular suas representações internas individuais (Figura 5).

Figura 5 - Metavisualização: metacognição x visualização (LOCATELLI; FERREIRA; ARROIO, 2010, p.80, tradução nossa)

Ainda, podemos apontar como importante nesse processo, duas condições necessárias para que um estudante possa se tornar metacognitivo com relação às suas habilidades visuais: o conhecimento das convenções das representações que ele irá encontrar, suas abrangências e limitações (GILBERT, 2007). Em química é bastante comum, por exemplo, uma bolinha assumir diferentes significados, podendo representar um átomo, um íon, uma molécula, uma substância, ou qualquer outra entidade. Então, ao analisar uma figura contendo uma destas representações, precisa ficar claro para o leitor ou estudante, de qual delas se trata, pois disso irá depender sua correta interpretação e conseqüentemente a sua possibilidade de desenvolvimento metavisual.

Segundo Barnea (2000) ainda existem mais três habilidades que são complementares, as quais Gilbert (2007) denominou também de habilidades metavisuais complementando as duas citadas acima, que são: a de compreender, em três dimensões, um objeto que está representado em duas dimensões, a habilidade de imaginar uma representação em três dimensões de diferentes perspectivas, ou seja, fazer a rotação no objeto e a terceira, visualizar os efeitos da reflexão e inversão (BARNEA, 2000).

Considerando então todas essas cinco condições importantes (GILBERT, 2007) para o desenvolvimento nos estudantes de habilidades metavisuais e muito importantes na análise deste trabalho de pesquisa:

- O conhecimento prévio (reconhecimento) da representação utilizada numa determinada figura. Neste trabalho foram utilizadas bolinhas diferentes que representam átomos distintos, bastões que representam ligações covalentes unindo estes átomos, havendo a formação de entidades denominadas de moléculas. Além dessas denominações, o estudante precisa conhecer a fundo o significado delas. Átomos unidos por ligação covalente significam o quê? Em nível microscópico temos interações de núcleos carregados positivamente com elétrons, as cargas negativas, ou seja, interação entre cargas, aproximação de núcleos. Isso é particularmente importante para

entender a rotação de uma ligação simples e a não rotação de uma dupla ligação, que é o caso.

- O entendimento de uma representação, sua abrangência e sua limitação. Por exemplo, ao visualizar uma representação de molécula, saber que não é uma molécula que está ali, mas sim sua representação, ou seja, a molécula é muito menor do que o que está ali representado no papel. Mas que se ele pensar nesta representação da forma como está e transpuser ao nível microscópico ele poderá ter um entendimento mais próximo do que realmente possa ocorrer.

- Compreender um objeto visto em duas dimensões em três, ou seja, conseguir imaginar, criar uma representação interna dinâmica, com a molécula se movimentando no espaço, ganhando a terceira dimensionalidade, segundo um dos alunos entrevistados: “...entendi...é tipo como um filme de 3D, você põe os óculos e vê o monstro crescendo na sua direção, sem os óculos o monstro fica mais parado...”

- Compreender o movimento de rotação, reconhecendo, por exemplo, que há duas moléculas desenhadas iguais numa figura, basta que se imagine uma delas sofrendo rotação e perceber que desta forma as duas moléculas são exatamente iguais. Ao desenhar as moléculas, é fundamental que o aluno tenha essa habilidade, pois, caso ele não tenha vai achar que desenhou diversas moléculas diferentes e não irá distinguir uma molécula cis de uma trans.

- Compreender o movimento de reflexão e de inversão, por exemplo, imagens de um objeto visto no espelho.

Quanto a indícios de que a metavisualização deva existir, Gilbert (2007) aponta ao menos três evidências:

A primeira delas é concernente à inteligência espacial proposta por Gardner (1983) na sua teoria das inteligências múltiplas, em que pressupõe a existência de pelo menos sete tipos de inteligência: linguística, musical, lógico-

matemática, espacial, cinestésica, interpessoal e intrapessoal (GARDNER, 1983).

[...] É central na inteligência espacial a capacidade de perceber o mundo visual com precisão, fazer transformações e modificações sobre uma experiência visual mesmo na ausência do estímulo físico [...] (GARDNER, 1983, p.173, tradução nossa).

Ainda segundo Gardner (1983), todos os indivíduos normais possuem todas as inteligências em nível básico e elas podem ser desenvolvidas e aprimoradas sob influência não só genética, mas fortemente pelo ambiente com o qual o indivíduo interage.

Sob essa perspectiva, podemos dizer ser possível aos estudantes desenvolver e aprimorar a inteligência espacial e assim, também a sua habilidade de metavisualizar.

A segunda evidência que Gilbert (2007) aponta é o Modelo Geral da Memória proposto por Nelson e Narens (1994), em que existem dois diferentes níveis de pensamento, um sendo chamado de nível objeto e o outro o nível meta. Neste modelo, há um fluxo a ser seguido no qual a informação do nível objeto leva ao nível meta (monitoramento) que exerce controle no nível objeto (Figura 6).

Figura 6 - Modelo hierárquico cognitivo proposto (NELSON; NARENS, 1994, figura adaptada, tradução nossa).

Ao desenvolver a habilidade metavisual, o estudante se tornará consciente do monitoramento, controlando a aquisição, retenção, recuperação e modificação de uma imagem. (GILBERT, 2007).

Por exemplo, um estudante pode ter retido em sua memória, uma imagem visual de átomos como sendo bolinhas todas iguais, ou seja, se temos três átomos de hidrogênio e três átomos de oxigênio, todos os seis átomos teriam a mesma representação – Figura 7 (A). Outras novas informações, como por exemplo, de que átomos diferentes têm tamanhos diferentes, sendo o hidrogênio o menor deles, poderá fazer com que o estudante possa refletir sobre essa ideia – Figura 7 (B), levando-o a modificar a imagem que ele havia retido previamente, gerando uma nova imagem, em que, das 6 bolinhas que representariam os átomos, 3 seriam menores – Figura 7 (C).

Figura 7 - Exemplo da metavisualização interferindo e modificando a aprendizagem.

E na última evidência relatada por Gilbert (2007) a visualização é central no processo de pensamento e uma forma de relação visualização-pensamento refere-se ao raciocínio. Uma maneira de se usar o raciocínio é de se combinar algumas imagens já existentes e gerar uma ou outra nova. É o que acontece com as analogias visuais muito utilizadas no ensino de ciências. Como exemplo, algumas analogias muito utilizadas no ensino de modelos atômicos podem ser citadas: a associação de bolas de bilhar ou bolinhas de gude ao

modelo atômico de Dalton ou, ainda, associar um pudim de passas ou de ameixas ao modelo atômico de Thomson ou por fim, o sistema solar ao modelo de Rutherford.

Considerando então a existência da metavisualização, em que ela poderia contribuir na aprendizagem geral e, especificamente de química? Podemos exemplificar com a compreensão de uma interação química, em que o aluno é convidado a transitar em três modos representacionais, macro, micro e simbólico (JOHNSTONE, 1993), sendo que estratégias com base em teorias que têm o potencial para promover nos alunos o entendimento conceitual incluem a integração da compreensão nesses três modos representacionais (GABEL, 2000).

Esses modos representacionais podem chegar ao aluno por meio de visualizações que correspondem aos modelos utilizados na esfera pública para explicar um dado conceito químico como, bolinhas, esferas, bastões, símbolos químicos, que foram alguns utilizados aqui nessa pesquisa. Desta forma, será exigido do aluno, entre outras habilidades, a de metavisualização, pois ele irá se utilizar desses diferentes modelos (visualizações) e assim, para que possa haver um monitoramento ativo de suas representações internas (como ele visualiza), é necessário que ele pense e reflita intensamente sobre o que foi criado em sua mente (a imagem), fazendo um forte exercício de metacognição (Figura 5).

Então, ao considerarmos a visualização como fundamental na compreensão de fenômenos químicos, a habilidade de pensar sobre a visualização, em pensar sobre a imagem produzida sobre algum processo, a habilidade metavisual, a ação de metavisualizar, torna-se fundamental na construção desse conhecimento (LOCATELLI; FERREIRA; ARROIO, 2010).

3. OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo desta pesquisa é o de analisar possíveis relações entre a construção e reformulação de modelos mentais representados através de desenhos e falas dos alunos com indícios de elementos de metavisualização possivelmente manifestados por eles durante a realização da atividade proposta.

Assim, será verificado e analisado em que medida ocorre o monitoramento e regulação dos modelos mentais pelos alunos durante a atividade e quais os fatores que podem estar relacionados na construção desse conhecimento.

Em outras palavras, nessa atividade será verificado primeiramente se os alunos são capazes de manifestar indícios de elementos da habilidade de metavisualizar (pensar sobre as visualizações) e, se isso ocorre, em que medida isso os ajuda a pensar corretamente do ponto de vista científico, contribuindo para modificar ou de ratificar (confirmar) um pensamento e, conjuntamente, também serão analisados outros fatores possivelmente presentes ou até mesmo inerentes ao processo e que podem contribuir auxiliando ou prejudicando essa construção do conhecimento, no caso, da construção do conceito inicial de isomeria geométrica ou também conhecida como isomeria cis-trans.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Introdução:

Neste item trata-se de dar um panorama geral do contexto em que a pesquisa foi realizada, a caracterização da amostra, a descrição dos instrumentos de coleta, das atividades 1 e 2 propostas para a pesquisa, das entrevistas e da análise de dados.

A natureza da pesquisa é qualitativa, visto que, os dados recolhidos são diálogos transcritos em palavras. Segundo Bogdan e Biklan (1994) a investigação qualitativa é de natureza descritiva. Além disso, o foco do trabalho foi no processo desenvolvido pelos alunos durante a realização das atividades e não simplesmente no resultado obtido. Ainda segundo esses autores, na pesquisa qualitativa a tendência é de se analisar os dados indutivamente. À medida que os dados são coletados e analisados, a pesquisa vai se delineando, pois não é nada fechado (BOGDAN; BIKLEN, 1994), novos questionamentos aparecem e isso norteia a continuidade na direção da pesquisa.

A escolha da atividade 1 (think aloud 1 e desenhos) teve alguns fatores a serem considerados. A pesquisadora foi professora da turma, essa sendo de 2.o ano do Ensino Médio de uma escola particular em Cotia, com boa infraestrutura, aulas de informática, com carga horária anual de uma aula de laboratório e duas aulas teóricas por semana de química orgânica. Com a preocupação da questão das visualizações dentro desse conteúdo, a proposta foi de se introduzir o conceito de isomeria geométrica, levando os alunos a discutirem sobre suas ideias prévias sobre o assunto por meio dessa atividade 1, que fez parte da produção desses alunos no 3.o trimestre de 2010. Pois a pergunta que se tinha era: será que atividades assim, de química, raciocinando com representações de moléculas, movimentos de rotação e realizadas em duplas poderiam favorecer a manifestação da metacognição, neste caso por se tratar de imagens e habilidades visuais, mais especificamente da metavisualização? Se favorecesse, isso ajudaria no aprendizado dos alunos?

Em que medida? Daí a necessidade de se pesquisar a respeito e a atividade 1 foi proposta com o intuito de se compreender mais a fundo essas relações.

A atividade 2 (think aloud 2 com modelos) foi elaborada posteriormente aos resultados da atividade 1 para aprofundar e compreender melhor os resultados obtidos com relação às habilidades visuais dos alunos pesquisados.

Por último, as entrevistas semi-estruturadas foram formuladas de acordo com cada atividade analisada, pois em cada dupla de alunos o desenvolvimento foi diferente e distintos pensamentos permearam o seu desenvolvimento; assim, as transcrições da atividade 1 e da atividade 2 das duplas foram analisadas a priori e depois disso foram feitas algumas perguntas individuais e importantes na elucidação de algumas dúvidas que ainda permaneciam, questões não compreendidas ou não claramente explicitadas nas atividades pelos alunos e que auxiliaram na análise final dos resultados.

E ainda, para a realização de todo esse trabalho junto aos alunos, foi considerado que a motivação é um fator muito importante que influencia a compreensão e a manifestação da metacognição (BAKER, 2002, apud ISRAEL; MASSEY, 2005⁴; SCHRAW, 2006). Por se tratar de trabalho inédito realizado pelos alunos, isso causou muita motivação e curiosidade, fato esse que poderia ajudar também na manifestação da metacognição.

4.2 Caracterização da amostra: Alunos envolvidos na pesquisa e critério de seleção

A primeira coleta de dados (Atividade 1 - think aloud e desenhos) foi feita em 2010, nos meses de outubro e novembro, com 34 alunos do 2.o ano de Ensino Médio de um colégio de ensino particular em Cotia-SP. Esses 34 alunos

⁴ BAKER, L. Metacognition in comprehension instruction. In. C.C. Block & M. Presley (eds). **Comprehension instruction: Research based best practices**. New York: Guilford, p.77-95, 2002.

formaram 17 duplas, realizando uma atividade por dupla. Desse total, apenas 10 duplas (20 alunos) trouxeram as autorizações para participar da pesquisa. Então, dessas 10 duplas (20 alunos), foram escolhidas e analisadas 4 duplas (8 alunos), sendo que o critério de seleção desses 4 grupos (8 alunos) foi:

- ✓ Conforme já mencionado, terem feito a entrega da autorização assinada pelos responsáveis e por eles para a participação da referida pesquisa;
- ✓ Terem realizado a tarefa completamente, entregando os desenhos e as transcrições completas da atividade 1. Muitos, infelizmente, entenderam que o importante era entregar somente as respostas às perguntas propostas, então não foi possível contabilizar os dados desses grupos para a pesquisa.
- ✓ Terem feito a entrega do áudio para a pesquisadora para conferência das transcrições e possíveis correções. Alguns alunos não entregaram o áudio, pois eles disseram que o tinham perdido, a gravação não ficou adequada ou, ainda, não sabiam mais onde tinham gravado. Assim esses trabalhos que não possibilitaram a conferência e análise do áudio, não puderam ser considerados na pesquisa.

Portanto, atendendo ao estabelecido, a análise foi fechada com quatro (4) grupos, totalizando oito (8) alunos envolvidos na pesquisa aqui estabelecida (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Alunos envolvidos na pesquisa

GRUPO	ALUNOS	GÊNERO
1	A1 e A2	Masculino e masculino
2	A3 e A4	Masculino e Feminino
3	A5 e A6	Feminino e feminino
4	A7 e A8	Feminino e feminino

A seguir, apresenta-se um perfil com algumas informações a respeito dos oito alunos analisados para compor a caracterização destes indivíduos referente a outros aspectos, com o objetivo de caracterizar um pouco os alunos pesquisados (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Algumas informações acadêmicas da amostra de alunos analisados.

Pergunta: Gosta ou tem afinidade? Atribua um valor de 0 (não gosta) a 5 (gosta muito).								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Química	5	5	4	3	3	3	2	3
Física	5	4	2	2	3	2	3	3
Matemática	5	4	4	1	4	4	4	3
Geometria	5	3	4	3	3	4	3	4
Português	3	3	2	4	3	4	3	5
História	4	4	1	3	3	5	3	5
Geografia	3	4	3	3	3	4	4	4
Filosofia	3	3	3	3	3	1	4	3
Biologia	4	4	2	5	3	3	2	3
Música	3	4	3	3	3	2	3	4
Artes	3	3	2	3	3	5	3	4
Esporte	4	5	4	4	3	1	4	5

Pela análise da tabela podemos ter uma ideia do perfil pedagógico desses alunos, ou seja, as disciplinas em que eles declaram ter maior ou menor afinidade. O aluno A1 destaca-se pela área de exatas, demonstrando forte afinidade com essas quatro disciplinas especificamente: química, física, matemática e geometria. O aluno A2 parece ter um perfil menos focado na área de exatas, mas ainda assim chama a atenção a sua grande afinidade com química e esportes, não parecendo gostar muito de geometria que foi bastante explorado neste trabalho. A3 parece gostar de química e matemática, mas não tem facilidade em física. A4 parece demonstrar claramente sua predileção por biologia, mostrando pouco interesse na área de exatas, principalmente com relação à matemática e física. A5 parece ter um perfil bem homogêneo, com uma leve predileção para matemática. A6 destaca-se mais na área de humanas. A aluna A7 declarou não gostar e não ter facilidade em química e seu perfil é bem variado, não havendo predominância muito forte em nenhuma área específica. A aluna A8 tem um perfil mais focado área de humanas, e ela afirma não ter facilidade em exatas, entretanto um fato que chama a atenção é que ela afirma ter facilidade em geometria.

4.3. Instrumentos de coleta de dados

Utilizou-se nesta pesquisa os seguintes instrumentos de coleta de dados: Atividade 1 (Transcrição elaborada a partir do Think Aloud 1 e desenhos), Atividade 2 (Transcrição elaborada a partir do Think Aloud 2 e imagens da confecção dos modelos) e algumas entrevistas individuais.

4.3.1. Think Aloud

O Think Aloud é uma ferramenta utilizada pelos estudantes em que seus pensamentos são falados em voz alta, enquanto, por exemplo, eles estão lendo um texto (BLOCK; ISRAEL, 2004 apud ISRAEL; MASSEY, 2005⁵). Segundo Garner e Alexandre (1989), falar alto durante a realização da tarefa pode ser uma forma de promover a habilidade metacognitiva. E ainda, essa estratégia denominada *think aloud* é um método que faz com que os alunos se engajem no processo cognitivo (BAKER, 2002, apud ISRAEL; MASSEY, 2005⁶).

Então, podemos dizer que o *think aloud* é uma ferramenta que pode ter como objetivo promover processos metacognitivos, consistindo em se falar em voz alta. Nesse estudo foi utilizada essa técnica, em que as falas dos alunos foram gravadas para que, com as transcrições, pudesse ser realizada uma análise dos elementos metavisuais manifestados por eles durante a atividade proposta de iniciar o estudo de isomeria geométrica. Os alunos foram cuidadosamente instruídos quanto a esse procedimento, de que deveriam realizar a tarefa falando em voz alta tudo o que eles estivessem pensando.

Em duplas, os alunos elaboraram em voz alta, a atividade 1 descrita no próximo tópico, inicial no estudo de isomeria geométrica. Eles já conheciam e tinha estudado isomeria plana, mas não a espacial. Essa elaboração foi

⁵ BLOCK, C.C.; ISRAEL, S.E. The ABC's of performing think-alouds. **The reading teacher**, v.58, n.2, p.148-167, 2004.

⁶ BAKER, L. Metacognition in comprehension instruction. In. C.C.Block & M.Presley(eds). **Comprehension instruction: Research based best practices**.New York:Guilford, p.77-95, 2002.

gravada, transcrita pelos alunos (*think aloud 1*), entregue juntamente com seus modelos (desenhos) e conferida pela pesquisadora com o áudio, realizada entre outubro e novembro de 2010. Após a entrega da atividade, em sala de aula, o assunto foi retomado pela professora a partir dessas ideias prévias e a construção do conceito de isomeria geométrica foi realizada com a turma.

Essa elaboração da atividade dos desenhos com as respostas às perguntas feitas foi gravada, pois Veenman (2005) aponta que para se acessar a metacognição é mais adequado se utilizar de instrumentos ou processos que investiguem esse acesso durante a realização da atividade, por isso o *think aloud* foi gravado para análise posterior. Ainda segundo esse mesmo autor, é importante a utilização de mais de um instrumento para o acesso a metacognição, foi realizada e gravada também a atividade 2 (*think aloud 2*) e ainda algumas entrevistas para complementar a análise e, assim, fechar a triangulação dos dados.

4.3.2. Descrição da Atividade 1 - Elaboração dos desenhos e respostas às perguntas relacionadas aos desenhos e à atividade.

A atividade 1 (Anexo A) consiste no objeto a ser pesquisado neste trabalho, que foi o material produzido pelos alunos para iniciar o estudo de isomeria geométrica. Os alunos gravaram seus pensamentos ditos em voz alta (*think aloud 1*), ou seja, registraram a elaboração desta atividade, que consiste basicamente em se fazer desenhos de moléculas e reconhecer espacialmente se são moléculas iguais ou diferentes, sendo a diferença, quando existente, na geometria espacial (Partes I, II e III). Finalizando, eles responderam algumas perguntas referentes à realização da atividade (Parte IV). Assim, a atividade foi dividida em quatro partes: I, II, III e IV.

Primeiramente, os oito alunos selecionados foram convidados a realizar desenhos de representações de moléculas, fazendo-os para três nomes de compostos diferentes: 1,1-dicloroeteno (Parte I), 1,2-dicloroeteno (Parte II) e cloroeteno (Parte III).

Após completarem com os átomos de hidrogênio e de cloro em cada parte, analisaram as representações das moléculas prontas e tentaram concluir se elas se tratavam de uma mesma molécula, vista sob ângulo diferente, ou se eram moléculas realmente diferentes. Para isso consideraram ou não movimentos de rotação dos átomos e das moléculas presentes – habilidade de visualização; fizeram isso separadamente nas três partes I, II e III:

Parte I:

Item 1. Desenhe duas (2) representações da molécula do composto 1,1-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio (Figura 8).

Figura 8 - Pré-desenhos do instrumento de coleta de dados para a Parte I da Atividade 1.

Item 2: Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas duas moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique.

Esperava-se que eles concluíssem que as representações de moléculas que eles desenharam fossem iguais.

Parte II:

Item 3: Desenhe agora quatro (4) representações da molécula do composto 1,2-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio (Figura 9).

Figura 9 - Pré-desenhos do instrumento de coleta de dados para as partes II e III.

Item 4: Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique

Não se esperava aqui que os alunos soubessem as denominações específicas (cis e trans), pois o assunto ainda não havia sido tratado com eles, mas verificar se eles conseguiam ou não perceber (habilidade visual) que havia dois grupos de moléculas distintas. Esperava-se, então, que concluíssem que existiam dois grupos de moléculas: A e B, por exemplo.

Parte III:

Item 5: Por último, desenhe quatro (4) representações da molécula do composto cloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio (Figura 9).

Item 6: Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique

Esperava-se que eles concluíssem novamente que as representações de moléculas que eles desenharam fossem iguais, assim como na parte I.

Além da discussão realizada pelos estudantes durante a elaboração da atividade 1 nessas três partes (I, II e III), foram propostas ainda algumas

perguntas objetivando-se recolher mais informações acerca do processo investigado, parte IV, composta de 3 itens:

Item 7: O que você achou de fazer esse trabalho? Associe com o conceito de metacognição.

Item 8: Quais as dificuldades e facilidades que você encontrou na realização desta atividade?

Item 9: Você acha que este procedimento te ajudou a resolver o problema? De que forma ajudou?

4.3.3 Descrição da Atividade 2 – Montagem dos Modelos 3D

Após a análise cuidadosa da atividade 1 entregue pelos alunos, uma nova coleta de dados se mostrou necessária e foi realizada a fim de se investigar possíveis indícios de que os alunos tivessem ou não habilidades visuais como fazer a rotação nas moléculas e distinguir grupos de moléculas diferentes ou mesmo reconhecer moléculas iguais, pois esse item tornou-se muito importante na análise da pesquisa. O objetivo foi o de se observar como os alunos manipulariam as moléculas, se eles demonstrariam algum entendimento espacial (habilidade visual) para ter indícios, pistas, de como o raciocínio teria sido utilizado anteriormente na atividade 1, mais algorítmico, ou seja, mais mecânico, sem pensamento espacial ou com pensamento espacial.

Assim, em duplas, os alunos foram convidados novamente a refazer a parte II da atividade 1, mas agora com modelos em 3D. Essa nova coleta de dados (atividade 2) foi realizada no laboratório de química da escola com a presença e mediação da pesquisadora, no mês de abril de 2011. Desta vez a atividade foi filmada, conduzida pela própria pesquisadora que depois fez as transcrições.

Basicamente, a atividade 2 (Anexo B) consistiu em se ter, em cima da bancada, quatro partes de moléculas etênicas sem os ligantes e dois béqueres contendo bolinhas azuis (átomos de cloro) e bolinhas brancas (átomos de hidrogênio), sendo que os materiais e procedimentos foram previamente explicados aos alunos (Figura 10).

Figura 10 - Materiais utilizados na Atividade 2, com modelos.

A proposta apresentada a eles é a de que eles deveriam montar quatro moléculas em diferentes configurações do composto 1,2-dicloroeteno. A orientação é de que montassem as moléculas e de que eles fossem falando em voz alta tudo o que estivessem pensando. Terminada a montagem das moléculas perguntou-se se eram moléculas iguais ou diferentes e, nesse momento, a pesquisadora pediu a todos que mostrassem isso espacialmente para tentar verificar ou não o entendimento espacial da questão proposta.

4.3.4 Entrevistas

As entrevistas revelam sua importância devido ao fato de serem:

[...] utilizadas para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam os aspectos do mundo. (BOGDAN; BIKLEN, p.134, 1994)

Ainda segundo Bogdan e Biklen (1994), podem representar a coleta de dados em si, ou serem utilizadas para análise juntamente com outros dados coletados, que é o caso desse estudo.

Portanto, algumas entrevistas individuais e perguntas pontuais foram realizadas e essa coleta foi muito criteriosa, consumindo muito tempo para ser realizada e transcrita de forma adequada. Entretanto, ressalta-se sua importância, já que a combinação de vários métodos de coleta de dados irá ajudar na compreensão do que se está sendo pesquisado, validando a pesquisa.

Assim, para se fazer a triangulação dos dados, ou seja, ter um olhar diferente para o mesmo acontecimento, de formas variadas, a análise foi fechada com as entrevistas, que atenderam ao propósito de tentar dirimir algumas dúvidas da análise dos desenhos e transcrições das atividades, contribuindo para um melhor entendimento do que foi pesquisado e estudado.

4.4 Categoria para análise

Primeiramente as transcrições da atividade 1 foram lidas várias vezes para se identificar pontos comuns (BOGDAN; BIKLEN, 1994) e uma categoria para análise precisou ser elaborada. Como o objetivo deste trabalho foi o de se verificar indícios de manifestação de metavisualização, utilizou-se como suporte o trabalho de Larkin, 2009 que considera como incidente de metacognição:

[...] aqueles em que há uma mudança observável na cognição de um foco na tarefa ou interação social em um nível cognitivo *para um* foco em um aspecto da própria cognição ou emoção ou um foco sobre a regulação e controle do pensamento [...]. (LARKIN, 2009, tradução nossa)

E ainda, para ajudar na separação de processos cognitivos de metacognitivos, utilizamos outro suporte que nos ajuda a fazer essa distinção: Flavell (1976) sugere que as estratégias cognitivas facilitam a conclusão de uma tarefa e do aprendizado enquanto que a estratégia metacognitiva **monitora** esse processo.

Como o interesse foi na manifestação metavisual, modificou-se o que Larkin (2009) chama de incidente metacognitivo para o que se chamou, neste trabalho, de incidente metavisual e adotou-se seguinte aspecto para incidente metavisual:

4.4.1 Incidente Metavisual:

Ocorre uma mudança observável na cognição de um foco na tarefa em um nível chamado cognitivo *para um* foco da própria cognição (meta) ou um foco sobre o monitoramento, a regulação e controle do pensamento que se refere especificamente a alguma habilidade visual, ou seja, questionamento sobre o que foi feito, pensando sobre o que foi feito referente a alguma habilidade de visualização.

Aqui neste trabalho, denominamos *os indícios de manifestação de metavisualização de incidente metavisual*.

A partir dessas definições, foi elaborada uma categoria binária neste trabalho de pesquisa: “não” refere-se a um incidente não metavisual e “sim” a um incidente metavisual (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Categoria binária utilizada para classificar os incidentes em não-metavisuais (não) ou metavisuais (sim).

Exemplo:		Incidente Metavisor	Descrição do Indício
1	A2: É só girar, colocar esta aqui.	Não	Não há, pois aqui o aluno pensa espacialmente (pensamento visual), mas não metavisor, pois ele apenas está concluindo um raciocínio e não pensando sobre o pensamento visual.
2	A1: São duas diferentes né?	Sim	Aluno olhando e referindo-se a dois desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
3	A1: Acho que não porque tem essa dupla aqui no meio.	Sim	Aluno pensando sobre o que haviam visualizado com relação à molécula, mudança de foco do visual para o metavisor, vendo e levando em conta agora a dupla ligação e assim, <i>regulando</i> a aprendizagem.

Um exemplo não metavisor corresponderia ao exemplo 1. O aluno pode estar pensando visualmente, mas não metavisoralmente, isto é, ele pensa espacialmente, mas não pensa sobre esse pensamento explicitamente. Um incidente metavisor seria quando o aluno monitora as habilidades visuais, ou seja, quando ele demonstra estar *questionando (monitorando)*, exemplo 2, ou *pensando sobre seu pensamento* (mudando o foco de pensamento cognitivo para metacognitivo) *com relação às habilidades visuais*, exemplo 3, em que eles já estavam pensando sobre a molécula e o aluno A1 encontrou mais um argumento com relação à estrutura visual da molécula.

Pretendeu-se verificar se o que ele pensava (sua representação interna) foi questionado (monitorado), modificado ou até mesmo descartado após a ocorrência de um incidente metavisor. Assim, as falas das transcrições foram analisadas e categorizadas como nos exemplos acima.

As transcrições foram reproduzidas na íntegra. A categorização binária descrita acima “não” e “sim” mostrou-se necessária, pois muitas vezes é difícil

se distinguir um evento cognitivo de um metacognitivo, sendo que às vezes eles se misturam mesmo e o foco é no *evento metacognitivo*, em especial com relação à visualização. A proposta foi trabalhar com uma categorização muito simples, com foco principal em se separar o que é metavísual do que não é metavísual.

Para proporcionar validade, os dados foram categorizados pela pesquisadora e pelo orientador. Nos casos em que houve dúvida, optou-se por classificar o evento como não-metavísual.

A partir dessa categorização, dividiu-se a análise das transcrições da atividade 1 em 3 partes (I, II e III), de acordo com as três atividades realizadas por cada dupla de alunos, pois cada uma pode ou não conduzir a uma resposta diferente, ou seja, foram analisadas independentemente num primeiro momento.

Em cada uma das partes: I, II e III a análise foi feita seguindo os seguintes questionamentos ou proposições:

- O aluno desenhou corretamente as moléculas?
- O aluno conseguiu ou não concluir que as moléculas eram idênticas ou que eram diferentes?
- Nesse pensamento houve ou não indícios de manifestação metavísual, ou seja, de incidente metavísual?
- Como foi a contribuição desse incidente metavísual no desenvolvimento da atividade? Eles ajudaram a confirmar um raciocínio, monitorar ou ainda mudar a opinião nessa construção?
- Levantamento de outros possíveis fatores envolvidos nessa aprendizagem.

4.4.2 Natureza do Incidente Metavísual:

Ainda com relação aos incidentes metavísuais, eles foram categorizados conforme o seu contexto nas falas, para possibilitar compreender qual a possível relação deles com o aprendizado dos alunos.

A categorização ficou assim estabelecida:

- Confirmação: neste trecho o incidente metavisual identificado, confirma algum raciocínio da dupla.
- Monitoramento: o incidente metavisual está na forma de pergunta, algum questionamento.
- Mudança de opinião (+): o incidente metavisual faz com que o aluno mude de opinião, no caso, sendo *favorável* ao aprendizado.
- Mudança de opinião (-): o incidente metavisual faz com que o aluno mude de opinião, no caso, sendo *desfavorável* ao aprendizado (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Categoria de classificação da natureza dos Incidentes Metavisuais - Exemplos.

Exemplo:		Incidente Metavisual
1	A6: Ah eu também acho, espera...tipo, se você girar, vai ser tudo igual. Vai ser a mesma substância. (6/6) ⁷	Confirmação
2	A7: Amiga, eu concordo com você na questão 5, mas na questão 3 ainda não consigo ver que são moléculas iguais, são? (3/3) ⁸	Monitoramento
3	A2: Então são as mesmas. Ah é, são diferentes. (4/13) ⁹	Mudança (+)
4	A3: Então...Vamos pensar...A molécula representada representa a mesma substância mas...inaudível... a mesma substância, só que representadas de jeitos diferentes que nem a gente fez. Até porque no exercício fala para fazer o composto cloro-eteno mudando a posição do átomo de cloro e de hidrogênio, então você vê que você fez a mesma substância para todas, mas em diferentes posições. ¹⁰	Mudança (-)

4.5 Registro das Transcrições das atividades e entrevistas.

4.5.1 Atividade 1

⁷ Este é o 6.^o incidente metavisual do Grupo 3, num total de 6 incidentes metavisuais do Grupo 3.

⁸ Este é o 3.^o incidente metavisual do Grupo 4, num total de 3 incidentes metavisuais do Grupo 4.

⁹ Este é o 4.^o incidente metavisual do Grupo 1, num total de 13 incidentes metavisuais do Grupo 1.

¹⁰ Este é o 10.^o incidente metavisual do Grupo 2, num total de 10 incidentes metavisuais do Grupo 2.

As transcrições da atividade 1 foram realizadas pelos alunos e conferidas pela pesquisadora com o áudio. Estão todas na íntegra nos anexos, seguindo a ordem:

Anexos C, D, E, F – Referentes às transcrições do grupo 1, alunos A1 e A2;
Anexos G, H, I, J – Referentes às transcrições do grupo 2, alunos A3 e A4;
Anexos K, L, M, N – Referentes às transcrições do grupo 3, alunos A5 e A6;
Anexos O, P, Q, R – Referentes às transcrições do grupo 4, alunos A7 e A8;

Na análise dos resultados foram colocados alguns trechos das transcrições que facilitem o entendimento da análise. Essas transcrições aparecem no texto da dissertação conforme quadro abaixo (Tabela 4.5):

Tabela 4.5 - Modelo das transcrições da atividade 1 no texto da dissertação.

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
----------	--	-------------------------------------

4.5.2. Atividade 2

As transcrições da atividade 2 foram realizadas e conferidas pela própria pesquisadora. A atividade 2 foi realizada com 6 dos 8 alunos pesquisados. Essas transcrições também estão todas na íntegra nos anexos, seguindo a ordem:

Anexo S – Referente à transcrição do aluno A1;
Anexo T – Referente à transcrição da aluna A4;
Anexo U – Referente à transcrição do grupo 3: alunas A5 e A6;
Anexo V – Referente à transcrição do grupo 4: alunas A7 e A8;

Na análise dos resultados também foram colocados alguns trechos dessas transcrições. Elas aparecem conforme abaixo (Tabela 4.6):

Tabela 4.6 - Modelo das transcrições da atividade 2 e das entrevistas no texto da dissertação.

Aluno	Conteúdo
Ou	
Pesquisadora	Conteúdo

4.5.3 Entrevistas

Algumas entrevistas foram realizadas e transcritas pela própria pesquisadora, o conteúdo na íntegra encontra-se nos anexos.

Na análise dos resultados também foram colocados alguns trechos dessas transcrições para melhor compreensão. Elas aparecem da mesma forma que a atividade 2, conforme acima (Tabela 4.5).

5. ANÁLISE E RESULTADOS

O estudo tem metodologia interpretativa e procurou analisar indícios de manifestação de metavisualização durante a realização da atividade 1 e suas implicações. O foco não foi fazer um aprofundamento em como ensinar isomeria geométrica, mas sim pesquisar e analisar possíveis incidentes metavisuais manifestados pelos alunos no desenvolvimento dessa atividade colaborativa e, em que medida isso interferiu na construção dos conceitos. Essa foi uma das razões em se escolher esse tema para investigar, de ser de natureza visual, para se analisar especificamente os indícios de que o estudante esteja pensando sobre suas visualizações, suas representações internas (imagens na sua mente).

Então, parte-se do pressuposto que é possível afirmar que ao menos parte do raciocínio utilizado para fazer essa atividade, poderá envolver o pensamento sobre imagens (metavisualizar), por isso, utiliza-se o termo indício, pois é possível que haja indício da manifestação da metavisualização, mas não é possível afirmar isso, pois mesmo quando se pergunta ao aluno o que ele estaria pensando num determinado momento, muitas vezes ele não se recorda e não sabe ao certo se utilizou raciocínio espacial o tempo todo ou não. Mas em certa medida pode ter utilizado esse raciocínio espacial, pois fez desenhos das moléculas e os utilizou para pensar, e por isso a palavra “indício”.

5.1 Análise da Atividade 1 - Elaboração dos desenhos e respostas às perguntas.

Nas análises a seguir, alguns trechos das transcrições da atividade 1 foram reproduzidos para melhor compreensão das análises, mas vale salientar que as transcrições completas encontram-se nos anexos, no final do trabalho.

Para completar a análise da atividade 1, foi feita na sequência, a análise da atividade 2, cujo objetivo principal era de verificar habilidades visuais manifestadas pelos alunos no sentido de rotacionar moléculas e conseguir

distinguir entre duas moléculas diferentes espacialmente, assim como reconhecer duas que fossem iguais. E finalizando, a análise de algumas entrevistas realizadas, cujo objetivo era tentar elucidar alguns pontos, hipóteses da atividade 1, e assim concluir a análise dos dados.

Retomando, as duplas realizaram as três partes da atividade 1, que assim se constituem:

Parte I:

Item 1: Os alunos desenharam duas representações da molécula 1,1-dicloroeteno;

Item 2: Discussão sobre as representações realizadas no item 1. Seriam representações diferentes de moléculas de uma mesma substância ou seriam duas moléculas diferentes que representavam duas substâncias distintas?

Parte II:

Item 3: Os alunos desenharam quatro representações da molécula 1,2-dicloroeteno;

Item 4: Discussão sobre as representações realizadas no item 3. Seriam representações diferentes de moléculas de uma mesma substância ou seriam moléculas diferentes que representavam substâncias distintas?

Parte III:

Item 5: Os alunos desenharam quatro representações da molécula cloroeteno;

Item 6: Discussão sobre as representações realizadas no item 5. Seriam representações diferentes de moléculas de uma mesma substância ou seriam moléculas diferentes que representavam substâncias distintas?

Parte IV: Respostas às três perguntas sobre a atividade realizada.

5.1.1 Análise da Atividade 1 do Grupo 1: Alunos A1 e A2:

✓ Parte I - Alunos A1 e A2 (ANEXO C)

Os alunos A1 e A2 começaram e rapidamente seguiram com a montagem das representações das moléculas. O aluno A2 comete um pequeno engano denominando o átomo de carbono como molécula, mas é prontamente corrigido pelo aluno A1 que continua a montagem:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: Vamos. Então tem que ter é... um cloro, quer dizer são dois átomos de cloro na mesma molécula de carbono.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
A1: Isso mesmo, no mesmo átomo de carbono.	Não	
A1: Vamos desenhar. Uma bolinha, outra bolinha.	Não	

As moléculas foram desenhadas parcialmente corretas, pois os alunos não representaram os átomos de cloro (Figura 11):

Figura 11 - Representação das moléculas sem os átomos de cloro

Ao serem questionados sobre isso, disseram que não havia necessidade, pois onde não houvesse bolinha seria átomo de cloro. Assim, constatamos que apesar da representação parcial, eles pensaram de forma correta na representação dos desenhos e pelo relato deles, consideraram os átomos de cloro na representação interna (imagem) destas moléculas.

Eles conseguiram concluir corretamente que as moléculas eram idênticas e houve indício de pensamento espacial e de manifestação de metavisualização nas duas últimas falas (abaixo) o que pode ter colaborado para ratificar o raciocínio expressado pelos estudantes A1 e A2, ajudando-os a responder corretamente:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: 2. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas duas moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique....São as mesmas moléculas.	Não	Não há, eles leram a pergunta, pensaram e responderam.
A1: Eu também acho que são as mesmas.	Não	
A2: É só você virar espacialmente.	Sim(1/13) ¹¹	Sim, há. O aluno A2 retoma o que havia pensado, pensando novamente e espacialmente na imagem das moléculas do raciocínio anterior (metavisual).
A1: Porque, imagina as moléculas no meio, com velocidade elas acabam virando, então são as mesmas moléculas. Só que olhando de formas diferentes, uma na frente e outra atrás.	Sim(2/13)	Aluno pensando sobre o que tinha pensado, justificando espacialmente (metavisual).

✓ Parte II - Alunos A1 e A2 (ANEXO D)

Os alunos desenharam corretamente as moléculas, embora novamente não tenham colocado os átomos de cloro pela mesma razão anterior. Começaram pensando em colocar um cloro em cada carbono.

Primeiramente, montaram duas representações da molécula trans e o aluno A2 interrompe e questiona se as duas são trans mesmo (monitoramento) e A1 justifica com indícios de pensamento visual, dizendo que são iguais, só que dispostas de forma diferente e propõe seguir o exercício:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A1: Agora o que a gente colocou foi trans, agora a gente coloca cis.	Não	Não há, o aluno está apenas concluindo o raciocínio
A2: Dois trans né?	Sim, (3/13)	Sim, há. O aluno A2 está se questionado se são dois trans mesmo, monitorando seu raciocínio. Há indício de que ele pensou em duas moléculas trans, ficou na dúvida e quis a confirmação.
A1: É são dois trans, só que olhando de formas diferentes, agora vamos ver o cis.	Não	O aluno A1 está pensando espacialmente, mas apenas respondendo o que parece que ele já conhecia e propondo continuarem o exercício.

¹¹ Este número indica o número do incidente metavisual desta dupla. No total das três atividades, foram num total de 13 para esse Grupo 1.

O aluno A1 identificou em princípio que havia a presença de dois tipos de moléculas, as duas de cima que eles desenharam e as duas de baixo (Figura 12):

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A1: Bem, quando a gente desenhava as moléculas de cima, os cloros estavam de lados opostos em cada átomo de carbono, enquanto as de baixo estavam de mesmo lado, estão para a parte de cima.	Não	Não há, aluno pensando e concluindo um raciocínio.

Figura 12 - Desenho representando as moléculas feitas pelo grupo 1, na parte B.

Aparentemente isso não estava claro para o aluno A2 que após pensar sobre isso (metavisual), também concluiu que as moléculas seriam diferentes, *mudando* o que ele achava em princípio:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: Então são as mesmas... Ah é, são diferentes.	Sim (4/13)	Sim há. Aluno pensando no que o colega acabou de falar e concluindo que o que tinha pensado sobre as moléculas estava incorreto, modificando sua conclusão.
A1: Essas quatro representam duas moléculas diferentes.	Não	Não há, está acabando de concluir o raciocínio.

Na sequência, o aluno A2 acabou achando que dava para transformar uma molécula trans em cis só girando (no local da dupla). O aluno A1 pensa um pouco (metavisual) e se lembra da presença da dupla, o que não permitiria a rotação sugerida pelo aluno A2:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: É só girar, colocar esta aqui.	Não	Não há, pois aqui o aluno pensa espacialmente (pensamento visual), mas não metavisual, pois ele apenas está concluindo o raciocínio anterior e não pensando sobre o pensamento visual.

A1: Acho que não porque tem essa dupla aqui no meio.	Sim (5/13)	Sim, há. Aluno pensando sobre o que haviam visualizado com relação à molécula, mudança de foco do visual para o metavisual, vendo e levando em conta agora a dupla ligação e assim, <i>regulando</i> a aprendizagem.
--	------------	--

O aluno A2 considera essa informação da dupla e da rotação e percebe que realmente a molécula representada cis é diferente da molécula representada trans, constatação que parece ter sido determinante na resolução da questão.

Isso é ratificado pelo aluno A1 que parece pensar espacialmente considerando agora a polaridade das moléculas e, desta forma, conclui corretamente que há realmente dois tipos de moléculas representadas nos desenhos, as moléculas trans que seriam apolares e as cis que seriam polares.

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: É, e se colocar aqui não fica a mesma coisa.	Não	Não há. Aluno apenas concordando com o raciocínio anterior, concluindo.
A1: Não fica não porque se você for pensar são compostos diferentes, vê isso espacialmente. Que nem aqui, ó, tem aqui o carbono e o carbono, hidrogênio, um cloro e um cloro. Se colocar o cloro aqui para cima fica diferente. Se for pensar este aqui é apolar (aponta para a molécula de cima) e o debaixo polar (Figura 12).	Sim (6/13)	Sim há. Agora o aluno pensa novamente no que tinha pensado espacialmente e está incorporando o aspecto da polaridade para apoiar sua argumentação.

O aluno A2 conclui inadvertidamente então que seriam todas diferentes, sendo corrigido pelo aluno A1 que confirma que há dois grupos de moléculas diferentes representadas nos desenhos e, assim o aluno A2 concorda parecendo pensar espacialmente, pois inverte as moléculas e percebe que seriam iguais, duas a duas.

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: É tem razão. Aí, é então, todas são diferentes né?	Sim, (7/13)	Aluno demonstra estar na dúvida e pergunta ao colega para confirmar, monitorando o raciocínio.

A1: São duas diferentes né?	Sim, (8/13)	Aluno olhando e referindo-se a dois desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
A2: É duas diferentes, essa para essa, por que essa aqui para cá é só inverter, beleza, agora vamos para o cinco , é....	Não	Aluno apenas concluindo o raciocínio.

Um dado interessante é notar o número de vezes em que o aluno A2 questiona (monitora). Quando perguntado para ele o porquê disso, respondeu que questiona muito porque às vezes não entendeu direito, mas em geral é para confirmar mesmo, ver se está certo, ou seja, o aluno estaria monitorando (manifestando a metavisualização), o que também pode ter ajudado nesta atividade.

✓ PARTE III - Alunos A1 e A2 (ANEXO E)

Esse exercício a dupla fez com muita facilidade. Rapidamente preencheram os desenhos fazendo as quatro representações de moléculas. Há indícios de pensamento visual e metavisual em alguns trechos. Após terminarem os quatro desenhos, o aluno A2 ainda assim questionou duas vezes, monitorando:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: São as mesmas né?	Sim, (9/13)	Aluno olhando e referindo-se a dois desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
A1: É são as mesmas, olhando de um lado, de outro, de cima para baixo.	Não	Não, aluno explicando espacialmente porque acha que são as mesmas, pensamento visual (não metavisual) para responder ao questionamento do colega.
A2: Só rotacionar né?	Sim, (10/13)	Aluno olhando e referindo-se aos desenhos das moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.

A1: É, é só ficar rodando ela que você acha.	Não	Não, aluno novamente explicando espacialmente (com rotação) porque acha que são as mesmas, pensamento visual (não metavisual) para responder ao questionamento do colega.
--	-----	---

No segundo questionamento (só rotacionar né?) o aluno pensou espacialmente, olhando para o desenho e A2 disse que o desenho o ajudou bastante a pensar, ficou imaginando a molécula rodando, informação obtida ao se questionar o aluno.

Nesse momento o aluno A2 lembrou-se sobre o que havia acabado de concluir no exercício anterior, sobre movimentos de rotação, percebeu que nesse caso, mesmo rodando, as moléculas seriam iguais diferentemente do que havia concluído no exercício anterior, ratificando mais uma vez seu raciocínio.

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: Mas é diferente do anterior, que não adianta se ficar rodando.	Sim (11/13)	Aluno referindo-se ao exercício anterior, comparando o atual ao anterior, pensando novamente nas imagens para ratificar a sua conclusão neste exercício atual.
A1: isso	Não	Não há. Aluno apenas concordando com o raciocínio do colega, parecendo que para ele já estava claro.
A2: É por isso que são duas diferentes no anterior.	Não	Não há. Alunos apenas concluindo o raciocínio anterior.

O aluno A1 novamente pensou no que havia concluído no exercício anterior, valendo-se novamente da polaridade para concluir corretamente que as moléculas são iguais:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A1: É porque nesse caso só tem um átomo de cloro e um átomo não vai mudar muita coisa, as duas são polares.	Sim (12/13)	Sim há. Pensando novamente no seu argumento sobre a polaridade utilizado anteriormente e ratificando sua conclusão aqui.

Para finalizar o aluno A2 questiona sobre as moléculas desse exercício, buscando uma confirmação do colega:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2:Então...São todas iguais? É isso?	Sim (13/13)	Aluno olhando e referindo-se aos desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
A1:É, bem isso mesmo.	Não	Não, aluno apenas confirmando o raciocínio do aluno.

A análise de todas essas partes I, II e III sugere que o pensamento espacial esteve presente em muitos trechos desta resolução, assim como o pensamento metavisual em outros. Logo, pode-se afirmar que houve indícios de metavisualização por ambos os alunos.

Os incidentes metavisuais (Figura 13) podem ter contribuído em alguma medida no desenvolvimento da atividade, sendo que a contribuição possa ter sido de:

- Confirmação de um raciocínio: incidentes números 1, 2, 6, 11 e 12.
- Monitoramento (pergunta): incidentes números 3, 7, 8, 9, 10 e 13.
- Mudança de opinião favorável ao aprendizado (+): incidentes números 4 e 5.
- Mudança de opinião desfavorável ao aprendizado (-): não houve.

Figura 13 – Os 13 incidentes metavisuais do Grupo 1 e sua relação com o desenvolvimento da atividade 1: confirmando um raciocínio, monitorando (perguntando) ou mudando a opinião.

✓ **PARTE IV - Alunos A1 e A2 (ANEXO F)**

Sobre a atividade realizada, os alunos consideram que um ponto positivo é o de enxergar, visualizar o próprio pensamento, por exemplo, no caso de moléculas com dupla ligação, que eles em princípio achavam que os átomos de carbono poderiam sofrer rotação, mas que isso não é possível justamente pela presença da dupla.

Também consideraram a gravação como um facilitador na realização da atividade.

5.1.2 Análise da Atividade 1 do Grupo 2: Alunos A3 e A4:

✓ **Parte I – Alunos A3 e A4 (ANEXO G)**

Os alunos desenharam as representações das moléculas corretamente. A aluna A4 foi fazendo e analisando corretamente os desenhos, encaixando os átomos na dupla etênica (Figura 14).

Figura 14 - Desenho das representações das moléculas finalizadas pela aluna A4.

O aluno A3 concordou com o raciocínio e os desenhos realizados pela aluna A4. Ao responder o item 02, o aluno A3 respondeu que eram duas moléculas diferentes, mas que representavam a mesma substância, logo demonstrou ter entendido que as moléculas são as mesmas se forem rotacionadas, explicou e deu indícios de pensamento visual, rotacionando as moléculas:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A3: Bom, eu acho que as duas moléculas são diferentes, mas representam a mesma substância, porque no quesito de moléculas em uma delas tem dois cloros no carbono esquerdo e a outra, dois cloros no carbono direito, mas a substância acaba sendo a mesma, porque se você inverter o lado fica a mesma coisa, só vai mudar a ordem, e acho que a ordem não altera.	Não	Não há, aluno pensando espacialmente, visual, não metavisual.

Parece que a aluna A4 ficou um pouco na dúvida, pausa e pensa um pouco. Justifica espacialmente que se girar a molécula, elas ficam iguais, pensando sobre o colega havia dito, reafirmando sua conclusão, logo, dando indícios de manifestação de metavisualização:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A4: É, mas para mim se a posição... Inaudível... é diferente... a substância é a mesma, pois se você olhar espacialmente, por exemplo, se você colocar a molécula ao contrário, uma vai ficar igual a outra.	Sim (1/10)	Sim há. Aluna pensando no que o amigo tinha pensado, olha para os desenhos e pensa espacialmente, girando a molécula. Houve regulação do raciocínio.

O aluno A3 parece concordar, e ainda utiliza outra justificativa que é a da fórmula molecular e conclui com indícios de pensamento espacial dizendo que se tratam de diferentes representações, mas a substância é a mesma, o que os ajudou a resolver essa parte da atividade.

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A3: É, eu concordo com você, eu acho que vai acabar ficando a mesma substância, porque a fórmula molecular vai ser a mesma, as duas moléculas estão representando o 1,1-dicloro-eteno que é a substância, só que essa substância tem vários jeitos de ser representada, ou seja, dois jeitos, que foi esse que a gente apresentou, dois cloros no carbono esquerdo e dois cloros no carbono direito. Então a substância é a mesma, mas... Inaudível...com representações diferentes.	Sim, (2/10)	Sim há. Aluno pensando no que havia pensado e ratificando sua conclusão de que as moléculas são iguais, mas representadas diferentemente.

✓ **Parte II – Alunos A3 e A4 (ANEXO H)**

Os alunos desenharam corretamente as representações das moléculas. Começaram fazendo as representações das moléculas cis (esquerda) e depois as trans (direita) (Figura 15):

Figura 15 - As quatro representações feitas pelos alunos A3 e A4.

A aluna A4 ainda achou que daria para desenhar mais moléculas, além das quatro feitas, parece ficar na dúvida:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A4: E no quarto o oposto, um cloro embaixo, outro em cima e os hidrogênios completa (rabiscos). Se bem que a gente podia variar, tem várias opções na verdade..né?	Sim (3/10)	Sim há, a aluna está monitorando, questionando.

A3 concordou, mas apesar disso resolveram seguir adiante, parece que ficaram na dúvida, mas resolveram continuar. A aluna A4 conclui corretamente que as moléculas que possuem os átomos de cloro para cima e para baixo são iguais, sendo que o aluno A3 concorda e ambos parecem pensar espacialmente:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A4: No caso em que a gente colocou os dois cloros pra cima e os dois cloros pra baixo pra mim são iguais.	Não	Não há, eles estão pensando e raciocinando (visual) para responder à pergunta.
A3: Porque só muda a ordem	Não	
A4:Hum..É, só muda a ordem, se você olhasse a molécula ao contrário ia dar na mesma.	Sim (4/10)	Hesitação em responder, a aluna para por um momento, pensando no que pensou (metavisual), raciocina espacialmente, confirmando o que ela achava, monitorando.

Na sequência, a aluna A4 conclui que para as moléculas em que os cloros estão dispostos transversalmente ocorre o mesmo (os desenhos que fizeram a direita, Figura 15), aqui parece que o aluno A3 questiona se essas moléculas (que são as cis) são diferentes das que estão analisando agora (as moléculas trans), demonstrando ter ficado na dúvida e dando indícios de estar pensando espacialmente:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A4: No do lado também se você virar a molécula ao contrário também, pois cada um está em uma ponta, se você virar a molécula de cabeça para baixo fica igual.	Não	Não há, a aluna está concluindo o raciocínio, pensando espacialmente (visual)
A3: Será? Acho que fica diferente...Inaudível... a molécula em que o cloro tá em cima ...pro cloro que está na lateral, ou não?	Sim (5/10)	Monitorando, questionando. Aluno pensando espacialmente no conjunto de moléculas da direita.

Neste momento o aluno A3 apoia-se na ideia que usou anteriormente, isto é, de que mesma fórmula molecular significa que as moléculas sejam iguais, portanto corresponderiam à mesma substância. Assim, o aluno novamente pensa na fórmula molecular do exercício anterior, o que o faz concluir erradamente que todas as moléculas representam a mesma substância já que a fórmula molecular é a mesma, desconsiderando ou não vendo diferenças espaciais:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A3: Mas, a fórmula molecular fica a mesma porque todos serão a mesma coisa, no caso $C_2Cl_2H_2$, Todos têm a mesma fórmula molecular, mas acho que o mesmo caso do exercício anterior, que tem a mesma fórmula molecular, mas tem estruturas diferentes, são vários jeitos de representar a mesma molécula.	Sim (6/10)	Comparando com o que tinha pensado no exercício anterior. Entretanto abriu mão do pensamento espacial e apoiou-se na premissa de que se tem a mesma fórmula molecular são as mesmas moléculas. Regulou o raciocínio, entretanto levando-o a concluir erroneamente.

A aluna A4 concorda. O conhecimento prévio trazido por ele (A3) e talvez uma possível dificuldade em pensar espacialmente foi fator decisivo nesta conclusão, inclusive conhecimento correto, já que até o momento eles apenas tinham estudado isomeria plana.

Aos serem questionados pela pesquisadora alguns dias após a atividade, os alunos disseram que ficaram realmente na dúvida se havia dois conjuntos de moléculas (que seria o correto) ou apenas um, pois espacialmente parecia que havia, mas eles não conseguiram ter certeza. A3 afirmou não fazer sentido uma coisa igual ser diferente. Então, por falta de certeza, o argumento de que tinham a mesma fórmula molecular predominou e acabaram por concluir erroneamente. Mas a aluna A4 disse ter ficado com “a pulga atrás da orelha” e que achou estranho que as moléculas fossem todas iguais.

✓ Parte III - Alunos A3 e A4 (ANEXO I)

Os alunos desenharam corretamente as representações das moléculas (Figura 16).

Figura 16 - As quatro representações feitas pelos alunos A3 e A4 para o cloroeteno.

O aluno A3 foi concluindo rapidamente que bastava dispor em formas diferentes, modificando as posições dos átomos de cloro e de hidrogênio. A aluna A4 questionou:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A4: É isso mesmo?	Sim (7/10)	Sim há. A aluna está monitorando o raciocínio apresentado pelo colega.
A3: Acho que sim, acho que vai ficar como os outros exercícios, só que o outro era dicloro e esse é um.	Não	Não há, aluno concluindo raciocínio.

Assim A3 ratificou corretamente a confecção do desenho dessas moléculas, aparentemente apoiando-se novamente na hipótese de mesma fórmula molecular, só com a diferença de que neste caso tem-se apenas um átomo de cloro.

Concluíram que seria igual aos outros dois exercícios. Não tiveram dificuldade em concluir que seriam todas as moléculas iguais, A4 parece pensar espacialmente:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A4: Essa eu tenho certeza que todas as moléculas são iguais, hum, pera aí... porque se você, por exemplo, olhando de um modo espacial, 3D, se você mudasse a posição da molécula ia continuar a mesma coisa, ia ser tudo igual.	Sim (8/10)	Sim há. Aluna pensando no que pensou, pensamento metavisual. Monitorando.

A fala da aluna (acima e abaixo) demonstra que ela não tem certeza de que o exercício anterior as moléculas seriam todas iguais, embora o argumento de mesma fórmula molecular ainda lhes pareceu mais forte.

O aluno A3 diz que a fórmula estrutural é diferente, mas como a molecular é igual é o mesmo caso dos anteriores, o que parece não ter ficado claro a aluna A4 ainda questiona:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A3: Então acho que é o mesmo caso dos outros dois, mesma fórmula molecular e a fórmula estrutural diferente.	Não	Não, aluno concluindo raciocínio, novamente apoiando-se na mesma fórmula molecular.
A4: Depende, no exercício 3 estava diferente...não?	Sim, (9/10)	Sim, há. Aluna ainda na dúvida com relação a questão anterior, está monitorando, questionando.

O aluno A3 insiste que apenas mudam as posições, mas as substâncias são sempre as mesmas, desta vez utilizando-se do raciocínio espacial, o que parece sugerir que ele pensa nas moléculas (espacialmente), mas quando fica na dúvida (exercício anterior) se apoia em algo que está mais cristalizado para ele, no caso, nas fórmulas moleculares:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A3:Então...Vamos pensar...A molécula representada representa a mesma substância mas...inaudível... a mesma substância, só que representadas de jeitos	Sim (10/10)	Sim , há, o aluno retoma o pensamento, metavisual, para concluir que realmente são moléculas iguais.

diferentes que nem a gente fez. Até porque no exercício fala para fazer o composto cloro-eteno mudando a posição do átomo de cloro e de hidrogênio, então você vê que você fez a mesma substância para todas, mas em diferentes posições.		
---	--	--

Os incidentes metavisuais (Figura 17) podem ter contribuído em alguma medida no desenvolvimento da atividade, sendo que a contribuição possa ter sido de:

- Confirmação de um raciocínio: incidentes números 1, 2, 4 e 8.
- Monitoramento (pergunta): incidentes números 3, 5, 7 e 9.
- Mudança de opinião favorável ao aprendizado (+): não houve.
- Mudança de opinião desfavorável ao aprendizado (-): incidentes números 6 e 10.

Figura 17 – Os 10 incidentes metavisuais do Grupo 2 e sua relação com o desenvolvimento da atividade 1: confirmando um raciocínio, monitorando (perguntando) ou mudando a opinião.

✓ **PARTE IV - Alunos A3 e A4 (ANEXO J)**

Sobre a atividade realizada, os alunos consideraram que o trabalho foi diferente e motivador. E, que o mais importante foi o trabalho ser realizado em duplas e da possibilidade em mostrar o raciocínio, já que consideram o fato de ser falado uma vantagem em relação a somente escrever.

5.1.3 Análise do Grupo 3 - Alunas A5 e A6:

✓ Parte I – Alunas A5 e A6 (ANEXO K)

As alunas fizeram as representações das moléculas corretamente, A6 afirma que basta colocar os dois cloros no mesmo carbono e a A5 concorda. (Figura 18).

Figura 18 - As representações das moléculas na parte I, alunas A5 e A6

Não foi identificado nenhum incidente metavisual neste trecho. Concluíram corretamente se tratar da mesma substância, ao justificar que as moléculas são iguais, parece que a aluna A5 pensou espacialmente (mas não houve indício de manifestação metavisual), mas não parou para repensar e ratificar ou não sua escolha:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisão?	Descrição do Indício ou não-indício
A5: Ah é eu também acho...porque tanto o primeiro quanto o segundo desenho, os dois cloros estão ligados em um só carbono...	Não	Não há, mas a aluna apoiou-se nos desenhos para concluir, pensamento visual.

Entretanto, um fato que chamou a atenção na atividade, foi o tempo que a dupla demorou para concluir a atividade, 9 minutos, sendo que o tempo médio das outras três duplas foi de 3 a 4 minutos. Houve hesitação e demora na conclusão de cada uma das falas. Isso poderia indicar que, mesmo não manifestando a metavisão de forma verbal, a dupla poderia ter pensado metavisualmente.

✓ **Parte II – Alunas A5 e A6 (ANEXO L)**

As alunas fizeram as representações das moléculas corretamente (Figura 19).

Figura 19 - As quatro representações da parte II – alunas A5 e A6.

Pelo fato de haver mais opções de desenhos, a aluna A5 se surpreendeu e pensou em princípio, que o exercício seria muito diferente. Confirma com a aluna A6 se seria mesmo um cloro para cada carbono e a aluna A6 confirma dando indícios que pensa espacialmente, pois sugere a alternância dos cloros de posição, indicando essas diferentes possibilidades dos cloros:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A5: Nesse é um cloro para cada carbono, né A6?	Sim (1/6)	Sim há, aluna está monitorando, questionando.
A6: Ah, eu acho que sim. Pode por o cloro em cima, embaixo ou na diagonal!	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar, desenhando e pensando visualmente (executando a tarefa).

Ao responder se se tratavam de moléculas iguais ou diferentes, em princípio a aluna A5 ia concluir algo, mas ficou na dúvida, pensando em qual seria a diferença deste exercício para o anterior, assim, resolveu ler novamente a proposta:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A5...(pausa para pensar)...hum...acho que...qual que é a diferença? Deixa-me ler de novo...	Sim, (2/6)	Sim há, aluna monitorando, tentando perceber o que há de diferente com relação ao exercício anterior. Há indícios de hesitação.

A aluna A5 acaba identificando 2 tipos diferentes de moléculas, mas fica na dúvida. A aluna A6 pensa um pouco, questionando, mas conclui que deva ser isso mesmo:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A5: Ah tá...Acho que a cadeia com dois cloros em cima e o que tem os dois embaixo são iguais! E os que tão em diagonal também são iguais entre si...sei lá...	Não	Não há. A aluna está pensando espacialmente (visualmente) apoiando-se nos desenhos que fez.
A6: Será?... é acho que é isso mesmo.	Sim (3/6)	Sim há, aluna monitorando, questionando.

Como A6 não justificou, pode ser que não tenha pensado espacialmente, somente concordado com a colega. De qualquer forma, acabam concluindo corretamente que existem dois tipos de moléculas representados.

✓ Parte III – Alunas A5 e A6 (ANEXO M)

As alunas fizeram corretamente as representações dos desenhos das moléculas. A aluna A6 pensa que o cloro possa estar ligado em qualquer carbono, mas pede confirmação a aluna A5 porque está em dúvida e a aluna A5 confirma.

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A6: Então...o cloro pode estar ligado em qualquer carbono, será? O que você acha?	Sim (4/6)	Sim há, aluna monitorando, questionando, pois demonstra estar na dúvida.
A5: É..., tá certo. Um cloro vai estar ligado a um carbono e vai ter três hidrogênios	Não	Não há. Aluna finalizando o raciocínio.

A aluna A6 acha que todas as moléculas são iguais, mas confirma com a aluna A5 que, antes de responder, pensa espacialmente no que estão pensando e conclui que será tudo igual mesmo:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A6: Vamos ler a próxima...observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar...hum...acho que são todas iguais, mas não tenho certeza e você?	Sim (5/6)	Sim há, aluna monitorando, questionando, pois demonstra novamente estar na dúvida.
A6: Ah eu também acho, espera...tipo, se você girar, vai ser tudo igual. Vai ser a mesma substância.	Sim (6/6)	Sim há, a aluna para monitorar seu raciocínio, questionando, pensando visualmente e ratificando seu raciocínio.

Concluíram novamente corretamente que todas as moléculas representadas são iguais.

Houve indícios de manifestação metavisual e a aluna A5 também parece pensar espacialmente.

Os incidentes metavisuais (Figura 20) podem ter contribuído em alguma medida no desenvolvimento da atividade, sendo que a contribuição possa ter sido de:

- Confirmação de um raciocínio: incidente número 6.
- Monitoramento (pergunta): incidentes números 1 a 5.
- Mudança de opinião favorável ao aprendizado (+): não houve.
- Mudança de opinião desfavorável ao aprendizado (-): não houve.

Figura 20 – Os 6 incidentes metavisuais do Grupo 3 e sua relação com o desenvolvimento da atividade 1: confirmando um raciocínio ou monitorando (perguntando).

✓ **PARTE IV - Alunas A5 e A6 (ANEXO N)**

Sobre a atividade realizada, as alunas consideram que o trabalho foi dinâmico e interessante, uma forma de ver os diferentes pensamentos num exercício. Ouvir a opinião do outro e ouvir novamente a dela própria também foram apontados como fatores favoráveis.

5.1.4 Análise do Grupo 4: Alunas A7 e A8:

✓ PARTE I - Alunas A7 e A8 (ANEXO O)

As alunas fizeram corretamente as representações das moléculas. A7 começa desenhando a primeira molécula (Figura 21, esquerda) Ao desenhar a segunda molécula (Figura 21, direita) a aluna A8 parece pensar espacialmente, pois fala de inverter o lugar dos cloros:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A7: Tá, começando já com os dois carbonos desenhados, precisamos colocar em um dos carbonos duas moléculas de cloro ao invés de hidrogênios. E no outro carbono precisamos colocar os hidrogênios que faltam, pois lembra amiga o carbono faz 4 ligações.	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
A8: E na outra representação nós apenas invertemos o lugar dos cloros, ou seja, colocamos os dois cloros no outro carbono onde antes estavam os hidrogênios e agora onde estavam os dois cloros nós colocamos os hidrogênios.	Não	

Ao invés de átomo de cloro, A7 denominou molécula de cloro, mas o desenho ficou correto (Figura 21):

Figura 21 - Representações das moléculas na parte I, alunas A7 e A8

E apesar deste erro conceitual, concluíram corretamente e rapidamente que as duas moléculas representavam a mesma substância.

Não houve indícios de manifestação de metavisualização nesta análise. Mas, alguns dias depois, ao serem questionadas, as alunas afirmaram não terem falado tudo o que estavam pensando por não estarem acostumadas com esse tipo de atividade. Foi constatado que as mesmas demoraram 5 minutos nesta parte da atividade, o que poderia indicar a possibilidade de um indício de

pensamento metavisual ou ainda uma dificuldade na habilidade visual de reconhecer figuras diferentes.

✓ PARTE II - Alunas A7 e A8 (ANEXO P)

As alunas representaram corretamente as moléculas. Foram fazendo uma a uma e de forma organizada, apenas demoraram muito neste procedimento (90% do tempo gasto nesta atividade). Assim que terminaram, revisaram o que tinham feito ratificando a confecção dos seus desenhos (Figura 22):

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A7: agora revemos se fizemos tudo certo e vamos para o próximo...pronto	Sim (1/3)	Sim, aluna olhando os desenhos e pensando no que havia feito, monitorando.

Figura 22 -Representações das moléculas da Parte II das alunas A7 e A8.

Ao analisar as moléculas desenhadas a aluna A8 concluiu que eram moléculas diferentes, sendo que a aluna A7 concordou. Não ficou claro aqui se elas identificaram dois tipos de moléculas ou se consideraram todas as quatro moléculas diferentes:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A7: Exercício 4: Devemos observar atentamente as moléculas que acabamos de fazer, você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são substâncias diferentes? Eu acho que são diferentes e você?	Não	Não, aluna apenas respondendo a questão.
A8: eu acho que são moléculas diferentes, pois intercalam os átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não, aluna apenas concordando com o raciocínio da amiga e argumentando a razão.
A7: concordo	Não	Não há, aluna finalizando o raciocínio.

✓ PARTE III - Alunas A7 e A8 (ANEXO Q)

As alunas representaram corretamente os desenhos. Ao concluir se seriam moléculas iguais, acertaram, mas elas levaram em consideração o fato do nome ser igual, não parecendo que elas pensaram espacialmente,

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A7: eu acho que são moléculas iguais, pois como temos apenas um cloro o nome não muda para nenhuma dessas moléculas, até porque temos apenas dois carbonos, então não precisamos identificar onde o cloro está posicionado.	Não	Não há, a aluna está apenas respondendo a pergunta.

Não houve manifestação de metavisualização neste trecho da análise, o que poderia ser consequência do indício de não pensamento visual.

Retomada da parte II

Após a conclusão, a aluna A8 retoma a discussão do exercício anterior, parte II:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A8: ...Nossa, agora que percebi melhor no item 3 são substâncias iguais, amiga você tinha visto isto? Nós tínhamos colocado que são substâncias diferentes, pois quando batemos o olho nos enganamos devido as posições dos cloros e dos hidrogênios. Já no item 5 colocamos que sim são moléculas iguais pois temos dois carbonos em cada molécula e apenas um cloro e sendo assim não precisamos identificar onde se localiza o cloro. (aluna retomando o assunto e modificando o que havia pensado)	Sim (2/3)	Sim há. Levou em conta a questão do nome que não muda e repensou o que haviam concluído no exercício anterior. Agora o argumento do nome está sendo mais decisivo para ela.

A aluna A7 parece não concordar muito com isso, parecendo pensar espacialmente:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A7: amiga, eu concordo com você no item 5, mas no item 3 ainda não consigo ver que são moléculas iguais, são?	Sim (3/3)	Sim há. Aluna entrando em conflito, pois ela concorda com a questão do nome, mas ainda acha que espacialmente as moléculas são diferentes no desenho 3, então ela questiona a colega.

A aluna A8 argumenta dizendo que o nome é o mesmo para todos, então mesmo havendo diferenças nas posições dos átomos, não importa, são as mesmas moléculas:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A8: Veja amiga, nós nos confundimos, pois achamos que como os átomos de cloro e hidrogênio estão em posições diferentes achamos que eles seriam moléculas diferentes, mas são iguais olhe em todos os casos nos temos cloro no primeiro e no segundo carbono, o que não interfere no seu nome, você entendeu?	Não	Não há, apenas concluindo raciocínio.

A aluna A7 concorda com a colega. Desta forma, concluem erradamente o item 4, parte II.

Os incidentes metavisuais (Figura 23) podem ter contribuído em alguma medida no desenvolvimento da atividade, sendo que a contribuição possa ter sido de:

- Confirmação de um raciocínio: incidente número 1.
- Monitoramento (pergunta): incidente número 3.
- Mudança de opinião favorável ao aprendizado (+): não houve.
- Mudança de opinião desfavorável ao aprendizado (-): incidente número 2.

Figura 23 – Os 3 incidentes metavisuais do Grupo 4 e sua relação com o desenvolvimento da atividade 1: confirmando um raciocínio, monitorando (perguntando) ou mudando de opinião.

✓ PARTE IV - Alunas A7 e A8 (ANEXO R)

Sobre a atividade realizada, as alunas consideram que o trabalho foi interessante, pois ele trabalha a capacidade de saber o que se conhece, explicando o desenvolvimento dos conhecimentos. Além disso, a proposta exige muita concentração e atenção, então muito cansativo, mas é bom, pois a deve-se explicar tudo e revisar cada exercício.

5.2 Análise da Atividade 2 - Transcrições da atividade realizada com modelos e com a mediação da pesquisadora.

5.2.1 Análise do grupo 1 – ALUNO A1 (ANEXO S)

O aluno A1 levou 2 minutos para realizar esta tarefa e aparentemente não teve nenhuma dificuldade na execução. Começou montando uma representação cis da molécula do composto, rapidamente montou a segunda molécula, sendo desta vez a trans (Figura 24).

Figura 24 - Montagem das representações das moléculas cis e a trans pelo aluno A1.

Na sequência, monta a outra representação da molécula trans e vai explicando e mostrando que espacialmente é a mesma coisa, elas representam a mesma substância, no caso o composto trans:

Aluno	Conteúdo
A1	Agora eu estou colocando...em ordem diferente, só que no caso aqui, eles estão representando a mesma molécula.. que eu vou criar agora, porque espacialmente seriam a mesma substância, as duas seriam trans um de cada lado (mostra os cloros transversais) por causa da dupla que acaba separando...

Faz a mesma coisa e vai explicando com a outra molécula cis, justificando espacialmente:

Aluno	Conteúdo
A1	Em duas dimensões elas poderiam parecer diferentes, mas no caso, espacialmente elas são as mesmas moléculas.

E girando a molécula que tinha os cloros para baixo, ele mostra as duas representações das moléculas cis com os cloros para cima (Figura 25):

Figura 25 - Aluno A1 mostrando as duas representações cis da molécula.

Mostra e explica espacialmente porque uma molécula cis é diferente de uma trans.

Considerações dessa atividade: Pode-se afirmar que há forte indício de que o aluno A1 tenha pensado espacialmente nesta atividade 2, e possivelmente na atividade 1, pois em nenhum momento da atividade ele demonstrou ter dúvida e conseguiu concluir rapidamente e mostrar espacialmente todos os modelos explicando-os adequadamente, inclusive utilizando-se das palavras cis e trans. Ele movimentou espacialmente as moléculas, rotacionando-as enquanto diferenciava corretamente os dois grupos de moléculas presentes, portanto mostrou na atividade a habilidade de distinguir entre dois grupos de moléculas diferentes e reconheceu as moléculas idênticas espacialmente. Assim, por ter indícios dessa habilidade visual desenvolvida, isso poderia ter possibilitado ao aluno A1 pensar metavisualmente.

5.2.2 Análise do grupo 2 – ALUNA A4 (ANEXO T)

A aluna A4 demonstrou facilidade na execução da tarefa proposta. Iniciou a montagem de uma representação da molécula trans, inclusive nomeando corretamente. Na sequência montou uma representação de uma

molécula cis. Neste instante parou um pouco para pensar, ficou olhando por alguns segundos as duas moléculas que tinha feito:

Aluno	Conteúdo
A4:	Agora aqui ...deixa-me ver...pra ficar diferente..trans ficaria aqui ...as duas de cloro e as duas de hidrogênio e ...esse outro de hidrogênio aqui (Figura 26)

Figura 26 – Montagem da segunda representação da molécula trans pela aluna A4.

Ao tentar montar a outra molécula cis, se confundiu e monta uma molécula de um composto diferente, o 1,1-dicloroeteno (Figura 27):

Figura 27 – Montagem errada de uma molécula pela aluna A4.

Ela mesma se questiona e corrige, percebendo o engano e refazendo a molécula, desta vez, montando corretamente a outra representação da molécula cis.

Ao se questionar se as 4 moléculas montadas seriam as mesmas, a aluna A4 hesita um pouco e responde:

Aluno	Conteúdo
A4	É então... eu estou pensando...
A4	Eu acho que são iguais porque , por exemplo, se eu virar essa assim fica igual...(Figura 24)

A4 gira as moléculas e mostra o resultado (Figura 28):

Figura 28 – A4 mostrando duas representações de moléculas cis.

Na sequência, faz a mesma coisa para as moléculas trans, não parecendo demonstrar hesitação nem dificuldade (Figura 29).

Aluno	Conteúdo
A4	E essa se eu virar assim fica igual.

Figura 29 – Representações iguais da molécula trans.

Finalmente a pesquisadora solicita que a aluna mostre espacialmente que compreendeu. A aluna A4 mostra com as mãos e rotacionando as moléculas, afirma reconhecer a existência de dois conjuntos de moléculas (Figura 30):

Figura 30 – A4 mostrando espacialmente o reconhecimento de moléculas iguais.

Considerações dessa atividade: Pode-se afirmar que há forte indício de que a aluna A4 tenha pensado espacialmente nesta atividade 2, e possivelmente na atividade 1, pois apenas em um momento da atividade ela se confundiu, corrigindo por ela própria o erro e conseguiu fazer a atividade com relativa facilidade e apoiando-se no raciocínio espacial o tempo todo, e demonstrando isso. Utilizou-se dos modelos e explicou-os adequadamente. Conseguiu reconhecer os dois grupos de moléculas.

Após a realização dessa atividade 2, pudemos ter indícios de que a A4 possa ter pensado certo na atividade 1, parece ter pensado espacialmente, mas que o argumento do amigo naquele momento foi muito forte o que a fez desistir de insistir que haviam dois grupos distintos de moléculas. Aparentemente o A3 levou em consideração diferenças espaciais, mas como estava na dúvida apoiou-se em conhecimento já apreendido. A própria aluna reconhece que ficou na dúvida na hora, mas não conseguiu argumentar mais,

por isso concordou com o colega A3 de que as 4 moléculas (2 cis e 2 trans) seriam iguais.

5.2.3 Análise do grupo 3 – ALUNAS A5 e A6 (ANEXO U)

O grupo interage bem e começa montando a molécula cis. Na sequência, fazem uma molécula trans. A6 confirma o conceito de trans e seguem montando a outra cis. Neste momento A6 questiona dizendo:

Aluno	Conteúdo
A6	Ah, pra mim é tudo igual

A aluna A5 demonstra estar compreendendo espacialmente que as duas moléculas representam a mesma substância. Com as mãos mostra que uma representação de molécula cis é igual a outra molécula cis, justificando espacialmente (Figura 31):

Aluno	Conteúdo
A5	É...Então... esse com esse são iguais porque esse pode girar

Figura 31 – Aluna mostrando que as moléculas são iguais, bastando girá-las.

A6 concorda. Finalizam montando a outra trans, parece que houve um pouco de dúvida e hesitação, mas A5 conclui que a molécula cis é igual a outra molécula cis e a trans é igual a trans, separando as quatro moléculas em dois grupos distintos. A6 parece não concordar ou não compreender direito, afirmando:

Aluno	Conteúdo
A6	Então, todas são uma substância só.

Neste momento a pesquisadora intervém e pergunta:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Mas, me fala uma coisa, quantas substâncias vocês têm aí?

Ao mesmo tempo, A6 responde três e A5 responde 2.

A pesquisadora solicita que mostrem espacialmente as moléculas, sendo que A5 parece compreender espacialmente que há dois grupos de moléculas, mas isso não está claro para A6. Quando A5 começa explicar, mostra as duas cis com as mãos (Figura 32):

Figura 32 - A5 justifica espacialmente que as moléculas cis são iguais.

A6 intervém e diz:

Aluno	Conteúdo
A6	Ah tá, pensei que fossem os elementos, carbono, hidrogênio e cloro.. três!.

A partir desse momento A6 também começa a demonstrar que pensa espacialmente e aparentemente parece que o obstáculo estava sendo entender o que estava sendo perguntado, pois ela achou que eram 3 elementos. Ao ver a demonstração das moléculas por A5, ela percebe o equívoco. A6 talvez tenha confundido molécula com elemento ou não havia compreendido a pergunta ou ainda teve dificuldade em pensar visualmente.

Agora, a aluna A6 rapidamente mostra espacialmente as moléculas trans (Figura 33):

Figura 33 - A6 mostra espacialmente as representações das moléculas trans.

A6 justifica espacialmente:

Aluno	Conteúdo
A6	e esse aqui é a mesma coisa, só que é trans, independente do que fizer... assim, assim... sempre vai estar trans... independente ...espacialmente, em 3D não importa, realmente em 2D se olhar tá diferente, mas quando você vê em 3D dá pra ver que é diferente.

Considerações dessa atividade: a aluna A5 deu indícios de raciocínio espacial, pois demonstrou facilidade na execução da tarefa desta atividade 2, não tendo dificuldade em reconhecer dois grupos de moléculas e explicar espacialmente, além do que, já havia conseguido identificar dois grupos de moléculas lá na atividade 1. Quanto à aluna A6, após esclarecimento de erro conceitual entre elemento e moléculas parece que também deu indícios de raciocínio espacial, mas ficou uma dúvida se a A6 possui mesmo habilidade visual, pois não houve indícios claros disso nessa atividade 2, e nem na atividade 1. O que também pode sugerir que um obstáculo no raciocínio metavisual possa ser o de erro conceitual ou até mesmo de compreensão da tarefa a ser executada ou ainda a aluna A6 possa somente agora ter compreendido as diferenças espaciais, após a aluna A5 mostrar e explicar, indicando, neste caso, uma dificuldade em pensar espacialmente.

Na atividade 1, parte I, não houve manifestação de metavisualização da dupla, mas pode ser que tenham pensado e não manifestado, já que a aluna A5 deu indícios fortes de pensar espacialmente e não demonstrou dificuldade na tarefa da atividade 2. E o tempo que a dupla levou para finalizar a parte I ainda é mais um aspecto sugestivo de que possa ter havido pensamento metavisual, mas que esse nem sempre se manifesta.

5.2.4 Análise do grupo 4 – ALUNAS A7 e A8 (ANEXO V)

Primeiramente, as alunas A8 e A7 começaram juntas a fazer a montagem de uma molécula cis (Figura 34):

Figura 34 - Alunas A7 e A8 montam uma representação de molécula cis.

Na sequência, a aluna A7 fez outra molécula cis. Como a aluna A8 não estava manifestando seu pensamento, a pesquisadora perguntou a aluna A8 o que estaria pensando naquele momento e a aluna A8 disse referindo-se a A7:

Aluno	Conteúdo
A8	ah... pensando como ela, as moléculas vão ter...não tem diferença, desde que se tenha dois de cloro e dois de hidrogênio, tanto faz o lado... entendeu?

Nesse momento, a aluna A8 montou erradamente a terceira molécula, colocando os dois cloros num mesmo carbono (Figura 35):

Figura 35 – A8 montando erradamente a terceira molécula.

O que pode ser um indício de não ter compreendido que eram dois cloros formando a molécula, entretanto em carbonos distintos. Neste instante a aluna A7 estava finalizando a montagem de uma das moléculas trans e a pesquisadora interrompeu perguntando:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Será que essa molécula que A8 montou está correta?

A aluna A8 não respondeu, ficou olhando para a molécula que acabara de fazer.

A aluna A7 rapidamente desmontou essa molécula e confeccionou outra molécula trans (Figura 36):

Figura 36 – A7 remontando a terceira molécula.

A7 evidencia seu entendimento de como fazer os compostos 1,2-dicloroeteno. A aluna A8 pareceu não entender direito o erro, mas acabou por concordar. A7 e A8 concluem que todas as moléculas são iguais. Neste momento a pesquisadora perguntou para esclarecer:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Vocês acham que as quatro moléculas são iguais?

Respondem novamente que sim, em princípio apenas olhando para as moléculas confeccionadas, logo começaram a mexer, girar, olhar de um lado, de outro, ficam na dúvida, mas ratificaram que as moléculas eram iguais mesmo, parecendo não conseguir ver diferenças espaciais, e justificando que o carbono está sempre ligado a um cloro e um hidrogênio, então é a mesma coisa.

Como as alunas pareciam seguras em sua afirmação, a pesquisadora lançou outra pergunta para possibilitar o conflito das ideias:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	E se eu dissesse a vocês que temos duas substâncias aí, vocês conseguiriam me mostrar as moléculas iguais?

A aluna A7 estranhou, pegou as moléculas nas mãos, as ficou rotacionando e respondeu:

Aluno	Conteúdo
A7:	sim, essas duas são iguais (as duas cis).

A pesquisadora pede para mostrar isso espacialmente. A aluna A8 apenas observa. A aluna A7 mostra que as duas moléculas são iguais, mostrando isso (Figura 37):

Figura 37 – A7 mostrando espacialmente que as duas representações da molécula cis são iguais.

E apontando para as outras duas moléculas trans afirma que:

Aluno	Conteúdo
A7	E agora, essas duas (aponta para as moléculas trans) são iguais.

Mas agora com as moléculas trans, as alunas esboçam grande dificuldade para mostrar que espacialmente são iguais, girando, rotacionando e

chegando a posicionar erradamente e, ainda assim, afirmando que as representações eram iguais (Figura 38):

Figura 38 – Alunas posicionam as representações das moléculas trans e afirmam que espacialmente são iguais, mas não conseguem mostrar isso.

A pesquisadora respondeu:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Mas, está diferente do jeito que vocês estão segurando...

Aí finalmente, mediadas pela pesquisadora, elas posicionam de forma a mostrar que espacialmente são realmente iguais (Figura 39).

Figura 39 – Alunas posicionam espacialmente e corretamente as representações das moléculas trans após mediação da pesquisadora.

Considerações dessa atividade: A atividade realizada parece sugerir que as alunas, nesta atividade, tiveram muita dificuldade em demonstrar habilidade visual para distinguir moléculas diferentes e reconhecer moléculas iguais, pois assim como na atividade 1, aqui também, na atividade 2, elas não conseguiram separar as moléculas em dois grupos. Após muita insistência, a aluna A7 parece ter dado indícios de que possui em alguma medida essa habilidade, pois conseguiu separar as moléculas cis, mas tanto A7 como A8 tiveram muita dificuldade em mostrar espacialmente que as moléculas trans eram iguais.

Esse fato poderia ser um entrave muito grande na habilidade de metavisualizar, pois se não conseguem pensar espacialmente, isso poderia comprometer o pensamento metavisual.

5.3 Análise das Entrevistas Individuais (ANEXO W)

5.3.1 Análise da Entrevista com o aluno A1

A entrevista com aluno A1 deixa ainda mais indícios de que ele pensa espacialmente, conforme indicam as atividades 1 e, principalmente a 2. Ele afirma ter pensado espacialmente nas duas atividades e parece ter bastante firmeza ao declarar isso:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Lembra...Durante a atividade 2 você demonstrou ter pensado espacialmente na proposta da atividade. Você se lembra se pensou assim...espacialmente... ou algo semelhante na resolução da atividade do ano passado?
Aluno	Conteúdo
A1:	Sim, eu pensei espacialmente nas atividades 1 e 2, já que ao montar as moléculas a gente imagina que elas são uma cópia da real, que é tridimensional, e foi desse jeito que eu pensei.

E ainda descreve seu pensamento como espacial, utilizando-se de modelos de bolinhas para compor as imagens:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens... associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?
Aluno	Conteúdo
A1:	Eu descreveria o meu raciocínio como geométrico (geometria espacial), de forma que eu usava o modelo de Dalton para pensar nos átomos que compõe a molécula, por ser o mais fácil de imaginar nessa situação. Eu fazia associações com as "bolinhas" do kit de química do laboratório (como o do vídeo).

E diz como que o pensamento sobre a polaridade o ajudou a ter certeza de que havia dois grupos de moléculas, que além de poder ser um pensamento espacial, seria um novo argumento e plausível:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Quando na atividade você fala em polaridade, o que te vem à cabeça? O que e como você pensa isso? Pergunto isso porque te ajudou a acertar a questão...
Aluno	Conteúdo
A1:	O que me vem à cabeça quando penso na polaridade das moléculas é a existência de uma resultante na molécula, não nula, vinda da diferença de eletronegatividade entre os átomos que a compõe.

5.3.2 Análise da Entrevista com o aluno A2

O aluno A2 afirma ter memória visual, e lembra-se constantemente de imagens de assuntos que ele estudou e ainda afirma também que tem e facilidade no pensamento espacial, e pensa no movimento de rotação das moléculas:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Você acha que tem facilidade em pensamento espacial?
Aluno	Conteúdo
A2:	Sim tenho facilidade, imagino a molécula, no caso, espacialmente, virando-a, alterando-a, para facilitar o raciocínio, até chegar a uma solução.

Durante a atividade 1 foi possível ter alguns indícios de pensamento espacial, mas não ficou claro se o aluno A2 tem facilidade nesse pensamento,

na habilidade de reconhecer moléculas iguais o diferentes, já que o seu colega por ter essa habilidade bem desenvolvida possa tê-lo influenciado de alguma forma.

5.3.3 Análise da Entrevista com a aluna A4

A aluna declara ter facilidade em pensar espacialmente principalmente apoiando-se em desenhos. Segundo ela durante toda a atividade ela pensou em imagens, modelo de bolinhas. Isso converge com o que foi observado principalmente na atividade 2, em que ela demonstrou ter habilidade visual para reconhecer moléculas iguais e moléculas diferentes:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?
Aluno	Conteúdo
A2:	Olha...durante toda a atividade eu pensei apenas em imagens. Imaginava sempre bolinhas e como elas iriam ficar se você as mudasse de lugar, ou as virasse. Tanto que, durante a atividade, estávamos desenhando as moléculas e ficamos virando a folha para ver como ela ficaria em outra posição.

5.3.4 Análise da Entrevista com a aluna A5

A aluna A5 afirmou não ter facilidade no pensamento espacial, que tem que pensar com calma.

5.3.5 Análise da Entrevista com a aluna A6

A aluna A6 demonstra que reconhece que há algo diferente no grupo das 4 moléculas (2 cis e 2 trans), mas parecer não reconhecer claramente a diferença espacial, ou seja, não sabe explicar ao certo qual é a diferença.

Declara também que a utilização de modelos ajudou-a muito, o que pode reforçar a hipótese de uma dificuldade na habilidade visual, por exemplo, a de compreender um objeto 2D em 3D.

5.3.6 Análise da Entrevista com a aluna A7

A aluna dá indícios de dificuldade no pensamento espacial, e talvez certa confusão nos conceitos. Afirma que os modelos em 3D auxiliaram-na a pensar melhor o que foi verificado na atividade 2, após mediação pela pesquisadora.

5.3.7 Análise da Entrevista com a aluna A8

A aluna declara ter facilidade na captação de informações visuais. E na entrevista, parece ter ficado claro que a utilização de modelos 3D a ajudou a compreender melhor a questão das moléculas, já que há indícios de que ela tenha dificuldade no raciocínio espacial (2D→3D), pois na atividade 1 a aluna A8 não demonstrou ter habilidade de reconhecer moléculas iguais e diferentes e, ainda pareceu que na atividade 2 também, pois parece que no final dessa atividade 2, ao manusear os modelos a aluna deu indícios de ter compreendido os dois diferentes grupos de moléculas, conforme sua declaração na entrevista:

Pesquisadora	Conteúdo
P:	Você conseguiu compreender que há dois grupos de moléculas na atividade realizada? Fale-me como que você estava pensando e como pensa agora?
Aluno	Conteúdo
A2:	Resposta: Sim, na atividade tudo ficou mais claro com os modelos das moléculas, sem a visualização das moléculas nos modelos era difícil imaginar que existiam dois grupos de moléculas, mas com os modelos seguindo passo a passo, ficou muito mais claro. Antes pensava que existia apenas um grupo de moléculas e que todas eram idênticas, mas após efetuar o trabalho e visualizá-los pude ver claramente no finalzinho que existiam dois grupinhos de moléculas.

5.4 Tabelas das sínteses das análises – Atividade 1 com complemento da atividade 2 e das entrevistas (Tabelas 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4)

Tabela 5.1 – Síntese da análise da Atividade 1 com complemento da atividade 2 e entrevista do Grupo 1 – alunos A1 e A2

	Atividade 1 - Parte A	Atividade 1-Parte B	Atividade 1-Parte C
Tempo para finalizar a atividade	2 minutos	4 minutos	2 minutos
Representaram corretamente?	Sim	Sim	Sim
Acertaram a questão?	Sim	Sim	Sim
Houve indício de manifestação de metavisualização?	Sim, em 2/14 (14%) dos trechos de falas	Sim, em 6/18 (33%) dos trechos das falas	Sim, em 5/16 (31%) dos trechos das falas
Total de incidentes Metavisuais	13 incidentes /48 falas totais = 27%		
O indício de manifestação da metavisualização pode ter ajudado a confirmar, monitorar ou mudar de opinião?	Confirmação = 2; Monitoramento =0; Mudança (+) =0; Mudança (-) =0	Confirmação = 1; Monitoramento =3; Mudança (+) =2; Mudança (-) =0	Confirmação = 2; Monitoramento =3; Mudança (+) =0; Mudança (-) =0
Outros fatores? (+) favorável (-) desfavorável	-----	(+) Utilizaram ideias prévias como cis, trans e polaridade.	-----
	(+) indícios de pensamento espacial dos alunos A1 e A2 observados na atividade 1 e declarado nas entrevistas por ambos. (+) indício forte de pensamento espacial do aluno A1 observado na atividade 2. (+) os alunos perceberem que a dupla ligação não permite a rotação dos átomos de carbono.		

Tabela 5.2 – Síntese da análise da Atividade 1 com complemento da atividade 2 e entrevista do Grupo 2 – alunos A3 e A4

	Atividade 1 - Parte A	Atividade 1-Parte B	Atividade 1-Parte C
Tempo para finalizar a atividade	3 minutos	5 minutos	6 minutos
Representaram corretamente?	Sim	Sim	Sim
Acertaram a questão?	Sim	Não	Sim
Houve indício de manifestação de metavisualização?	Sim, em 2/7 (28%) dos trechos das falas	Sim, em 4/13 (31%) dos trechos das falas	Sim, em 4/15 (26%) dos trechos das falas
Total de incidentes Metavisuais	10 incidentes /35 falas totais = 29%		
O indício de manifestação da metavisualização pode ter ajudado a confirmar, monitorar ou mudar de opinião?	Confirmação = 2; Monitoramento =0; Mudança (+) =0; Mudança (-) =0	Confirmação = 1; Monitoramento=2; Mudança (+) =0; Mudança (-) =1	Confirmação = 1; Monitoramento =2; Mudança (+) =0; Mudança (-) =1
Outros fatores? (+) favorável (-) desfavorável	(+) A3 apoia-se em ideia prévia (fórmula molecular).	(-) A3 apoia-se em ideia prévia (fórmula molecular).	(+) A3 apoia-se em ideia prévia (fórmula molecular).
	(+) indícios de pensamento espacial dos alunos A3 e A4 observados na atividade 1 e declarado na entrevista pela A3. (+) indício de pensamento espacial observado na aluna A4 na atividade 2. (+) trabalho colaborativo. (+) trabalho motivador.		

Tabela 5.3 – Síntese da análise da Atividade 1 com complemento da atividade 2 e entrevista do Grupo 3 – alunos A5 e A6

	Atividade 1 - Parte A	Atividade 1-Parte B	Atividade 1-Parte C
Tempo para finalizar a atividade	9 minutos	4 minutos	5 minutos
Representaram Corretamente?	Sim	Sim	Sim
Acertaram a questão?	Sim	Sim	Sim
Houve indício de manifestação de metavisualização?	Não, em 0/5 (0%) dos trechos de falas	Sim, em 3/7 (43%) dos trechos das falas	Sim, em 3/5 (60%) dos trechos das falas
Total de incidentes Metavisuais	6 incidentes /17 falas totais = 35%		
O indício de manifestação da metavisualização pode ter ajudado a confirmar, monitorar ou mudar de opinião?	Não houve.	Confirmação = 0; Monitoramento =3; Mudança (+) =0; Mudança (-) =0	Confirmação = 1; Monitoramento =2; Mudança (+) =0; Mudança (-) =0
Outros fatores? (+) favorável (-) desfavorável	-----	(+) os desenhos ajudaram a aluna A5	-----
	(+) ouvir as opiniões de ambas. (+) alguns indícios de pensamento espacial das alunas A5 e A6 na atividade 1. (+) indício de pensamento espacial da aluna A5 na atividade 2. (-) pouco indício de pensamento espacial da aluna A6 na atividade 2. (-) confusão conceitual de A6 na atividade 2.		

Tabela 5.4 – Síntese da análise da Atividade 1 com complemento da atividade 2 e entrevista do Grupo 4 – alunos A7 e A8

	Atividade 1 - Parte A	Atividade 1-Parte B	Atividade 1-Parte C
Tempo para finalizar a atividade	5 minutos	10 minutos	3 minutos
Representaram Corretamente?	Sim	Sim	Sim
Acertaram a questão?	Sim	Não	Sim
Houve indício de manifestação de metavisualização?	Não, 0% (0/6) dos trechos das falas.	Sim, 21% (3/14) dos trechos das falas	Não, 0% (0/9) dos trechos das falas.
Total de incidentes Metavisuais	1 incidentes /29 falas totais = 10%		
O indício de manifestação da metavisualização pode ter ajudado a confirmar, monitorar ou mudar de opinião?	Não houve.	Confirmação = 1; Monitoramento =1; Mudança (+) =0; Mudança (-) =1	Não houve.
Outros fatores? (+) favorável (-) desfavorável	(+) os desenhos	(-) O fator de que o nome da molécula não mudou foi decisivo (ideia prévia)	(+) acertaram, mas levaram em consideração novamente o fato do nome ser igual.
	(-) pouco indício de raciocínio espacial das alunas A7 e A8 na atividade 1. (+) Trabalho motivador. (-) forte indício de muita dificuldade no pensamento espacial de ambas na atividade 2. (+) modelos 3D na atividade 2. (-) ausência de modelos 3D na atividade 1.		

5.5 Análise das Habilidades Visuais

Considera-se muito importante, talvez fundamental, que o aluno tenha desenvolvido algumas habilidades visuais para que ele possa se tornar metacognitivo em relação a elas. Pois, primeiramente ele precisa ter um pensamento espacial, saber rotacionar moléculas, conseguir reconhecer moléculas iguais e diferentes, compreender um objeto 2D em 3D, e aí sim poder pensar sobre esse pensamento, que é a metavisualização.

Portanto, essa habilidade foi melhor investigada nesta pesquisa e por essa razão a atividade 2 foi proposta, com o objetivo de se procurar por indícios dessa habilidade visual nos alunos envolvidos no trabalho. Assim, aqui reuniu-se os dados das atividades 1, 2 e entrevistas para fechar a análise com relação a esse aspecto das habilidades visuais.

No **grupo 1**, tivemos indícios de que os alunos A1 e A2 tenham pensado espacialmente na atividade 1, como no exemplo abaixo da parte I da atividade 1:

A2: É só você virar espacialmente.	Sim	Sim, há. O aluno A2 retoma o que havia pensado, pensando novamente e espacialmente na imagem das moléculas do raciocínio anterior (metavisual).
A1: Porque, imagina as moléculas no meio, com velocidade elas acabam virando, então são as mesmas moléculas. Só que olhando de formas diferentes, uma na frente e outra atrás.	Sim	Aluno pensando sobre o que tinha pensado, justificando espacialmente (metavisual).

Complementando ainda com a observação na atividade 2, em que o aluno A1 deu forte indício dessa habilidade visual, em que explicou espacialmente, com movimentos de rotação, inversão, com muita desenvoltura e segurança o reconhecimento dos dois tipos de moléculas, como por exemplo no trecho abaixo:

P: mostra espacialmente que as moléculas são iguais...	-
Elas são iguais aqui, pega, vira elas já são iguais as duas moléculas	<p>Figura 40 - A1 mostra corretamente e espacialmente que as moléculas são iguais.</p>

E ainda por fim, ambos declararam na entrevista que têm facilidade e que pensam espacialmente.

Assim, temos indícios de pensamento espacial tanto do aluno A2 e mais fortemente no aluno A1.

No **grupo 2**, os dois alunos demonstraram indício de pensamento visual na atividade 1, como podemos ver nos trechos abaixo:

A4: É, mas para mim se a posição... Inaudível... é diferente... a substância é a mesma, pois se você olhar espacialmente, por exemplo, se você colocar a molécula ao contrário, uma vai ficar igual a outra.	Sim	Sim há. Aluna pensando no que o amigo tinha pensado, questionando, monitorando seu pensamento, olha para os desenhos e pensa espacialmente, girando a molécula. Houve regulação do raciocínio.
--	-----	--

A3: Será? Acho que fica diferente...Inaudível... a molécula em que o cloro tá em cima ...pro cloro que está na lateral, ou não?	Sim	Monitorando, questionando. Aluno pensando espacialmente no conjunto de moléculas da direita.
---	-----	--

A aluna A4 deu indícios fortes desse pensamento também na atividade 2, demonstrando facilidade na execução da tarefa, como por exemplo, esse indício de pensamento visual:

P: agora me fala uma coisa, você acha que essas 4 moléculas são iguais ou são diferentes?		<p>Figura 41- A4 vira as duas moléculas para mostrar espacialmente que são idênticas.</p>
A4: É então... eu estou pensando...		
A4: Eu acho que são iguais porque , por exemplo, se eu virar essa assim fica igual...		

Na entrevista a A4 afirmou ter facilidade em pensar espacialmente e diz pensar o tempo todo em imagens.

Assim, temos indícios de pensamento espacial tanto do aluno A3 e mais fortemente na aluna A4.

No **grupo 3**, houve alguns indícios de pensamento visual da aluna A5 na atividade 1 e pouco da aluna A6, como pode-se observar nos trechos abaixo:

A5: Ah tá...Acho que a cadeia com dois cloros em cima e o que tem os dois embaixo são iguais! E os que tão em diagonal também são iguais entre si...sei lá...	Não	Não há. A aluna está pensando espacialmente (visualmente) apoiando-se nos desenhos que fez.
A6: Será?... é acho que... é isso mesmo.	Sim	Sim há, aluna monitorando, questionando. Concorda, mas parece ter ficado na dúvida.

Na atividade 2, a aluna A5 deu forte indício de pensamento visual, montando e explicando espacialmente os modelos das moléculas e a aluna A6 pode ter tido um obstáculo conceitual ou procedimental, demonstrando confundir elemento com substância, ou ainda pode não ter entendido a proposta da atividade, conforme trecho abaixo em que as alunas respondem diferentemente à questão da pesquisadora, em que A5 responde corretamente explicando espacialmente enquanto A6 se confundi e responde errado:

A6: então todas são uma substância só.	A6 demonstra não ter entendido o que A5 concluiu.
P: mas, me fala uma coisa, quantas substâncias vocês têm aí?	A pesquisadora intervém para checar o entendimento das alunas.
A6: três	Alunas apenas olham para as moléculas.
A5: duas	
P: duas ou três?	
A5: pra mim são duas	
P: quais são as duas, pegue nas mãos e mostre espacialmente quais moléculas que são iguais...	A5 imediatamente pega as duas moléculas cis, enquanto A6 apenas observa.
A5: essas duas são iguais...	<p>Figura 42- A5 explica espacialmente e mostra as duas moléculas cis.</p>
A6: ah tá, pensei que fossem os elementos, carbono, hidrogênio e cloro...	A6: põe as mãos na cabeça e gesticula dizendo.

Na entrevista, apesar de A6 afirmar ter facilidade no pensamento espacial, o seu depoimento dá indícios de que ela reconhece algo diferente espacialmente, mas não sabe explicar muito bem o que é, dando indícios de alguma dificuldade no pensamento espacial. Já a aluna A5 afirmou na entrevista não ter facilidade em pensar espacialmente.

Assim, temos indícios de pensamento espacial da aluna A5, mas muito pouco da aluna A6.

No **grupo 4**, as alunas A7 e A8 (grupo 4) não conseguiram distinguir os dois grupos de moléculas (cis e trans) na parte II da atividade 1 e na atividade 2, demonstrando muita dificuldade nessas habilidades visuais, não conseguindo separar os modelos de moléculas em dois grupos, somente após decorrido um certo intervalo de tempo e ainda com a ajuda da pesquisadora.

Com essa ajuda, A7 consegue reconhecer e mostrar espacialmente as moléculas cis, mas A8 continua com dificuldade e ambas demonstram dificuldade em reconhecer que as moléculas trans são iguais:

<p>A7: ah sim, esse aqui e esse aqui...espera...dois de hidrogênio estão...A8: na mesma posição...A7: isso, ligados pra cima e os cloros pra baixo.</p>	<p>Figura 43 - Rapidamente A7 pega as duas moléculas cis nas mãos, rotaciona explicando e mostra espacialmente que são iguais.</p> <p>A8 pega as duas moléculas trans nas mãos, mas não consegue mostrar que são iguais e não percebe que as moléculas estão posicionadas diferentemente.</p>
<p>A8: e nesse outro caso...A7: e aqui também, ó...duas moléculas iguais...ó... Agora sim, dois grupos de moléculas iguais...</p>	<p>Figura 44- Tentam mostrar que as trans são iguais, mas têm dificuldade:</p>

Isso poderia explicar, ao menos em parte, a grande dificuldade que tiveram na atividade 1 e o baixíssimo índice metavisual manifestado pela dupla, pois para que o aluno se torne metacognitivo com relação às habilidades visuais, ele precisa primeiramente ter em alguma medida essas habilidades visuais básicas o que não foi demonstrado pela dupla, nem na atividade 1, nem na 2. Na atividade 2, as alunas até montaram corretamente as moléculas, mas não conseguiram distinguir os dois grupos distintos. E, ainda complementando essa análise, a própria aluna A8 disse na entrevista só ter compreendido que havia dois grupos de moléculas quando viu os modelos em 3D já no final da atividade 2, o que dá mais um indício de sua não compreensão de um modelo 2D em 3D o que certamente a teria prejudicado a pensar espacialmente.

Ainda na entrevista a aluna A7 deu mais indícios da dificuldade no pensamento espacial:

P: Nessa atividade da semana passada, você tinha falado que todas as moléculas são iguais, as quatro. Como que você pensou?

A7: Como eu disse na questão 1, eu percebi que elas eram iguais, pois tinham o mesmo número de ligações químicas com os mesmo átomos. E mesmo estando em posições diferentes, eles continuam com o mesmo numero.

E tanto a aluna A7 como a aluna A8 declararam que perceberam diferenças espaciais quando pegaram as moléculas nas mãos (3D) e começaram a manipular, já no final da atividade 2.

Assim, não se tem indícios claros de pensamento espacial da aluna A8 e muito pouco da aluna A7.

5.6. Análise da Natureza do Incidente Metavisual

Das 12 atividades, houve incidente metavisual em 9 delas. Identificamos também diferença na natureza do incidente metavisual e também a sua incidência é diferente nos 4 grupos analisados (Figura 45).

Figura 45 – Composição da Natureza dos Incidentes Metavisuais em cada grupo.

Pode-se constatar que os incidentes metavisuais de natureza de confirmação e monitoramento ocorrem em todos os grupos.

O único grupo que apresentou incidente metavisual que possivelmente promoveu uma mudança (+) de raciocínio, foi o grupo 1. Portanto, pode ser que, em alguma medida, a metavisualização tenha facilitado a autorregulação da aprendizagem. Neste caso específico, pudemos ter indícios dessa autorregulação (mudança positiva) em dois trechos da atividade 1 sinalizados pelo incidentes metavisuais 4/13 e 5/13 respectivamente:

Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
A2: Então são as mesmas. Ah é, são diferentes.	Sim (4/13)	Sim há. Aluno pensando no que o colega acabou de falar e concluindo que o que tinha pensado sobre as moléculas estava incorreto, modificando sua conclusão.
A1: Acho que não porque tem essa dupla aqui no meio.	Sim (5/13)	Sim, há. Aluno pensando sobre o que haviam visualizado com relação à molécula, mudança de foco do visual para o metavisual, vendo e levando em conta agora a dupla ligação e assim, <i>regulando</i> a aprendizagem.

Nesses trechos houve regulação da aprendizagem positivamente, pois mudou a forma de pensar dos alunos, pois na primeira fala o aluno A2 reconhece os dois tipos de moléculas (2 cis e 2 trans) e, na segunda fala, o reconhecimento de que a dupla ligação não permite a rotação do átomo de carbono, tornando então a molécula cis diferente espacialmente da molécula trans, ajudando-os a construir corretamente os modelos mentais referentes à essa atividade proposta.

Por outro lado, dois grupos que apresentaram mudança (-) de raciocínio são os grupos 2 e 4, mas possivelmente por razões parecidas. O grupo 2 apoiou-se em ideia prévia trazida pelo aluno A3, isso possivelmente porque eles não tiveram certeza da diferença das moléculas, apesar de terem ficado na dúvida o que está de acordo com o observado de que a aluna A4 tem em alguma medida habilidade visual. Já o grupo 4, possivelmente a aluna A8 também se apoiou em ideia prévia, mas o que talvez tenha pesado mais nesse caso, tenha sido a dificuldade na habilidade visual. Assim, temos essas possibilidades de explicação.

Entretanto, observa-se uma diferença na porcentagem de incidência com uma maior quantidade de monitoramento nos incidentes metavisuais, 50% (Figura 46).

Figura 46 – Porcentagem da Composição da Natureza dos Incidentes Metavisuais nos Grupos

Isso pode ser devido ao fato da atividade ser feita em duplas, o que pode ter favorecido o aparecimento de perguntas. Os menores índices são os de mudança, tanto favorável quanto desfavorável. A favorável parece dependente da habilidade visual do aluno, pois para pensar corretamente metavisualmente para promover a mudança favorável, ele precisa primeiramente ter em alguma medida as habilidades visuais, para poder pensar sobre elas. O que está de acordo com o observado, pois os alunos do grupo 1 são os que mais deram indícios de habilidade visual. Já o desfavorável é dependente de muitos fatores, como por exemplo, ideias prévias que atrapalham a construção desse conhecimento ou ainda pouca habilidade visual, esses seriam alguns possíveis exemplos de fatores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste tópico, procurou-se responder as perguntas propostas desse trabalho com base no que foi observado durante a pesquisa junto a esses oito alunos. O objetivo da pesquisa em questão era o de se verificar, em primeiro lugar, se os alunos manifestariam indícios da habilidade de metavisualização, o que se denominou nesse trabalho de incidentes metavisuais e, em que medida, isso poderia auxiliá-los ou não na execução da tarefa proposta, que no caso, seria a introdução ao entendimento da isomeria geométrica, com o reconhecimento de grupos de moléculas que diferem espacialmente. Em outras palavras, em que medida a habilidade metavisual poderia auxiliar no aprendizado destes alunos, interferindo na construção e reformulação de modelos mentais necessários à compreensão desse conteúdo e também, identificar e estudar outros fatores favoráveis ou não que pudessem estar envolvidos nessa construção.

Segundo a categorização proposta, na atividade 1 houve o indício da manifestação da metavisualização em 9/12 (75%) das atividades, ou seja, das 3 atividades realizadas por cada um das 4 duplas, em 9 delas observou-se incidente metavisual. Logo, esse primeiro dado dá suporte para responder ao primeiro questionamento da pesquisa de que a atividade pode possibilitar a manifestação da habilidade de metavisualização.

Quanto à incidência, temos que de um total de 129 falas de todos os grupos, 32 delas foram categorizadas como incidentes metavisuais (25%) e que, portanto as falas, de forma geral, se concentram mais em nível cognitivo (75%) do que em nível metacognitivo (25%), o que poderia ser o esperado já que o status “meta” é considerado um raciocínio mais elaborado. Isso foi constatado (nível cognitivo > que o nível metacognitivo) mesmo sendo analisados individualmente os grupos, tendo-se a seguinte porcentagem de indícios de falas metavisuais: 27% (13/48), 29%(10/35), 35%(6/17) e 10%(3/29) respectivamente.

Quanto à natureza da manifestação da metavisualização, foi observado que o incidente metavisual pode auxiliar na construção do conhecimento de variadas formas como: confirmação de algum raciocínio, monitoramento (perguntas) e mudança de opinião, podendo esta última ser positiva ou negativa. Além disso, foi constatado que a atividade promoveu um maior número de indícios metavisuais de caráter de monitoramento (perguntas) em 50% dos incidentes metavisuais, correspondendo a 16/32 incidentes metavisuais no total dos quatro grupos. Vale ressaltar que o monitoramento é um processo metacognitivo básico e fundamental para que sejam alcançados outros níveis mais avançados de metacognição, como avaliar, selecionar estratégias e planejar para permitir a possibilidade de regulação da aprendizagem, pois o aluno sendo capaz de discernir entre o que ele sabe do que ele não sabe, poderá auxiliá-lo a planejar seu aprendizado. Com relação à razão pelo alto índice de monitoramento na forma de perguntas, pode-se pensar na possibilidade dos questionamentos terem sido favorecidos pelo fato do trabalho ter sido realizado em duplas, ou seja, um trabalho colaborativo, apontado espontaneamente como um fator positivo pelos próprios alunos dos grupos 2, 3 e 4.

Outro ponto que pode ser levantado é justamente o da manifestação da metavisualização. Será que sempre ela se manifesta quando o aluno pensa metavisualmente? Com a análise das atividades pudemos ter indício de que isso não necessariamente ocorre. Em primeiro lugar, porque o aluno não está acostumado a falar em voz alta tudo o que pensa, e mesmo que se esforce para fazê-lo, os processos cognitivos e metacognitivos são altamente complexos e muitas vezes torna-se difícil expressar tudo, verdadeiramente, que se pensa. Na atividade 2, que foi mediada pela pesquisadora, houve indícios deste acontecimento. O aluno A1 começou a montar os modelos de moléculas e, nesse dado momento, ficou quieto por 18 segundos enquanto montava, mesmo com a orientação de que deveria falar tudo o que pensasse em voz alta, o mesmo acontecendo com a aluna A4 nessa mesma atividade. Provavelmente isso aconteceu porque eles não estão acostumados a pensar em voz alta e pela complexidade dos processos cognitivos. Além disso, porque realizaram sozinhos a atividade 2, o que pode ter dificultado ainda mais a

exteriorização do pensamento. Quando a pesquisadora interveio e pediu que falassem o que estavam pensando, eles passaram a explicar tudo em detalhes o que haviam pensado, o que estavam pensando e o que ainda iriam fazer. Pode-se então dizer que a livre manifestação da metavisualização é um processo que envolve variados fatores e que, por outro lado, pode ter sido favorecida pelo exercício em dupla na atividade 1. Outro indício de que o aluno possa ter pensado metavisualmente e não verbalizado, é o tempo e hesitação em responder as questões. Por exemplo, na parte I da atividade 1, a dupla A5 e A6 demorou 9 minutos para concluir corretamente a proposta, entretanto sem indícios claros de manifestação da metavisualização. Mas, se há indícios de que a aluna A5 pensa espacialmente e houve muita hesitação nas falas, poder-se-ia supor que, ao menos essa aluna possa ter pensado, mas não verbalizado, até porque essa aluna A5 tem um perfil mais introvertido se comparado a aluna A6. Com isso constatamos neste trabalho de pesquisa a possível dificuldade em tornar a metavisualização um objeto exteriorizado e que possa ser detectado. Por isso, tomou-se o cuidado neste trabalho de pesquisa em se denominar de *indícios de manifestação* de metavisualização.

Então, pode-se sugerir pelas conclusões até o momento que a metavisualização possa contribuir positivamente no aprendizado, mas que outros fatores possivelmente se agregaram a essa construção. Então, a partir de agora passamos a analisar, alguns outros fatores que podem ter influenciado no desenvolvimento dessa atividade, em alguma medida, de forma positiva ou negativa e, em que medida a manifestação da metavisualização interferiu no aprendizado do estudante, fazendo-o mudar de opinião ou confirmando suas hipóteses.

Para começar, a própria **natureza da atividade**, envolvendo desenhos e modelos de moléculas (visualizações), pode ter sido um fator favorável a uma possível manifestação da metavisualização, além de ter sido uma atividade considerada explicitamente motivadora pelos grupos 2 e 4. Vale lembrar a importância da **motivação**, pois é considerada um componente de autorregulação da aprendizagem (SCHRAW et al 2006).

As **habilidades visuais** parecem ser um fator essencial para que a metavisualização se manifeste, pois pensar em habilidades visuais remete a supor que o aluno tenha, no mínimo, em alguma medida essa habilidade, para que possa pensar sobre ela (metavisual). Entre outros aspectos podemos citar as seguintes habilidades visuais: a de compreender um objeto representado em duas dimensões em três dimensões, a habilidade de imaginar uma representação em três dimensões de diferentes perspectivas, ou seja, promover a rotação do objeto e a terceira, visualizar os efeitos da reflexão e inversão (BARNEA, 2000).

A começar pelo grupo 1 que demonstrou e deu indícios de pensamento visual pelos dois alunos, mais fortemente pelo A1, não pareceu ter dificuldade em pensar espacialmente e também houve indícios de que a possível manifestação da metavisualização os tenha ajudado a concluir corretamente e com tranquilidade a atividade. Foi o único grupo em que houve a constatação de incidente metavisual categorizado como de mudança positiva, em que os alunos mudaram de opinião em relação ao que estavam pensando espacialmente. Assim, ter habilidades visuais pode ter ajudado os alunos a se tornarem metacognitivos e a regularem sua aprendizagem.

Por outro lado, na análise do grupo 4, pode-se constatar que o fator habilidades visuais possa ter sido um grande entrave no desenvolvimento da atividade, tendo visto que as alunas não conseguiram reconhecer as moléculas diferentes na parte II e tendo manifestado muito pouco indício de metavisualização. Sendo as habilidades visuais importantes para a habilidade metavisual, logo esse grupo possivelmente apresentou muita dificuldade na tarefa espacial, inclusive na atividade 2 que envolvia modelos 3D. Essa dificuldade nas habilidades visuais poderia explicar a baixa ocorrência de incidentes metavisuais (10%) e o ao menos em parte, o insucesso na concretização da tarefa.

Já o grupo 3 teve seus indícios metavisuais concentrados em monitoramento que é um processo metacognitivo básico, podendo isso também ser um indício de alguma dificuldade no pensamento visual, observado

na aluna A6 e declarado pela aluna A5, apesar desta última ter dado indícios desse pensamento visual na atividade 2, o que possivelmente possa ter contribuído no reconhecimento das moléculas. E ainda chama a atenção o tempo gasto pela dupla no desenvolvimento da atividade 1, 18 minutos, muito alto se comparado ao grupo 1, 8 minutos, por exemplo. Isso poderia ratificar mais uma vez, a dificuldade em se realizar a atividade.

Por último no grupo 2, parece que ambos os alunos estavam pensando espacialmente, mas que mesmo assim eles acabaram concluindo errado. Além disso, foi um grupo que apresentou dois incidentes metavisuais categorizados como mudança negativa, em que os alunos estavam concluindo corretamente, mas mudaram de opinião, concluindo errado. Possivelmente o grupo teve dificuldade em reconhecer os dois grupos de moléculas espacialmente e que isso pode ter comprometido o pensamento metavisual. E, justamente por isso eles se apoiaram em outra **ideia prévia** trazida pelo A3 e que naquele momento pareceu mais plausível.

Assim, analisando-se os grupos, conclui-se que as habilidades visuais são muito importantes para que o aluno se torne metavisual, mas que outros fatores possam estar envolvidos.

Um desses fatores envolvido neste processo e na aprendizagem de forma geral, são as **ideias prévias**, pois a amostra analisada é composta por adolescentes de quinze a dezesseis anos e muito conhecimento, inclusive específico de química, está em sua bagagem, incluindo concepções alternativas. Conforme constatado, algumas ideias que podem ajudar, como conceitos de cis e trans e polaridade no grupo 1, em que o aluno A1 traz esses conceitos que ajudaram a dupla a pensar corretamente e a reforçar a hipótese de que havia dois grupos de moléculas. Entretanto, algumas ideias prévias podem dificultar o processo, como o conceito de mesma fórmula molecular corresponder a mesma substância no grupo 2, sendo decisivo neste caso e também no grupo 4. E ainda, de concepções alternativas exteriorizadas pela aluna A6 na atividade 2, em que possivelmente confundiu elemento com substância, prejudicando seu raciocínio espacial.

Não apenas esses, mas ainda outro aspecto importante para que o estudante se torne metacognitivo em relação às habilidades visuais é que ele tenha a **compreensão dos procedimentos e o conhecimento das convenções e conceitos** das representações (GILBERT, 2007) do que ele está estudando. No caso da atividade proposta, apesar de operacionalmente simples, envolvia, além do raciocínio espacial, muitos procedimentos a serem seguidos e muitos conceitos de química que são, por exemplo: conceitos de átomo, elemento, substância, molécula e entendimento dos modelos utilizados, ou seja, perceber que os átomos são representados por bolinhas, que bolinhas de cores diferentes representam elementos químicos distintos, que as moléculas são formadas por grupos de bolinhas, que grupos iguais de moléculas representam uma mesma substância, que o bastão representa uma ligação covalente entre esses átomos e que isso tudo é um modelo de molécula, uma representação, não é uma fotografia em tamanho maior. Erros conceituais básicos podem prejudicar o raciocínio, apesar de serem alunos do 2.o ano do Ensino Médio, **concepções alternativas** podem continuar presentes referentes a todos esses assuntos apontados como importantes na compreensão desta atividade. E, no caso em que o aluno tenha dificuldade para compreender esses conceitos, ele poderá se tornar menos metacognitivo com relação às habilidades visuais.

Assim, com relação ao desempenho da dupla A5 e A6 na atividade 2, pudemos ter um exemplo deste acontecimento. A aluna A6 estava dando indícios do que parecia ser dificuldade no pensamento espacial. Até os 2 minutos e 26 segundos ela demonstrava não estar compreendendo alguns passos do desenvolvimento da atividade que estava sendo realizado com certa facilidade pela aluna A5. No momento em que a pesquisadora perguntou quantas substâncias estavam ali presentes, no mesmo instante, cada uma das alunas deu uma resposta, sendo que a aluna A5 acertou e a aluna A6 errou, demonstrando não estar compreendendo o tópico perguntado. A aluna A5 pegou as moléculas nas mãos e passou a explicar espacialmente e neste instante a aluna A6 exteriorizou que agora tinha entendido, porque ela achava que era para responder quantos elementos havia ali, por isso ela tinha respondido 3. A partir deste instante a aluna A6 passou a demonstrar

entendimento espacial o que pode significar que ela acabara de aprender a reconhecer moléculas iguais e diferentes ou então que o obstáculo fora o erro conceitual da diferença entre elemento e substância. Esta descrição também dá indício de como é importante o **papel mediador** de um professor ou educador acompanhando as atividades, mediando a construção, o que pode ser considerado outro fator.

Neste caso da atividade 1, o **papel mediador** se deu entre a própria dupla, sendo que, justamente, o fato do trabalho ser em dupla, **colaborativo**, pode ter favorecido a discussão, a manifestação da metavisualização, levantamento de questões e o próprio desenvolvimento da atividade, acenando com a possibilidade de que a interação dos alunos possa ter desempenhado um papel muito importante no decorrer dessas atividades. Os próprios alunos reconheceram isso como um fator positivo. Mas também, em alguns casos pode acontecer, como foi observado, de um aluno acabar convencendo o outro de sua hipótese, sendo esta equivocada, como na parte II da atividade 1, o grupo 2.

Finalizando, podemos apontar todos os fatores analisados como a natureza da atividade, a motivação, compreensão dos procedimentos, conhecimento das convenções e conceitos das representações, trabalho colaborativo, ideias prévias, a presença de um mediador e as habilidades visuais como muito importantes no desenvolvimento da atividade e também envolvidos no processo de maior ou menor manifestação da metavisualização. Assim, esses e possivelmente outros fatores certamente estão envolvidos, em alguma medida, neste complexo fenômeno de construção de conhecimento sendo que a metavisualização é apenas uma das facetas, ainda pouco explorada.

Portanto, ainda há muito campo há ser pesquisado com relação à metacognição e principalmente metavisualização no ensino de ciências, em particular, no ensino de química, o que aponta ser um assunto de grande possibilidade e necessidade de pesquisas futuras para maiores esclarecimentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERSEK, M. K. Visual Literacy – one of 21st century literacies for science teaching and learning. **Problems of Education in the 21st Century**, v.5, p.9-17, 2008.

ANDERSON, D.; NASHON, S. M; THOMAS, G. P. Evolution of research methods for probing and understanding metacognition. **Research in Science Education**, v. 39, n.2, p.181-195, 2007.

ANTONIETTI, A.; IGNAZI, S.; PEREGO, P. Metacognitive knowledge about problem solving methods. **British Journal of Educational Psychology**, v. 70, n.1, p.1–16, 2000.

ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M. Images and Computational Methods in Molecular Modeling Education. **Problems of Education in the 21st Century**, v.9, p.17-23, 2008.

AURELIO, dicionário. Disponível em <http://www.dicionariodoaurelio.com/Visualizacao>. Acesso em 06/12/10.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Tradução Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Interamericana. **Psicologia educacional**, 2.^a edição, 1980.

AUSUBEL, D. P.; **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Kluwer Academic Publishers/Dordrecht/Boston/London, 2000.

AYERSMAN, D. J. Effects of knowledge representation format and hypermedia instruction on metacognitive accuracy. **Computers in Human Behavior**, v.11, n.3, p.533–555, 1995.

BARNEA, N. Teaching and learning about chemistry and modelling with a computer-managed modelling system. In J. K. Gilbert & C. Boulter (Eds.), **Developing Models in Science Education**, p. 307-324, 2000.

BILBOKAITE, R. Visualization in Science education: the results of pilot research in grade 10. **Problems of Education in the 21st Century**, v.16, p.23-29, 2009.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução Maria João Alvarez. Portugal, Porto Editora, 355p, 1994.

BRASIL, Planalto do Governo, **Lei 9394 – LDB** de 20/12/1996, artigo 35. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm Acesso em 24/01/11.

BROWN, A. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R.H. Kluwe(Eds), **Metacognition, motivation, and understanding**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, p. 65-116, 1987.

CAVANAUGH, J. C.; PERLMUTTER, M. Metamemory: A critical examination. **Child Dev**, v. 53, p.11-28, 1982

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. Correct Interpretation of Chemical Diagrams Requires Transforming from One Level of Representation to Another. **Research on Science Education**, v.38, p. 463 – 482, 2008.

COOPER, M. M.; SANDI-URENA, S.; STEVENS, R.H. Reliable multi method assessment of metacognition in chemistry problem solving. **Chemistry education research and practice**, v. 9, p.18-24, 2008.

DAVIDSON J. E.; DEUSER, R.; STERNBERG, R. J. The role of metacognition in problem solving. In J. Metcalfe and A.P. Shimamura (Eds.), **Metacognition: knowing about knowing**, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, p.207-226, 1995.

ENEM, Ministério da Educação, Secretaria da Educação. Matriz de referência para o Exame Nacional do Ensino Médio, p.10, 2009. Disponível em <http://www.enem.inep.gov.br/enem.php>. Acesso em 06/12/10.

EVERSON, H. T; TOBIAS, S. The ability to estimate knowledge and performance in college: A metacognitive analysis. **Instructional Science**, v.26, p.65-79, 1998.

FERK , V.; VRTACNIK, M.; BLEJEC, A.; GRIL, A. Student's understanding of molecular structure representations. **International Journal of Science Education**, v.25, n.10, p.1227-1245, 2003.

FERREIRA, C.; ARROIO, A. Teacher's Education and the use of Visualization in Chemistry Instruction. **Problems of Education in the 21st Century**, v.16, p.48-53, 2009.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. Em L.B. Resnick (Orgs), **The nature of intelligence**. Hillsdale, N.Y.: Erlbaum, p.231-235, 1976.

_____. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental Inquiry. **American Psychologist**, v.34, p.906-911, 1979.

GABEL, D. Theory-based teaching strategies for conceptual understanding of chemistry. **Educación Química**, v.11, n.2, p. 236-243, 2000.

GARDNER, H. **Frames of Mind**. New York: Basic Books, 1983.

GILBERT, J. K. Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In J.K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, p. 9-27, 2007.

_____. Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.) Dordrecht: Springer. **Visualization: Theory and Practice in Science Education**, p.3-24, 2008.

GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. Introduction. In J.K.Gilbert, M.Reiner, M.Nakhleh(eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Holland: Springer, p.1-2, 2008.

GILBERT, J. K; JUSTI, R; QUEIROZ, A. The use of a model of modeling to develop visualization during the learning of ionic bonding. **Contemporary Science Education Research: International Perspectives**, p.43-52, 2010.

GIL PÉREZ, D.; GUISASOLA, G.; MORENO, A.; CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M. P.; TORREGROSA, J. M.; SALINAS, J.; VALDÉS, P.; GONZÁLEZ, E.; DUCH, A. G.; DUMAS-CARRÉ, A.; GALLEGU, R. Defending Constructivism in Science Education. **Science and Education**, vol.11, p.557-571, 2002.

GOBERT, J.D. Leveraging technology and cognitive theory on visualization to promote students' science. In John K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, p. 73-90, 2007.

ISRAEL S. E.; MASSEY, D. Metacognitive Think-Alouds: Using a Gradual Release Model with middle School Students. In ISRAEL, S.E et al. **Metacognition in literacy learning: theory, assessment, instruction and professional development**. Cap.10, p. 183-185, 2005.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.70, n.9, p.701-705, 1993.

JUSTI, R., GILBERT, J. K., FERREIRA, P. F. M. The Application of a 'Model of Modeling' to Illustrate the Importance of Metavisualization in Respect of the Three Levels of Representation. In J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Eds.), **Multiple Representations in Chemical Education**, p. 285-308, 2009.

LARKIN, S. Collaborative group work and individual development of metacognition in the early years. **Research in Science Education**, v.44, n.2, p.1-6, 2006.

LARKIN, S. Socially mediated metacognition and learning to write. **Thinking skills and creativity**, v. 4 p.149-159, 2009.

LEDZINSKA, M., POSTEK, S. The role of metacognition in learning curriculum. **Problems of Education in the 21st Century**, v.23, p.137-145, 2010.

LIVINGSTON, J. A. **Metacognition: An Overview, 1997**. Disponível em: <http://gse.buffalo.edu/fas/shuell/CEP564/Metacog.htm>
Acesso em 27/09/2010.

LOCATELLI, S; FERREIRA, C; ARROIO, A. Metavisualization: an important skill in the learning chemistry. **Problems of Education in the 21st Century**, v.24, p.75-83, 2010.

MENDONÇA, P. C. C; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte II. **Educación Química**, v.20, p.373-382, 2009.

MICHAELIS, dicionário. Disponível em:
<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=visualização> . Acesso em 06/12/10.

NELSON, T.O.; NARENS, L. Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. Shimamura(Eds). *Metacognition: Knowing about knowing*. Cambridge, MA:Bradford. p.1-25, 1994.

NOVAK, J. **Human constructivism: a unification of psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making**. Fourth North American Conference on Personal Construct Psychology, San Antonio, Texas, 1990.

NOVAK, J. D. **Learning, Creating, and Using Knowledge**. 2.ed. 2010.

PAROLO, M.E.; BARBIERI, L.M.; CHROBAK, R. La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. **Ensenanza de las ciências**, v.22, n.1, p.79–92, 2004.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, n.2, p.211-227, 1982.

RAPP, D.; KURBY, C. The ‘Ins’ and ‘Outs’ of Learning: Internal Representations and External Visualizations. In J. K. GILBERT et al (eds.) **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, p.29-52, 2008.

RICKEY, D; STACY, A. M. The role of metacognition in learning chemistry. **Journal of Chemical Education**, v.77, n.7, p. 915-920, 2000.

SANDI-URENA, S.; COOPER M. M.; STEVENS R. H. Enhancement of Metacognition Use and Awareness by Means of a Collaborative Intervention. **International Journal of Science Education**, p.1-18, 2010.

SCHRAW G. Metacognition in basic skills instruction. In H.J. Hartman (Ed.), **Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p.3-16, 2001.

SCHRAW, G.; CRIPPEN, K.; HARTLEY, K. Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. **Research in Science Education**, v. 36, p.111-139, 2006.

STULL, A. T.; HEGARTY, M.; STIEFF, M.; DIXON, B. Does Manipulating Molecular Models Promote Representation Translation of Diagrams in Chemistry? **Diagrams**, 2010, LNAI 6170. In Goel, A.K; Jaminik, M; Narayanan, N.H (eds) . Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p.338-344, 2010.

TOBIAS, S; EVERSON, H. T. **Knowing what you know and what you don't: further research on metacognitive knowledge monitoring**. College Board Research Report, College Entrance Examination Board: New York – USA, 2002.

VEENMAN M. V. J. The assessment of metacognitive skills: what can be learned from multi-method designs? In C. Artelt and B. Moschner (Eds.), **Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis**, Waxmann. Berlin, p.3-29, 2005.

WU, H.; SHAH, P. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Science Education**, v.88, p.465-492, 2004.

WHITE, R. T. Metacognition. In **Educational Research, Methodology and measurement: an international Handbook**; Keeve, J.P, Ed; Pergamon: Oxford, p 70-75, 1988.

8. ANEXOS

ANEXO A – Atividade 1 da coleta de dados

Atividade:

Começando...leia tudo e fale tudo o que estiver pensando em voz alta...

PARTE I:

Item 1: Desenhe duas (2) representações da molécula do composto 1,1-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio. (**Fale em voz alta tudo o que vocês estiverem pensando...**)

Item 2: Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas duas moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique.

PARTE II:

Item 3: Desenhe agora quatro (4) representações da molécula do composto 1,2-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.

Item 4: Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique

PARTE III:

Item 5: Por último, desenhe quatro (4) representações da molécula do composto cloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.

Item 6: Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique

Fim da gravação.

PARTE IV:

Item 7: O que você achou de fazer esse trabalho? Associe com o conceito de metacognição.

Item 8: Quais as dificuldades e facilidades que você encontrou na realização desta atividade?

Item 9: Você acha que este procedimento te ajudou a resolver o problema? De que forma ajudou?

ANEXO B – Atividade 2 da coleta de dados

Importante: fale em voz alta t-u-d-o o que estiver pensando durante a atividade.

1. A partir de quatro (4) grupos etênicos, sendo duas bolinhas pretas unidas por dois palitinhos (representando dois átomos de carbono unidos por dupla ligação), monte quatro (4) representações da molécula do composto 1,2-dicloroeteno, utilizando-se das bolinhas azuis (representando átomos de cloro) e das bolinhas brancas (representando átomos de hidrogênio). Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.

2. Observe atentamente as moléculas que acabou de montar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique.

ANEXO C - Atividade 1 - Parte I dos alunos A1 e A2 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
13h00 início	A1: Vamos ao trabalho	Não	Não há, estão se preparando para começar a atividade.
	A2: Ta bom vamos lá	Não	
	A1: Desenhe duas representações da molécula do composto 1,1-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio. E aí, vamos fazer?	Não	Não há, eles estão lendo a proposta.
	A2: Vamos. Então tem que ter é... um cloro, quer dizer são dois átomos de cloro na mesma molécula de carbono.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
	A1: Isso mesmo, no mesmo átomo de carbono.	Não	
	A1: Vamos desenhar. Uma bolinha, outra bolinha.	Não	
	A2 e A1: O átomo de carbono da esquerda.	Não	
13h01	A1: Agora aqui na outra molécula de cloroeteno, colocamos um aqui, outro aqui.	Não	Não há, eles estão pensando agora na outra molécula, continuando o raciocínio e desenhando (executando a tarefa).
	A2: Do lado direito.	Não	
	A1: O Hidrogênio	Não	
	A2: 2. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas duas moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique....São as mesmas moléculas.	Não	Não há, eles leram a pergunta, pensaram e responderam.
	A1: Eu também acho que são as mesmas.	Não	
	A2: É só você virar espacialmente.	Sim (1/13)	Sim, há. O aluno A2 retoma o que havia pensado, pensando novamente e espacialmente na imagem das moléculas do raciocínio anterior (metavisual).
13h02	A1: Porque, imagina as moléculas no meio, com velocidade elas acabam virando, então são as mesmas moléculas. Só que olhando de formas diferentes, uma na frente e outra atrás.	Sim (2/13)	Aluno pensando sobre o que tinha pensado, justificando espacialmente (metavisual).

Desenho 1 – A1 e A2

ANEXO D - Atividade 1 - Parte II dos alunos A1 e A2 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
13h02 início	A1: 3. Desenhe agora quatro representações da molécula do composto 1,2-dicloro-eteno. Disponhas de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não há, eles estão lendo a proposta.
13h03	A2: Tá agora, tente é... um átomo de cloro em cada carbono. Aí dá para você colocar um bem aqui. Aí dá para você colocar ali também.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
	A1: Agora o que a gente colocou foi trans, agora a gente coloca cis.	Não	
	A2: Dois trans né?	Sim, (3/13)	Sim, há. O aluno A2 está se questionado se são dois trans mesmo, monitorando seu raciocínio. Há indício de que ele pensou em duas moléculas trans, ficou na dúvida e quis a confirmação.
	A1: É são dois trans, só que olhando de formas diferentes, agora vamos ver o cis.	Não	O aluno A1 está apenas respondendo o que parece que ele já conhecia e propondo continuarem o exercício.
	A2: Um aqui, outro aqui e outro ali. (barulho com o lápis), tá, vamos lá, vamos pro quatro.	Não	Eles estão finalizando a execução da tarefa e indo para o próximo tópico.
	A1: É vamos lá	Não	
13h04	A2: 4. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes?	Não	Não há, eles estão lendo a proposta.
	A1: Bem, quando a gente desenhava as moléculas de cima, os cloros estavam de lados opostos em cada átomo de carbono, enquanto as de baixo estavam de mesmo lado, estão para a parte de cima.	Não	Não há, aluno pensando e concluindo um raciocínio.
	A2: Então são as mesmas. Ah é, são diferentes.	Sim (4/13)	Sim há. Aluno pensando no que o colega acabou de falar e concluindo que o que tinha pensado sobre as moléculas estava incorreto, modificando sua conclusão.
	A1: Essas quatro representam duas moléculas diferentes.	Não	Não há, está acabando de concluir o raciocínio.
	A2: É só girar, colocar esta aqui.	Não	Não há, pois aqui o aluno pensa espacialmente

			(pensamento visual), mas não metavisual, pois ele apenas está concluindo o raciocínio anterior e não pensando sobre o pensamento visual.
	A1: Acho que não porque tem essa dupla aqui no meio.	Sim (5/13)	Sim, há. Aluno pensando sobre o que haviam visualizado com relação à molécula, mudança de foco do visual para o metavisual, vendo e levando em conta agora a dupla ligação e assim, <i>regulando</i> a aprendizagem.
	A2: É, e se colocar aqui não fica a mesma coisa.	Não	Não há. Aluno apenas concordando com o raciocínio anterior, concluindo.
13h05	A1: Não fica não porque se você for pensar são compostos diferentes, vê isso espacialmente. Que nem aqui, ó, tem aqui o carbono e o carbono, hidrogênio, um cloro e um cloro. Se colocar o cloro aqui para cima fica diferente. Se for pensar este aqui é apolar e o debaixo polar.	Sim (6/13)	Sim há. Agora o aluno pensa novamente no que tinha pensado espacialmente e está incorporando o aspecto da polaridade para apoiar sua argumentação.
	A2: É tem razão. Aí, é então, são todas são diferentes né?	Sim (7/13)	Aluno demonstra estar na dúvida e pergunta ao colega para confirmar, monitorando o raciocínio.
	A1: São duas diferentes né?	Sim (8/13)	Aluno olhando e referindo-se a dois desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
13h06	A2: É duas diferentes, essa para essa, por que essa aqui para cá é só inverter, beleza, agora vamos para o cinco, é....	Não	Aluno apenas concluindo o raciocínio.

Desenho 3 – A1 e A2

ANEXO E - Atividade 1 - Parte III dos alunos A1 e A2 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
13h06	A2 - Por último, desenhe quatro representações da molécula (como no exemplo acima) do composto cloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio. É agora dá para colocar...	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A1: Ah, é um em cada ponta, só tem um cloro.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
	A2: É um em cada ponta, aqui, aqui, aqui e aqui, depois completa com hidrogênio (Pausa para desenho).Vamos para o seis agora.	Não	
13h07	A1: 6. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A2: São as mesmas né?	Sim (9/13)	Aluno olhando e referindo-se a dois desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
	A1: É são as mesmas, olhando de um lado, de outro, de cima para baixo.	Não	Não, aluno explicando espacialmente porque acha que são as mesmas, pensamento visual (não metavisual) para responder ao questionamento do colega.
	A2: Só rotacionar né?	Sim (10/13)	Aluno olhando e referindo-se aos desenhos das moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
	A1: É, é só ficar rodando ela que você acha.	Não	Não, aluno novamente explicando espacialmente (com rotação) porque acha que são as mesmas, pensamento visual (não metavisual) para responder ao questionamento do colega.
	A2: Mas é diferente do anterior, que não adianta se ficar rodando.	Sim (11/13)	Aluno referindo-se ao exercício anterior, comparando o atual ao

			anterior, pensando novamente nas imagens para ratificar a sua conclusão neste exercício atual.
	A1: isso	Não	Não há. Aluno apenas concordando com o raciocínio do colega, parecendo que para ele já estava claro.
13h08	A2:É por isso que são duas diferentes no anterior.	Não	Não há. Alunos apenas concluindo o raciocínio anterior.
	A1:É porque nesse caso só tem um átomo de cloro e um átomo não vai mudar muita coisa, as duas são polares.	Sim (12/13)	Sim há. Pensando novamente no seu argumento sobre a polaridade utilizado anteriormente e ratificando sua conclusão aqui.
	A2:No outro são duas diferentes, é verdade	Não	Não há, aluno concluindo o raciocínio anterior.
	A1:Já nessa nova do exercício cinco	Não	
	A2:Então...São todas iguais? É isso?	Sim (13/13)	Aluno olhando e referindo-se aos desenhos de moléculas, ele está pensando sobre esses desenhos, perguntando, <i>monitorando</i> seu pensamento visual.
	A1:É, bem isso mesmo	Não	Não, aluno apenas confirmando o raciocínio do aluno.

Desenho 5 – A1 e A2

ANEXO F - Atividade 1 - Parte IV dos alunos A1 e A2 – Respostas às questões sobre a atividade.

7.O que você achou de fazer esse trabalho? Associe com o conceito de metacognição.

Resposta: O trabalho, embora seja muito cansativo e demandar muito tempo é proveitoso, por fazer-nos mudar nosso modo de pensar sobre moléculas com dupla ligação a partir do nosso conceito inicial de que elas sofreriam rotação, mas a dupla não deixa os átomos de carbono rodarem. Dessa forma, o trabalho nos fez enxergar nosso próprio pensamento e consequentemente melhorar o modo de pensar.

8.Quais as dificuldades e facilidades que você encontrou na realização desta atividade?

Resposta: As dificuldades encontradas foram, o fazer do script, bastante cansativo, e o espaço e o tempo para a realização do projeto, as facilidades foram as questões de modo geral, e a gravação do áudio.

9.Você acha que este procedimento te ajudou a resolver o problema? De que forma ajudou?

Resposta: Ajudou, pois, com a metacognição, conseguimos visualizar mais eficientemente o erro no nosso pensamento.

ANEXO G - Atividade 1 - Parte I dos alunos A3 e A4 – Transcrições e desenhos.

tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
3h05	A3: Questão 1. Desenhe duas (2) representações da molécula (como no exemplo acima) do composto 1,1-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A4: Então, se é 1,1-cloro-eteno, os dois cloros devem estar no mesmo carbono, então só tem duas opções, ou os dois cloros no carbono da esquerda, ou os dois cloros no carbono da direita, pois tem que ser no mesmo carbono.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
13h06	A3: Concordo, pois 1,1 tem de ser no mesmo. Agora no caso se fosse 1,2 ou 1,3 aí poderia mudar o cloro de carbono, mas 1,1 tem de ser no mesmo, ou os dois no da esquerda, ou os dois no da direita. Tudo bem então A4?	Não	Não há, eles continuam executando a tarefa, aqui o aluno A3 concordando com o aluno A4.
13h07	A4: Tudo. Questão 2. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas duas moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique.	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
13h08	A3: Bom, eu acho que as duas moléculas são diferentes, mas representam a mesma substância, porque no quesito de moléculas em uma delas tem dois cloros no carbono esquerdo e a outra dois cloros no carbono direito, mas a substância acaba sendo a mesma, porque se você inverter o lado fica a mesma coisa, só vai mudar a ordem, e acho que a ordem não altera.	Não	Não há, aluno pensando espacialmente, visual, não metavisual.
	A4: É, mas para mim se a posição... Inaudível... é diferente... a substância é a mesma, pois se você olhar espacialmente, por exemplo, se você colocar a molécula ao contrário, uma vai ficar igual a outra.	Sim (1/10)	Sim há. Aluna pensando no que o amigo tinha pensado, questionando, monitorando seu pensamento, olha para os desenhos e pensa espacialmente, girando a molécula. Houve regulação do raciocínio.
	A3: É, eu concordo com você, eu acho que vai acabar ficando a mesma substância, porque a fórmula molecular vai ser a mesma, as duas moléculas estão representado o 1,1-dicloro-eteno que é a substância, só que essa substância tem vários jeitos de ser representada, ou seja, dois jeitos, que foi esse que a gente apresentou, dois cloros no carbono esquerdo e dois cloros no carbono direito. Então a substância é a mesma, mas... Inaudível...com representações diferentes.	Sim (2/10)	Sim há. Aluno pensando no que havia pensado e ratificando sua conclusão de que as moléculas são iguais, mas representadas diferentemente.

Desenho 1
A3 e A4

ANEXO H - Atividade 1 - Parte II dos alunos A3 e A4 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
13h12	A3: Desenhe agora quatro (4) representações da molécula (como no exemplo acima) do composto 1,2-dicloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A4: Bom, a primeira molécula a gente vai colocar os dois cloros pra baixo um em cada carbono, na segunda molécula vamos colocar os dois cloros no carbono pra cima...	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
	A3: No terceiro, a gente coloca os dois cloros um em cima, outro embaixo, e os hidrogênios completa (rabiscos).	Não	
13h13	A4: E no quarto o oposto, um cloros embaixo, outro em cima e os hidrogênios completa (rabiscos). Se bem que a gente podia variar, tem várias opções na verdade..	Sim (3/10)	Sim há, a aluna está monitorando, questionando.
	A3: É, mas só pedem quatro, assim ficou certo, como o exercício está pedindo. Próxima A4...	Não	Não há, o aluno está apenas respondendo a dúvida da colega.
13h15	A4: 4. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique.	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A4: No caso em que a gente colocou os dois cloros pra cima e os dois cloros pra baixo pra mim são iguais.	Não	Não há, eles estão pensando e raciocinando (visual) para responder à pergunta.
	A3: Porque só muda a ordem	Não	
	A4:Hum..É, só muda a ordem, se você olhasse a molécula ao contrário ia dar na mesma.	Sim (4/10)	Hesitação em responder, a aluna para por um momento, pensando no que pensou (metavisual), raciocina espacialmente, confirmando o que ela achava, monitorando.
13h16	A4: No do lado também se você virar a molécula ao contrário também, pois cada um está em uma ponta, se você virar a molécula de cabeça para baixo fica igual.	Não	Não há, o aluno está concluindo o raciocínio, pensando espacialmente (visual)
	A3: Será? Acho que fica diferente...Inaudível... a molécula em que o cloro tá em cima ...pro cloro que está na lateral, ou não?	Sim (5/10)	Monitorando, questionando. Aluno pensando espacialmente no conjunto de moléculas da direita.
	A3: Mas, a fórmula molecular fica a mesma porque todos serão a mesma coisa, no caso $C_2Cl_2H_2$. Todos têm a mesma fórmula molecular, mas acho que o mesmo caso do exercício anterior, que tem a mesma fórmula	Sim (6/10)	Comparando com o que tinha pensado no exercício anterior. Entretanto abriu mão do pensamento espacial e apoiou-se na premissa de

	molecular, mas tem estruturas diferentes, são vários jeitos de representar a mesma molécula.		que se tem a mesma fórmula molecular são as mesmas moléculas. Regulou o raciocínio, entretanto levando-o a concluir erroneamente.
13h17	A4: É, vamos para a outra.	Não	Não há, aluna apenas propondo continuar o exercício.

Desenho 3 – A3 e A4

ANEXO I - Atividade 1 - Parte III dos alunos A3 e A4 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
13h20	A3: 5. Por último, desenhe quatro (4) representações da molécula (como no exemplo acima) do composto cloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A3: Então só vai um cloro dessa vez em cada molécula, só colocar um em cada posição, tem quatro ligações sobrando, é só dividir um em cada.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
	A4: É isso mesmo?	Sim (7/10)	Sim há. A aluna está monitorando o raciocínio apresentado pelo colega.
	A3: Acho que sim, acho que vai ficar como os outros exercícios, só que o outro era dicloro e esse é um.	Não	Não há, aluno concluindo raciocínio.
13h21	A4: Enfim, vai ficar um cloro no carbono da esquerda (rabiscos) em cima, três hidrogênios, o outro na molécula da esquerda embaixo, um cloro na molécula da direita em cima.	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
	A3: E um no carbono da direita embaixo (rabiscos).	Não	

	A4: É isso...	Não	
	A3: É, igual os outros dois.	Não	
13h23	A4: Inaudível. 6. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique	Não	Não há, eles estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A4: Essa eu tenho certeza que todas as moléculas são iguais, hum, pera aí... porque se você, por exemplo, olhando de um modo espacial, 3d, se você mudasse a posição da molécula ia continuar a mesma coisa, ia ser tudo igual.	Sim (8/10)	Sim há. Aluna pensando no que pensou, pensamento metavisual. Monitorando.
	A3: Então acho que é o mesmo caso dos outros dois, mesma fórmula molecular e a fórmula estrutural diferente.	Não	Não, aluno concluindo raciocínio, novamente apoiando-se na mesma fórmula molecular.
13h24	A4: Depende, no exercício 3 estava diferente...não?	Sim (9/10)	Sim, há. Aluna ainda na dúvida com relação a questão anterior, está monitorando, questionando.
	A3: .: Então...Vamos pensar...A molécula representada representa a mesma substância mas...inaudível... a mesma substância, só que representadas de jeitos diferentes que nem a gente fez. Até porque no exercício fala para fazer o composto cloro-eteno mudando a posição do átomo de cloro e de hidrogênio, então você vê que você fez a mesma substância para todas, mas em diferentes posições.	Sim (10/10)	Sim , há, o aluno retoma o pensamento, metavisual, para concluir que realmente são moléculas iguais.
13h26	A4: É, não vai mudar nada.	Não	Alunos concluindo raciocínio.
	A3: Então acho que é isso aí.	Não

Desenho 5 - A3/A4

ANEXO J - Atividade 1 - Parte IV dos alunos A3 e A4 – Respostas às questões sobre a atividade.

7.O que você achou de fazer esse trabalho? Associe com o conceito de metacognição.

Resposta: Um trabalho diferente, motivador, é legal pois muda a rotina de sempre mais ao mesmo tempo complicado por ser um trabalho muito diferente dos outros.

8.Quais as dificuldades e facilidades que você encontrou na realização desta atividade?

Resposta: Requer muito tempo, disponibilidade para a dupla se encontrar para fazer a gravação, muitas coisas para fazer no trabalho, questões que confundem. Mas, é um trabalho que não requer muito conhecimento específico de química e não precisa escrever.

9.Você acha que este procedimento te ajudou a resolver o problema? De que forma ajudou?

Resposta: Eu acho que ajudou, mas não pelo fato da gravação e da transcrição feita, mas sim pela atividade em dupla e por ter que mostrar todo o raciocínio da dupla, que sendo falado é bem mais fácil de fazer e entender seu próprio raciocínio do que só escrevendo o que pensou na questão.

ANEXO K - Atividade 1 - Parte I das alunas A5 e A6 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
17h40	A5: Vamos começar a gravação! Então, primeira pergunta...1.Desenhe duas representações da molécula, como no exemplo acima, do composto 1,1-dicloroeteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e do hidrogênio...ah, então, tem que ligar os dois cloros em um carbono	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
17h42	A6: hum...sendo, tipo, se for um 1,1-dicloro-eteno, então tanto vai fazer onde a gente vai colocar os cloros...tipo, tem que ser os dois em um carbono só, tanto faz qual for!	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
17h45	A5: É verdade...então o primeiro a gente faz os cloros no primeiro carbono e o segundo a gente coloca os dois cloros no segundo carbono.	Não	
17h47	A6: Isso! 2. Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique...tá, eu acho que são iguais né?	Não	
17h49	A5: Ah é eu também acho...porque tanto o primeiro quanto o segundo desenho, os dois cloros estão ligados em um só carbono...	Não	Não há, mas a aluna apoiou-se nos desenhos para concluir, pensamento visual.

Desenho 1 – A5 e A6

ANEXO L- Atividade 1 - Parte II das alunas A5 e A6 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
17h50	A5: tá, Próxima...desenhe agora quatro representações da molécula do composto 1,2-dicloroeteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio. Ah, aí nesse...tipo...muda tudo!	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
17h50	A5: Nesse é um cloro para cada carbono, né A6?	Sim (1/6)	Sim há, aluna está monitorando, questionando.
17h51	A6: Ah, eu acho que sim. Pode por o cloro em cima, embaixo ou na diagonal!	Não	Não há, eles estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
17h51	A5: É, eu acho que é isso. Vamos para a quatro...Observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar. Você acha que as quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes? Justifique	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
17h53	A5...(pausa para pensar)...hum...acho que...qual que é a diferença? Deixa-me ler de novo...	Sim (2/6)	Sim há, aluna monitorando, tentando perceber o que há de diferente com relação ao exercício anterior. Há indícios de hesitação.
	A5: Ah tá...Acho que a cadeia com dois cloros em cima e o que tem os dois embaixo são iguais! E os que são em diagonal também são iguais entre si...sei lá...	Não	Não há. A aluna está pensando espacialmente (visualmente) apoiando-se nos desenhos que fez.
17h54	A6: Será?... é acho que é isso mesmo.	Sim (3/6)	Sim há, aluna monitorando, questionando.

Desenho 3 – A5 e A6

ANEXO M- Atividade 1 - Parte III das alunas A5 e A6 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
17h55	A6: Tá, vamos pra cinco. Por último, desenhe quatro representações da molécula do cloro-eteno. Disponha-as de formas diferentes, modificando a posição dos átomos...	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
	A6: Então...o cloro pode estar ligado em qualquer carbono, será? O que você acha?	Sim (4/6)	Sim há, aluna monitorando, questionando, pois demonstra estar na dúvida.
17h58	A5: É..., tá certo. Um cloro vai estar ligado a um carbono e vai ter três hidrogênios	Não	Não há. Aluna finalizando o raciocínio.
17h58	A6: Vamos ler a próxima...observe atentamente as moléculas que acabou de desenhar...hum...acho que são todas iguais, mas não tenho certeza e você? (aluna perguntando, monitorando)	Sim (5/6)	Sim há, aluna monitorando, questionando, pois demonstra novamente estar na dúvida.
18h00	A6: Ah eu também acho, espera...tipo, se você girar, vai ser tudo igual. Vai ser a mesma substância.	Sim (6/6)	Sim há, a aluna para monitorar seu raciocínio, questionando, pensando visualmente e ratificando seu raciocínio.

Desenho 5 – A5 e A6

ANEXO N - Atividade 1 - Parte IV das alunas A5 e A6 – Respostas às questões sobre a atividade.

7.O que você achou de fazer esse trabalho? Associe com o conceito de metacognição.

Resposta: Achemos a proposta um pouco complicada, porém interessante, por ser um trabalho dinâmico, e também pouco usual. Falar sobre o trabalho, ou seja, sobre a química, é um bom jeito de explorar a metacognição. Também foi bom porque vimos os diferentes pensamentos ao ver um exercício.

8.Quais as dificuldades e facilidades que você encontrou na realização desta atividade?

Resposta: 8. As dificuldades foram a gravação e a transcrição do texto, assim como resolver exercícios que nunca havíamos visto. E as facilidades foi a dinâmica do trabalho.

9.Você acha que este procedimento te ajudou a resolver o problema? De que forma ajudou?

Resposta: Sim, pois pude ouvir a opinião da minha dupla e ouvir novamente a minha resolução.

ANEXO O- Atividade 1 - Parte I das alunas A7 e A8 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
14h31	A7: O item 1 pede para nós desenharmos duas representações da molécula do composto 1,1-dicloroeteno...	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
14h33	A8: Ah é muito fácil, apenas precisamos seguir o exemplo acima.	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
14h33	A7: Tá, começando já com os dois carbonos desenhados, precisamos colocar em um dos carbonos duas moléculas de cloro ao invés de hidrogênios. E no outro carbono precisamos colocar os hidrogênios que faltam, pois lembra amiga o carbono faz 4 ligações.	Não	
14h34	A8: E na outra representação nós apenas invertemos o lugar dos cloros, ou seja, colocamos os dois cloros no outro carbono onde antes estavam os hidrogênios e agora onde estavam os dois cloros nós colocamos os hidrogênios.	Não	
14h35	A7: Pronto o exercício 1 nós já acabamos, vamos para o 2. No exercício 2 ela pergunta se nós achamos que essas duas moléculas representam a mesma substância...eu acho que sim e você amiga?	Não	
14h36	A8: eu também acho...pera aí...podemos continuar...	Não	Não, aluna apenas finalizando a atividade.

Desenho 1 – A7 e A8

ANEXO P- Atividade 1 - Parte II das alunas A7 e A8 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício manifestação metavisualização	Descrição do Indício ou não-indício
14h36	A7: Vamos para o exercício 3 agora. Ele pede para que nós desenhamos quatro representações da molécula do 1,2-dicloroeteno, mas nós temos que dispor de formas diferentes e modificar a posição dos átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
14h37	A8: tudo bem, vamos começar. Então primeiro de tudo vamos organizar cada molécula para que a sol entenda, para isso vamos identificar cada molécula por letras como A, B, C e D.	Não	
14h38	A7: Isso...ótima ideia. Pronto, já identifiquei, vamos começar com a molécula A, no primeiro carbono vamos colocar na ligação de baixo um hidrogênio (cor azul). Agora no segundo carbono vamos fazer o mesmo, na ligação de cima colocamos um cloro (cor verde) e na ligação de baixo de hidrogênio (cor azul). Verificamos se os carbonos estão fazendo 4 ligações e vamos para o próximo.	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
14h40	A8: agora na molécula B, começamos com o primeiro carbono, nós colocamos na ligação de cima um hidrogênio e na ligação de baixo colocamos um cloro, no segundo carbono nós colocamos na ligação de cima um hidrogênio e na ligação de baixo um cloro.	Não	
14h40	A7: Tudo certo, agora é a vez da molécula C, no primeiro carbono nós colocamos na ligação de cima um cloro e na ligação de baixo um hidrogênio, no segundo carbono nós colocamos na ligação de cima um hidrogênio e na ligação de baixo um cloro.	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
14h42	A8: ok, agora finalmente a molécula D, nós colocamos no primeiro carbono na ligação de cima um hidrogênio e na ligação de baixo um cloro, e no segundo carbono nós colocamos na ligação de cima um cloro e na ligação de baixo um hidrogênio.	Não	
14h43	A7: agora revemos se fizemos tudo certo e vamos para o próximo...pronto	Sim (1/3)	Sim, aluna olhando os desenhos e pensando no que havia feito, monitorando.
14h45	A7: Exercício 4: Devemos observar atentamente as moléculas que acabamos de fazer, você acha que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são substâncias diferentes? Eu acho que são diferentes e você?	Não	Não, aluna apenas respondendo a questão.
14h46	A8: eu acho que são moléculas diferentes, pois intercalam os átomos de cloro e de hidrogênio.	Não	Não, aluna apenas concordando com o raciocínio da amiga e argumentando a razão.
14h46	A7: concordo	Não	Não há, aluna finalizando o raciocínio.

Desenho 3 – A7/A8

ANEXO Q- Atividade 1 - Parte III das alunas A7 e A8 – Transcrições e desenhos.

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
4h47	A8: Agora vamos fazer o exercício 5, nós temos que fazer o mesmo que o exercício acima só que agora como o composto cloroeteno.	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
4h47	A7: ok, vamos identificar as quatro moléculas como no exercício acima.	Não	
4h48	A8: pronto, já fiz. Na molécula A nós colocamos no primeiro carbono na ligação de cima um cloro e na ligação de baixo um hidrogênio e no segundo carbono nos colocamos hidrogênio nas duas ligações.	Não	Não há, elas estão apenas pensando em como desenhar e desenhando (executando a tarefa).
4h49	A7: e na molécula B, nós colocamos no primeiro carbono hidrogênio nas duas ligações e no segundo carbono colocamos na ligação de cima um cloro e na ligação de baixo um hidrogênio.	Não	
4h49	A8: na molécula C, nós colocamos no primeiro carbono hidrogênios nas duas ligações e no segundo carbono colocamos na ligação de cima um cloro e na ligação de baixo um hidrogênio.	Não	
4h49	A7: na molécula D, nós colocamos no primeiro carbono hidrogênios nas duas ligações e no segundo carbono colocamos na ligação de cima um hidrogênio e na ligação de baixo um cloro.	Não	
4h49	A8: Agora o exercício 6...pergunta se nos achamos que essas quatro moléculas representam a mesma substância ou são moléculas diferentes.	Não	Não há, elas estão lendo a proposta e começando a pensar sobre ela.
4h49	A7: eu acho que são moléculas iguais, pois como temos apenas um cloro o nome não muda para nenhuma dessas moléculas, até porque temos apenas dois carbonos, então não precisamos identificar onde o cloro está posicionado.	Não	Não há, a aluna está apenas respondendo a pergunta.
4h50	A8: Concordo com você, vamos escrever isso.	Não	Não há, aluna está concordando com a colega.

Desenho 5 – A7 e A8

Retomada do assunto da parte II¹²:

Tempo	Conteúdo	Indício de manifestação da metavisualização?	Descrição do Indício ou não-indício
4h52	A8: ...Nossa, agora que percebi melhor no exercício 3 são substâncias iguais, amiga você tinha visto isto? Nós tínhamos colocado que são substâncias diferentes, pois quando batemos o olho nos enganamos devido as posições dos cloros e dos hidrogênios. Já na questão 5 colocamos que sim são moléculas iguais pois temos dois carbonos em cada molécula e apenas um cloro e sendo assim não precisamos identificar onde se localiza o cloro. (aluna retomando o assunto e modificando o que havia pensado)	Sim (2/3)	Sim há. Levou em conta a questão do nome que não muda e repensou o que haviam concluído no exercício anterior. Apesar de considerar em princípio questões visuais, agora o argumento do nome está sendo mais decisivo para ela.
4h52	A7: amiga, eu concordo com você na questão 5, mas na questão 3 ainda não consigo ver que são moléculas iguais, são?	Sim (3/3)	Sim há. Aluna entrando em conflito, pois ela concorda com a questão do nome, mas ainda acha que espacialmente as moléculas são diferentes no desenho 3, então ela questiona a colega.
4h53	A8: Veja amiga, nós nos confundimos, pois achamos que como os átomos de cloro e hidrogênio estão em posições diferentes achamos que eles seriam moléculas diferentes, mas são iguais olhe em todos os casos nos temos cloro no primeiro e no segundo carbono, o que não interfere no seu nome, você entendeu?	Não	Não há, apenas concluindo raciocínio.
4h54	Nossa amiga agora entendi. Obrigada, então a gente conclui que em todos os exercícios temos a mesma substância. Uhu! acabamos.	Não	Não há, aluna apenas concluindo o raciocínio.

¹² A retomada do assunto da parte II foi analisada e considerada como somente da parte II.

ANEXO R - Atividade 1 - Parte IV das alunas A7 e A8 – Respostas às questões sobre a atividade.

7.O que você achou de fazer esse trabalho? Associe com o conceito de metacognição.

Resposta: Nós achamos o trabalho interessante, motivador, fácil, mas é um trabalho que requer muita atenção, foi muito legal fazer esse trabalho pois ele trabalha nossa capacidade de saber o que se conhece ou seja ter uma habilidade de poder explicar como nossos conhecimentos é realizado.

8.Quais as dificuldades e facilidades que você encontrou na realização desta atividade?

Resposta: Podemos dizer que a dificuldade nós quase não tivemos, o trabalho em geral é fácil, o difícil mesmo foi encontrar um tempo para nos reunirmos. As facilidades que encontramos foi com o tema, que já tínhamos conhecimento.

9.Você acha que este procedimento te ajudou a resolver o problema? De que forma ajudou?

Resposta: Sim, este procedimento nos ajudou a resolver o problema, pois ele exige muita concentração e atenção, além de nos fazer explicar tudo e revisar cada exercício, o que dificulta os erros nos problemas, nós acabamos por fazer um trabalho muito organizado, mas um pouco cansativo.

ANEXO S: Atividade 2 - Aluno A1 – Transcrição e fotos da atividade realizada com modelos.

Tempo	Transcrições das falas	Observações da pesquisadora
0s	A1: Ah então.. aqui eu coloco... dois hidrogênio já que é 1,2dicloroeteno...	A1 começa a montagem com rapidez.
09	A1: é...Coloca dois hidrogênios...é...dois cloros ...agora dois hidrogênios...	A1 finaliza a primeira molécula cis:
25	A1: Aí, só vai alterando a disposição	A1 monta rapidamente a segunda molécula, trans:
43	P: o que você está fazendo agora?	-
45	A1: Agora eu estou colocando...em ordem diferente, só que no caso aqui, eles estão representando a mesma molécula.. que eu vou criar agora, porque espacialmente seriam a mesma substância, as duas seriam trans um de cada lado (mostra os cloros transversais) por causa da dupla que acaba separando...	-
1m08	P: mostra espacialmente que as moléculas são iguais...	-
1m10	Elas são iguais aqui, pega, vira elas já são iguais as duas moléculas	A1 mostra corretamente as moléculas:
1min20	A1: agora a quarta que eu vou fazer, seria igual essa daqui...	A1: Fazendo outra cis e apontando para a que ele já havia feito.
1m35	Em duas dimensões elas poderiam parecer diferentes, mas no caso espacialmente elas são as mesmas moléculas	A1 mostra as moléculas:
1m42	No caso, destas quatro que eu fiz, só tem duas substâncias.	A1 vai explicando e manipulando as moléculas.
1m45	As que quando estão do mesmo lado, que são as cis.	A1 mostra uma molécula cis para exemplificar e uma molécula trans:
1m49	E quando está do outro lado, cada átomo de cloro pra um lado aqui... trans.	
1m52	Em 3D você vê mesmo que são diferentes, em 2D pode parecer que não. É isso.	Fala enquanto aponta e explica espacialmente.

ANEXO T: Atividade 2 - Aluna A4 – Transcrição e fotos da atividade realizada com modelos.

Tempo	Transcrições das falas	Observações da pesquisadora
0	A4: Bom vou colocar dois cloros nessa primeira molécula aqui...trans se não me engano...que é assim...e dois hidrogênios	A4: começa montando a trans
20	A4: Aqui nessa outra, eu vou colocar duas em cima pra ficar diferente...que daí é cis...e duas de hidrogênio embaixo.	A4: faz uma molécula cis
37	A4: Agora aqui ...deixa-me vê...pra ficar diferente..trans ficaria aqui ...as duas de cloro e as duas de hidrogênio e ...esse outro de hidrogênio aqui	A4: faz corretamente outra trans, olhando para a primeira que ela fez
1h10	A4: E a última que eu posso fazer diferente...pode ser assim? Não, não! Essa é 1,1...	A4: faz uma molécula 1,1 dicloroetano e percebe que está errado
1h23	A4: Ah então só pode ser ..os dois de cloro embaixo e os dois de hidrogênio em cima...	A4: faz a outra cis corretamente
1h40	P: agora me fala uma coisa, você acha que essas 4 moléculas são iguais ou são diferentes?	A4: responde virando uma molécula cis e comparando com a outra e mostrando que fica igual
1h44	A4: É então... eu estou pensando...	
1h49	A4: Eu acho que são iguais porque	

	, por exemplo, se eu virar essa assim fica igual...
1h53	A4: E essa se eu virar assim fica igual.	A4: faz a mesma coisa, com as moléculas trans:
1h59	A4: Então na verdade é só a posição que você vê, depende do ponto	A4: continua rotacionando as moléculas enquanto fala.
2h08	P: Então você acha que as quatro são iguais?	
2h09	A4: Não, as quatro não! Essas duas são iguais e essas duas são iguais.	A4 nesse momento mostra corretamente as duas cis e as duas trans.
2h15	P: Mostra especialmente para mim que são iguais.	A4 pega primeiramente as duas moléculas cis e mostra: Faz a mesma coisa com as moléculas trans e insisti que as moléculas trans são diferentes das moléculas cis.
2h17	A4: Essa duas são iguais... e essa duas são iguais, mas são diferentes entre elas.	

ANEXO U: Atividade 2 - Alunas A5 e A6 – Transcrição e fotos da atividade realizada com modelos.

Tempo	Transcrições das falas	Observações da pesquisadora
0	A5: É...vamos fazer o 1,2 dicloro eteno	A5 e A6 só olhando os modelos
2	A6: Isso.	
4	A5:Então a gente pega dois cloros porque é dicloro...	
6	A6:Isso.	A5 e A6 Pegam os átomos de cloro e de hidrogênio
10	A5:Ai a gente coloca um aqui, por exemplo, e o outro aqui	A5 começa montando: e A6 completa com os hidrogênios.
17	A6: Tá, Então tem que por os dois hidrogênios abaixo	
21	A5: E completa com hidrogênio	A6: Montando a molécula cis
25	A5: Aqui e aqui	
26	A5: Isso	
28	A6: Esse aqui é o cis?	
31	A5: É, é o cis	
33	A5: Ai, por exemplo, a gente pode colocar um cloro aqui... e outro aqui.	A6: Montando o trans
	A6: Ai de novo bota os hidrogênios	
41	A5: Isso	
46	A5..Ai é o trans	
49	A6: Trans porque é trans...verso	A5 e A6 montando juntas a outra molécula cis.
51	A5: Ai no próximo pode colocar duas aqui em baixo	
	A6: E duas em cima	
1H06	A6: Ah, pra mim é tudo igual	A5: Mostrando os cis
	A5: É...Então... esse com esse são iguais porque esse pode girar	
	A6: sim.	A5: Montando outra trans:
1h21	A5: Esse outro um aqui e o outro aqui em baixo	
1h26	A6: E os hidrogênios de novo	
1h36	A6: Péra aí	
1h38	A6: Então, mas ai	
1h43	A5: Eu acho que esse só pode ser igual a esse, porque tanto faz, tem que ver a posição dos cloros, e esse igual a esse	A5 : Mostrando manipulando primeiramente as duas moléculas cis e depois as duas moléculas trans. A6: fala

1h52	A6: É sempre a posição, mas a molécula está certa isso a gente sabe que é 1,2	enquanto aponta para os átomos de cloro.
1min59	A5: Porque tem que ser dois cloros	
2min03	A5: Então esse é igual a esse e esse igual a esse	A5: mostrando cis e cis, e mostrando trans e trans, sabendo identificar os dois grupos diferentes.
2min09	A6: então todas são uma substância só.	A6 demonstra não ter entendido o que A5 concluiu.
2m11	P: mas, me fala uma coisa, quantas substâncias vocês têm aí?	A pesquisadora intervém para checar o entendimento das alunas.
2m17	A6: três	Alunas apenas olham para as moléculas.
2m18	A5: duas	
2m19	P: duas ou três?	
2min20	A5: pra mim são duas	
2min21	P: quais são as duas, pegue nas mãos e mostre espacialmente quais moléculas que são iguais...	A5 imediatamente pega as duas moléculas cis, enquanto A6 apenas observa.
	A5: essas duas são iguais...	A5 mostra as duas moléculas cis:
2mim26	A6: ah tá, pensei que fossem os elementos, carbono, hidrogênio e cloro...	A6: põe as mãos na cabeça e gesticula dizendo.
2min29	P: não, a molécula mesmo.	
2min31	A5: então, são duas substâncias...tem essas duas iguais e essas duas iguais.	A5 pega e mostra as duas moléculas cis e A6 concorda e mostra as duas moléculas trans.
2m38	P: mostrem espacialmente as moléculas.	
2m42	A5: porque não importa se tá uma assim e outra assim, porque as duas são cis...então tanto faz...vai ficar sempre igual, a mesma substância.	A5: mexe e articula as duas moléculas cis nas mãos.
2h55	A6: e esse aqui é a mesma coisa, só que é trans, independente do que fizer... assim, assim... sempre vai estar trans... independente ...espacialmente, em 3D não importa, realmente em 2D se olhar tá diferente, mas quando você vê em 3D dá pra ver que é diferente.	A6: responde com firmeza, mostrando as moléculas trans:

ANEXO V: Atividade 2 - Alunas A7 e A8 – Transcrição e fotos da atividade realizada com modelos.

Tempo	Transcrições das falas	Observações da pesquisadora
0s	A7: Então A8, agora vamos montar quatro representações da molécula do composto 1,2 dicloroeteno.	Alunas apenas observam as moléculas...
7s	A7: Vamos primeiro pegar dois cloros... montar aqui em qualquer parte da molécula... coloca em cima...aí do lado...	A8 começa montando a primeira molécula e A7 ajuda, assim foram encaixando os dois cloros em cima, demonstrando facilidade na execução.
21s	A8: Aí a gente pega dois hidrogênios... coloca hidrogênio... hidrogênio	A8 vira a molécula deixando os dois cloros para baixo e finaliza encaixando os hidrogênios.
34s	A7: É, e não faz muita diferença o lugar que você coloca o átomo de cloro quanto de hidrogênio	Finalizaram a primeira molécula cis, dois cloros pra cima.
48s	A7: Vai montando a outra... pode ser qualquer... lugar	A7 vai fazendo a segunda molécula cis...A8 começa a montar a terceira molécula junto com A7.
1min02	A7: Mas, não pode ter mais de dois átomos nem de cloro nem de hidrogênio	
1min08	P: e você A8, o que está pensando?	
1min15	A8: ah... pensando também como ela, as moléculas vão ter...não tem diferença, desde que se tenha dois de cloro e dois de hidrogênio, como é o eteno, tanto faz o lado... entendeu?	A8 montou errada a molécula, deixando dois cloros no mesmo carbono, não percebendo seu erro.
1min30	P: será que essa molécula que A8 montou está correta?	Enquanto isso A7 montou uma das moléculas trans corretamente.
1min35	A7: não está não.	A7 desmonta rapidamente a molécula que A8 tinha feito, e a remonta, montando a outra molécula trans.
1min36	A8: não?	
1min40	A7: Coloca aqui... isso... aqui...um cloro em cada carbono, entendeu?

		<p>A8 demonstra não ter entendido e ficou apenas observando, pois para ela bastava ter dois cloros e dois hidrogênios.</p>
1min58	A7: Pronto, agora tem quatro moléculas de 1,2 dicloroeteno e elas estão dispostas diferentes, cada uma tem um átomo de cloro aqui a outra de hidrogênio ... e a outra...tipo... o contrário (aponta para as moléculas trans). Mas isso não quer dizer que são...	As quatro moléculas ficam prontas. A7 explica e aponta para as moléculas.
2min15	A8: substâncias diferentes...
2min20	A7: é, por mais que as moléculas possam estar em diferentes posições elas continuam sendo as mesmas substâncias...	
2min26	P: Vocês acham que as quatro moléculas são iguais?	
2min28	A7 e A8: sim	
2min29	A7: eu acho que as quatro são iguais.	
2min30	P: tenta mexer as moléculas com as mãos...	
2min31	A7: ah não...não são iguais...porque..	
2min36	A8: não, são iguais sim.	
2min40	A7: São ou não são amiga?	Pegam as moléculas nas mãos, olham, pensam...ficam na dúvida...
2min43	A8: são.	
2min44	A7: calma, péra...aqui...pra mim são iguais	<p>Tanto A7 quanto A8 manipulam as moléculas, rotacionam, mas não conseguem perceber diferença entre as moléculas.</p>
2min55	A8: pra mim também são iguais.	
2min57	A7: pra mim são iguais ...	<p>A7: Pega uma molécula cis e uma molécula trans nas mãos e vai falando e explicando... A8 também manipula as outras moléculas.</p>
2min58	A8: como é um eteno	
2min59	A7: é...por mais que você mexa de qualquer jeito...é... você sabe que o carbono vai sempre estar ligado a um cloro e um hidrogênio, assim com aqui que tá ligado a um cloro e um hidrogênio...	
3min15	A8: é exatamente...	
3min16	A7: então de qualquer jeito ...	Olham para a pesquisadora e pensam ter terminado a atividade.
3min18	A8: vai ser a mesma substância...	

3min20	A7: é.	
3min21	P: e se eu dissesse a vocês que se tem dois grupos de moléculas aí, duas moléculas são iguais e as outras duas são iguais, mas os dois grupos diferentes, entende?	
3min32	A7: ah sim, esse aqui e esse aqui...péra...dois de hidrogênio estão...A8: na mesma posição...A7: isso, ligados pra cima e os cloros pra baixo.	<p>Rapidamente A7 pega as duas moléculas cis nas mãos, rotaciona explicando e mostra espacialmente que são iguais.</p> <p>A8 pega as duas moléculas trans nas mãos, mas não consegue mostrar que são iguais e não percebe que as moléculas estão posicionadas diferentemente.</p>
3min50	A8: e nesse outro caso...A7: e aqui também, ó...duas moléculas iguais...ó... Agora sim, dois grupos de moléculas iguais...	<p>Tentam mostrar que as trans são iguais, mas têm dificuldade:</p>
4min10	P: mas tá diferente do jeito que vocês estão segurando...	<p>Finalmente mostram as duas moléculas trans:</p>
4min14	A8: ah, é verdade...A7: não, calma...	
4min17	A7: é verdade, fica assim ó.	

ANEXO W - ENTREVISTAS

ENTREVISTA ALUNO A1

1) Lembra...Durante a atividade 2 (que você fez semana passada) você demonstrou ter pensado espacialmente na proposta da atividade. Você se lembra se pensou assim...espacialmente... ou algo semelhante na resolução da atividade do ano passado?

Resposta: Sim, eu pensei espacialmente nas atividades 1 e 2, já que ao montar as moléculas a gente imagina que elas são uma cópia da real, que é tridimensional, e foi desse jeito que eu pensei.

2) E, em relação ao seu colega, o que você acha?

Resposta: Eu acho que ele também pensou espacialmente, pois no dia da gravação a gente ficou pensando nas moléculas rotacionando, de modo que num total de quatro moléculas montadas só existiam "dois tipos".

3) O que você acha que ajudou você a acertar a atividade do ano passado?

Resposta: O que me ajudou a acertar atividade foi o conhecimento adquirido sobre o comportamento da dupla ligação e, principalmente, o pensamento das moléculas em três dimensões e não em duas (podendo rotacionar).

4) Quando na atividade você fala em polaridade, o que te vem à cabeça? O que e como você pensa isso? Pergunto isso porque te ajudou a acertar a questão...

Resposta: O que me vem à cabeça quando penso na polaridade das moléculas é a existência de uma resultante na molécula, não nula, vinda da diferença de eletronegatividade entre os átomos que a compõe.

5) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens... associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

Resposta: Eu descreveria o meu raciocínio como geométrico (geometria

espacial), de forma que eu usava o modelo de Dalton para pensar nos átomos que compõe a molécula, por ser o mais fácil de imaginar nessa situação. Eu fazia associações com as "bolinhas" do kit de química do laboratório (como o do vídeo).

6) Você acha que tem facilidade em pensar espacialmente?

Resposta: Eu tenho facilidade de pensar espacialmente, uma vez que esse raciocínio é o mais real possível (transforma um texto em algo mais dinâmico), facilitando a interpretação de várias situações (como em física).

ENTREVISTA COM ALUNO A2

1) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

Resposta: O meu raciocínio durante a atividade, como possuo memória visual, muitas vezes, me lembro de imagens, e principalmente "fotos" do meu estudo, do meu caderno e livro. Ao fazer o trabalho, procurei pensar em uma lógica, testando as diferentes possibilidades, a partir dos meus conhecimentos da aula, e exercício até a descoberta da resposta, solução.

2) Você acha que tem facilidade em pensamento espacial?

Resposta: Sim tenho facilidade, imagino a molécula, no caso, espacialmente, virando-a, alterando-a, para facilitar o raciocínio, até chegar a uma solução.

ENTREVISTA COM ALUNA A4

1) A4, você se lembra da atividade do ano passado? Você ficou na dúvida se as moléculas do 1,2-dicloroeteno eram iguais ou diferentes, parece que você achava que eram diferentes, mas o argumento do A3 de que era a mesma fórmula molecular, parece que foi mais forte e você acabou concordando com ele. Naquele momento, o que passou na sua cabeça? Você concordou porque concordou mesmo ou por que não conseguia ter mais argumentos? Você acha que pensou espacialmente? Tenta descrever um pouco pra mim...

Resposta: Pelo que eu me lembro, eu disse que eram diferentes e logo em seguida ele me falou que eram iguais, e quando percebi, pensando espacialmente, elas realmente pareciam iguais. O argumento do A3 foi bom, tanto que ele disse se virasse a molécula em 180 graus elas iriam ficar iguais, e eu pensei nisso e ele tinha razão.

2) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

Resposta: Olha...durante toda a atividade eu pensei apenas em imagens. Imaginava sempre bolinhas e como elas iriam ficar se você as mudasse de lugar, ou as virasse. Tanto que, durante a atividade, estávamos desenhando as moléculas e ficamos virando a folha para ver como ela ficaria em outra posição.

3) Você acha que tem facilidade no pensamento espacial?

Resposta: Creio que sim, é fácil pensar espacialmente, apesar de às vezes cometermos erros, porque pode confundir um pouco. Fica ainda mais fácil se você desenhar o que se pensa, que é o que ocorreu durante a atividade.

ENTREVISTA COM ALUNA A5

1) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

Resposta: Eu tentei lembrar do que eu já tinha aprendido e tentei aplicar o meu conhecimento na matéria que estava aprendendo. Sempre tento fazer os exercícios com calma e leio o enunciado quantas vezes for preciso para entender. Eu pego as ideias principais do enunciado para fazer as relações necessárias.

2) Você tem facilidade em pensamento espacial?

Resposta: Não tenho muita facilidade. Tenho que pensar com bastante calma.

ENTREVISTA COM ALUNA A6

1) Na atividade lá do ano passado (nesse mesmo exercício do 1,2dicloroetano), parece que você concluiu corretamente que havia dois tipos de molécula. Isso tinha ficado claro pra você, ou apenas concordou com a A5i por concordar? Explica um pouco como que você pensou lá na época...

Resposta: Sim, ficou claro para mim, pois observei que a estrutura havia ficado diferente. Ao olhar para as moléculas, dá pra VER a diferença, ou seja, o posicionamento.

2) Agora, nessa atividade da semana passada, fiquei na dúvida se o que atrapalhou seu raciocínio foi a confusão de elemento com molécula ou o pensamento espacial. Você conseguiu distinguir os dois grupos de moléculas (cis e trans)? Em que momento? Como que você pensou?

Resposta: Sim, distingi na hora. Mas meu cérebro tava meio enferrujado, demorei pra achar as palavras certas. Eu sabia que havia diferença, mas não consegui expor isso de primeira.

3) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

Resposta: Honestamente, me veio a imagem da sua mão na minha cabeça indicando o posicionamento das bolinhas! E também, no exercício da semana passada, pensei no que já tinha feito, de encaixar as moléculas, ajudou muito os modelos.

4) Você tem facilidade em pensar espacialmente?

Resposta: Sim, acho que química tem muito a ver com abstração e imaginação da disposição das moléculas. Então para começar a gostar de química comecei a usar esse pensamento espacial!

ENTREVISTA COM ALUNA A7

1) Fiquei com uma dúvida na atividade lá do ano passado. Quando você achou que as moléculas eram diferentes (nessa mesma parte que a gente repetiu semana passada), você achou que todas as moléculas eram diferentes, as quatro? Como que você tinha pensado?

Resposta: Na verdade, eu achei que as moléculas eram diferentes, pois os átomos estavam em posições diferentes. No entanto, após pensar novamente, eu me dei conta que mesmo os átomos estando em posições diferentes, se eles estão tendo a mesma ligação química, então eles são da mesma molécula.

2) Nessa atividade da semana passada, você tinha falado que todas as moléculas são iguais, as quatro. Como que você pensou?

Resposta: Como eu disse na questão 1, eu percebi que elas eram iguais, pois tinham o mesmo número de ligações químicas com os mesmo átomos. E mesmo estando em posições diferentes, eles continuam com o mesmo numero.

3) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

Resposta: Na primeira conclusão que eu tive, eu percebi que eu tava errada, pois eu pensei comigo mesma: se as moléculas têm o mesmo número de ligações com os mesmo átomos, então elas devem ser iguais. Ai quando eu peguei as moléculas na mão e pude virar para todos os lados, eu conclui que elas realmente eram iguais. Só mudava a disposição das ligações dos átomos, mas continuavam as mesmas ligações.

ENTREVISTA COM ALUNA A8

1) Na atividade que você fez, você conseguiu compreender que há dois grupos de moléculas? Fale-me como que você estava pensando e como pensa agora?

Resposta: Sim, na atividade tudo ficou mais claro com os modelos das moléculas, sem a visualização das moléculas nos modelos era difícil imaginar que existiam dois grupos de moléculas, mas com os modelos seguindo passo a passo, ficou muito mais claro. Antes pensava que existia apenas um grupo de moléculas e que todas eram idênticas, mas após efetuar o trabalho e visualizá-los pude ver claramente no finalzinho que existiam dois grupinhos de moléculas.

2) Como que você descreveria seu raciocínio durante a atividade? O que vem a sua mente: palavras, frases, imagens...associações com outras imagens...como que você pensou durante toda a atividade?

R: Meu raciocínio durante a atividade era através da visualização das moléculas, como se eu estivesse montando mesmo elas, cada bolinha com cor diferente simbolizava um elemento químico, eu transcrevia a imagem da montagem das moléculas no papel do trabalho.

3) Você tem facilidade em pensar espacialmente?

R: Tenho facilidade em captar informações através de imagens, filmes, desenhos...Tudo fica mais claro quando eu posso visualizar as coisas, ou até mesmo pela forma deste trabalho através do desenho das moléculas.