

Em muitos casos, os ângulos de ligação, isto é, os ângulos entre as linhas retas que unem os núcleos ao átomo central, são determinados pela simetria da molécula. Dessa forma, o ângulo HCH no metano (CH_4) é $109,5^\circ$ (ângulo do tetraedro), pois apresenta quatro pares ligantes no átomo central. Para ficarem o mais afastado possível, os quatro pares devem estar em um arranjo tetraédrico em torno do átomo de carbono. Como o arranjo de elétrons é tetraédrico e um átomo de hidrogênio liga-se a um dos pares de elétrons, produz-se uma forma tetraédrica para a molécula, sendo confirmada experimentalmente.

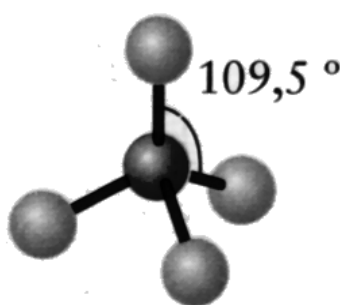


Figura 28 – Metano – CH_4

Os ângulos SFS de hexafluoreto de enxofre (SF_6) são 90° e 180° , pois a molécula tem seis átomos de flúor ligado ao átomo central (enxofre), que não apresenta pares de elétrons isolados. Dessa forma, o arranjo é octaédrico, com quatro pares nos vértices de um quadrado planar e os dois outros pares acima e abaixo do plano do quadrado.

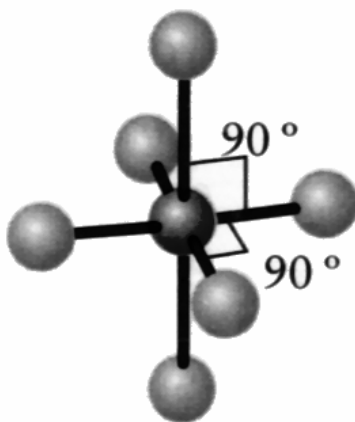


Figura 29 – Hexafluoreto de enxofre – SF_6

Os ângulos ClPCl no pentacloreto de fósforo (PCl_5) são 90° , 120° e 180° , pois na molécula existem cinco pares ligantes e nenhum par isolado no átomo central. Mantendo a maior distância possível, pode-se obter um arranjo bipirâmide trigonal, onde três átomos estão nos cantos de um triângulo equilátero e os outros dois acima e abaixo do plano formado pelo triângulo. Esta estrutura tem três ângulos de ligações diferentes, confirmada experimentalmente.

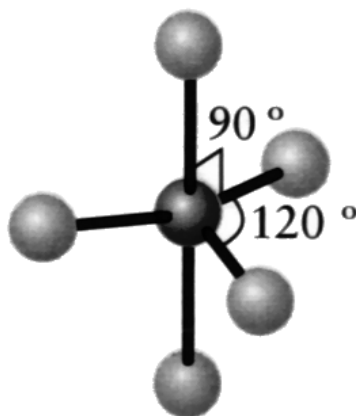


Figura 30 – Pentacloreto de fósforo– PCl_5

No caso de moléculas cujos ângulos de ligação não são determinados pela simetria, como as angulares ou em pirâmide trigonal, eles têm que ser determinados experimentalmente. O ângulo de ligação da molécula angular de água (H_2O), por exemplo, é, experimentalmente, igual a $104,5^\circ$, e o ângulo da molécula de amônia (NH_3), uma pirâmide trigonal, é 107° . A técnica mais utilizada para determinar os ângulos de ligação de pequenas moléculas é a espectroscopia (principalmente a rotacional e a vibracional). Quando as moléculas são maiores, utiliza-se a difração de raios X.

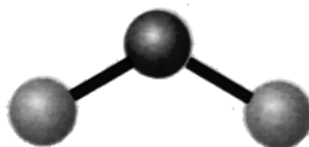
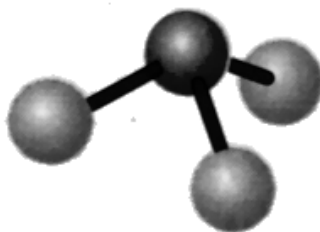
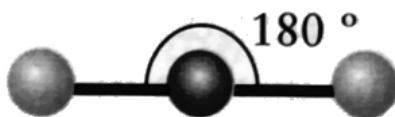


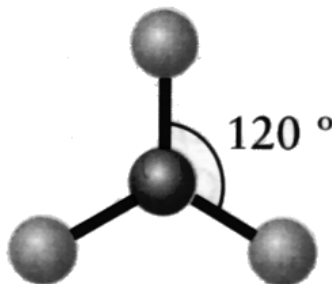
Figura 31 – água – H_2O

Figura 32 – amônia – NH_3

O cloreto de berílio (BeCl_2) é uma molécula com apenas dois átomos ligados ao átomo central. Não existem pares de elétrons isolados no átomo central. A posição em que os pares ligantes estão o mais afastado possível é quando eles se encontram em lados opostos. Dessa forma o ângulo de ligação ClBeCl é de 180° e a forma foi confirmada experimentalmente.

Figura 33 – Cloreto de berílio – BeCl_2

A molécula trifluoreto de boro (BF_3) apresenta três pares ligantes no átomo central e não existem pares isolados. Segundo o modelo VSEPR, para ficarem afastados o máximo possível, os três pares ligantes devem se posicionar nos vértices de um triângulo equilátero. O arranjo dos elétrons é trigonal planar e os três ângulos FBF são iguais a 120° , um arranjo confirmado experimentalmente.

Figura 34 – Trifluoreto de boro – BF_3

No modelo VSEPR as ligações simples e múltiplas são tratadas como equivalentes. Exemplo disso é o eteno (etileno), cuja fórmula molecular é C_2H_4 .

Existem dois centros a serem considerados no eteno: os dois átomos de carbono. Cada átomo de carbono apresenta três regiões de concentração de elétrons: duas ligações simples e uma ligação covalente dupla. Não apresenta pares de elétrons isolados. O arranjo ao redor de cada átomo de carbono é trigonal planar, apresentando assim ângulos de 120° , confirmado experimentalmente.

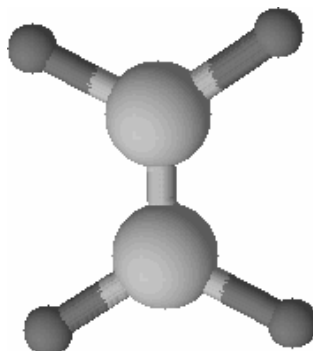


Figura 35 – Eteno – C_2H_4

O modelo VSEPR não consegue prever exatamente o ângulo, mas pode criar um parâmetro indicando que ele será menor que o valor nominal. Na determinação do valor real, deve-se medir experimentalmente ou calcular utilizando a equação de Schrödinger numericamente em um computador.

Segundo Russel (2006), um erro comum cometido por quem usa o método VSEPR é confundir a orientação espacial de um conjunto de pares de elétrons com a forma molecular ou geometria da molécula.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

Este estudo insere-se na perspectiva de uma proposta metodológica fundamentada em uma abordagem qualitativa do tipo estudo de caso que, segundo Ludke e André (1986, p. 13), *“envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”*. Tal opção apóia-se no fato de esse tipo de pesquisa assumir várias formas e poder ser conduzida em múltiplos contextos (BOGDAN; BICKLEN, 1994), apresentando as seguintes características básicas, apontadas por Ludke e André (1986): visa à descoberta; enfatiza a interpretação em contexto; retrata a realidade de forma completa e profunda; usa uma variedade de fontes de informações; revela experiência vicária e permite generalizações naturalísticas²⁴; relata o estudo com uma linguagem e forma acessível ao leitor.

Trata-se de um estudo de caso *“por se constituir numa unidade dentro de um sistema mais amplo”* (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 17). A escolha dessa estratégia de pesquisa se deu em função da possibilidade de aprofundamento do caso²⁵ e, ao mesmo tempo, de possíveis generalizações²⁶ das experiências observadas no campo da pesquisa (LAVILLE; DIONNE, 1999; LUDKE; ANDRÉ, 1986).

²⁴ “A generalização naturalística ocorre em função do conhecimento experiencial do sujeito, no momento em que este tenta associar dados encontrados no estudo com dados que são frutos das suas experiências pessoais” (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 19).

²⁵ “Essa profundidade ligada ao caso particular não exclui, contudo, toda forma de generalização” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 157).

²⁶ “É verdade que as conclusões de tal investigação valem de início para o caso considerado, e nada assegura, a priori, que possam se aplicar a outros casos. Mas também nada o contradiz: pode-se crer que, se um pesquisador se dedica a um dado caso, é muitas vezes porque ele tem razões para considerá-lo como típico de um conjunto mais amplo do qual se torna o representante, que ele pensa que esse caso pode, por exemplo, ajudar a melhor compreender uma situação ou um fenômeno complexo, até mesmo um meio, uma época” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 156).

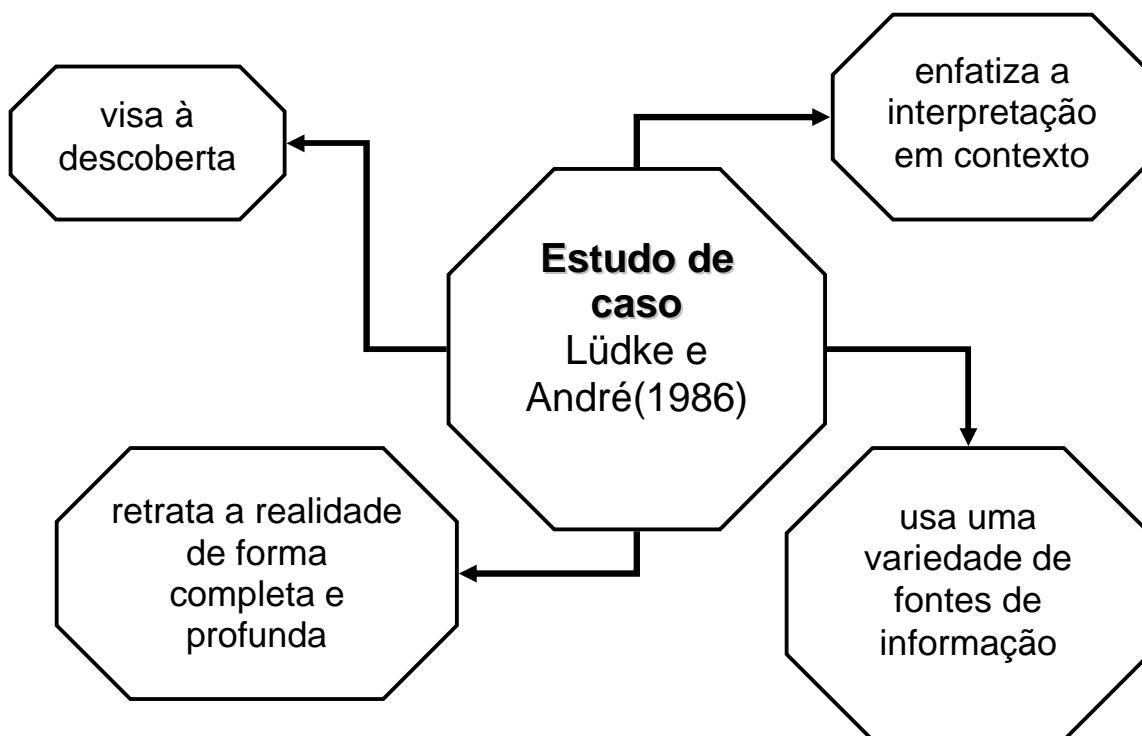


Figura 36 – Estudo de caso – Adaptado de Lüdke e André (1986)

PROCEDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Ao dar início à investigação, o primeiro passo para concretizar a tarefa foi organizar situações de ensino com diferentes tecnologias de apoio. Para isso, foram escolhidas três (3) tecnologias de apoio ao ensino, de Geometria Molecular, em uma turma de 28 alunos, da 2ª série do Ensino Médio. As atividades propostas foram executadas de acordo com o quadro:

Quadro 2 – Programação das atividades da pesquisa

	Quadro e giz	Bolas de Isopor	Software <i>ChemSketch</i> ®
Grupo A	1º		2º
Grupo B		1º	2º
Grupo C		2º	1º
Grupo D	2º		1º

Nas três atividades, os compostos utilizados foram os mesmos. Para o desenvolvimento do trabalho investigativo foram organizadas três situações de ensino sobre a mesma temática em três ambientes de aprendizagens diferentes. As tecnologias quadro e giz foram utilizadas na sala de aula; as bolas de isopor, no laboratório de Química; e o *software ChemSketch*[®], no laboratório de tecnologia educacional da escola.

No decorrer das atividades, foram empregados diferentes instrumentos de investigação: questionário, vídeos, fotografias e *software Lotus ScreenCam*[®]²⁷.

O questionário foi usado com o objetivo de obter informações diretamente do aluno, por meio de um formulário, com 25 questões, visando delinear um perfil desse aluno e verificar suas habilidades com as tecnologias. Esse procedimento, realizado com 28 alunos, que integravam o grupo a ser pesquisado, configurou-se como um dos instrumentos essenciais para a investigação.

As gravações em vídeo dos estudantes pretenderam registrar as imagens de como os alunos realizavam as atividades propostas. Foram prejudicadas pela dificuldade em capturar a imagem de vários alunos ao mesmo tempo.

As fotografias registraram (figura 37) a montagem dos modelos tipo “bola-vareta” – e foram de fundamental importância para investigar os resultados obtidos na análise com as bolas de isopor.

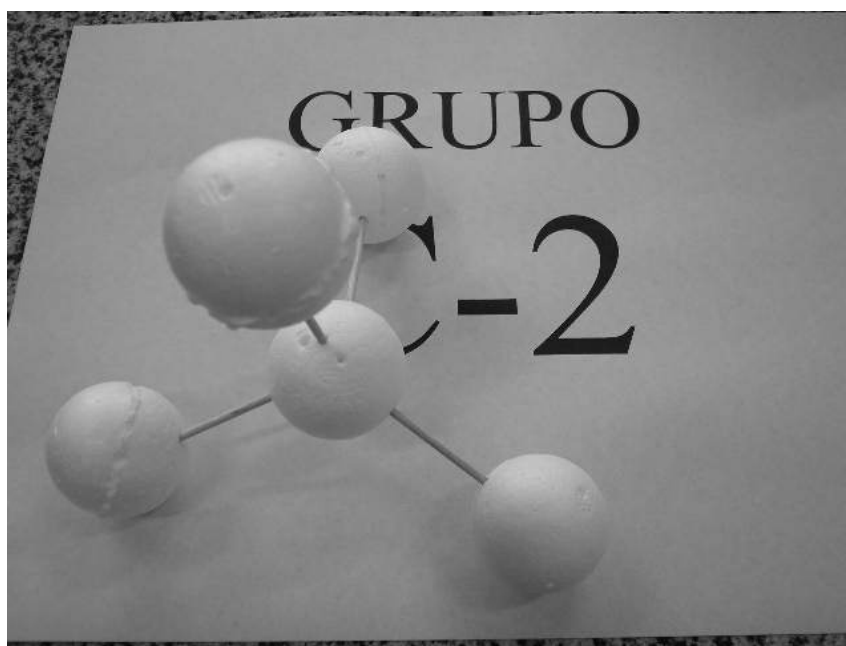


Figura 37 – Imagem da atividade com bolas de isopor

²⁷ Produzido pela Lotus, o *software* grava as interações entre o usuário e o aplicativo utilizado, produzindo um filme com extensão scm.

No laboratório de informática, o *software* ScreenCam[®] (figura 38) capturou e registrou o desenvolvimento da atividade realizada pelo aluno, em vídeos com extensão scm, que depois são visualizados.

As sessões de utilização dos programas de informáticos duraram, em média, 50 minutos, tempo, também, das aulas em que se envolveram as tecnologias escolhidas.

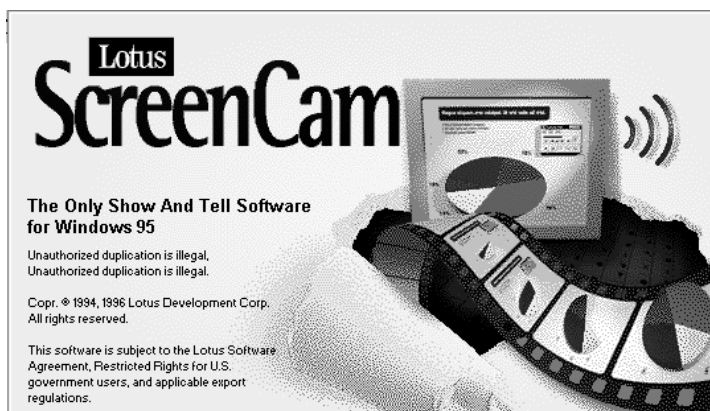
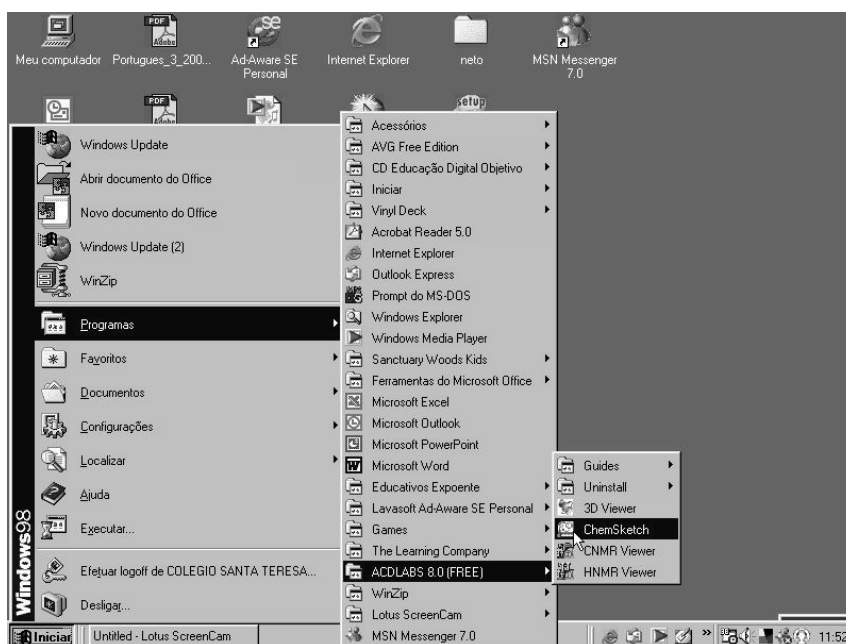


Figura 38 – Tela inicial do ScreenCam[®]

Segundo Sebaldt (1997, p. 21), o objetivo principal era ser o *software* um tutorial, capaz de auxiliar os usuários a usar determinado aplicativo, enquanto observavam as ações do instrutor, registradas com essas tecnologias.

Dessa forma, ao começar o uso, o *software* começa a gravação das ações do usuário (figura 39), o qual as salvam em um arquivo de filme no formato específico do programa, que é a extensão scm²⁸.

²⁸ A extensão scm é utilizada pelos vídeos produzidos pelo *software* ScreenCam.

Figura 39 – ScreenCam[®] em funcionamento

Outro recurso que o *software* oferece é a gravação do som (conversas) dos usuários, permitindo avaliar-lhes a interação. Para isso é preciso que se tenham microfones nas máquinas que serão gerenciadas, por isso não foi usado. É importante deixar claro que esses *softwares* registram a tela do computador e não o usuário, ou seja, não é possível ver o usuário ou suas expressões faciais.

A vantagem do uso deste recurso é a possibilidade da observação completa das ações dos usuários, propiciando uma avaliação melhor das limitações e enganos do *software* que está sendo utilizado. Isso permite uma visão mais aprofundada da aplicação, e não só dos relatos do usuário.

Assim é possível complementar e confrontar a informação coletada por outros instrumentos, em outras palavras, os dados do questionário podem ser confirmados ou até mesmo negados pelos registrados durante a observação.

Para análise dos dados, inicialmente, fez-se um descritivo de cada aula para, posteriormente, identificar potencialidades e limitações no uso do *software ChemSketch[®]* e conhecer os condicionantes da utilização das diferentes tecnologias no ensino de Geometria Molecular.

A ESCOLA – LOCAL DA PESQUISA

Trata-se de um estabelecimento particular que mantém o ensino maternal, fundamental e médio, localizado no centro da cidade de Ituiutaba-MG. Funciona nos turnos matutino e vespertino. É uma escola de dois andares, tendo salas de aulas em ambos os andares. Tem ginásio coberto e piscina para as atividades físicas. No andar térreo, estão localizadas quatro salas de aulas, sala da direção, sala de coordenação, sala de professores, laboratório de tecnologia educacional (onde foi aplicado a pesquisa utilizando o *software ChemSketch*[®]), laboratório de Biologia, Física e Química (onde foi aplicado a pesquisa utilizando bolas de isopor e varetas de madeira). No primeiro andar, funcionam seis salas de aula, uma sala de multimídia (com datashow), onde os professores utilizam para as aulas com agendamento prévio, uma sala de vídeo (com aparelho de videocassete e Dvd), utilizadas também pelos professores nas aulas e um auditório.

A escola trabalha com material apostilado desde o ensino fundamental; apresenta baixa rotatividade de alunos; salas de aula com até 30 alunos, facilitando assim a interação entre professor-aluno.

A escolha da escola deu-se pela disponibilidade e flexibilidade da direção para o desenvolvimento da investigação, pois a escola apóia projetos de ensino que tem como objetivos a melhoria das aprendizagens dos alunos.

SUJEITOS DA PESQUISA

Foram interlocutores desta pesquisa 28 alunos, da segunda série do ensino médio de uma escola particular, da cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, sendo que 12 são do sexo feminino e 16, do masculino, o que corresponde a 43% e 57%, respectivamente (gráfico 1).

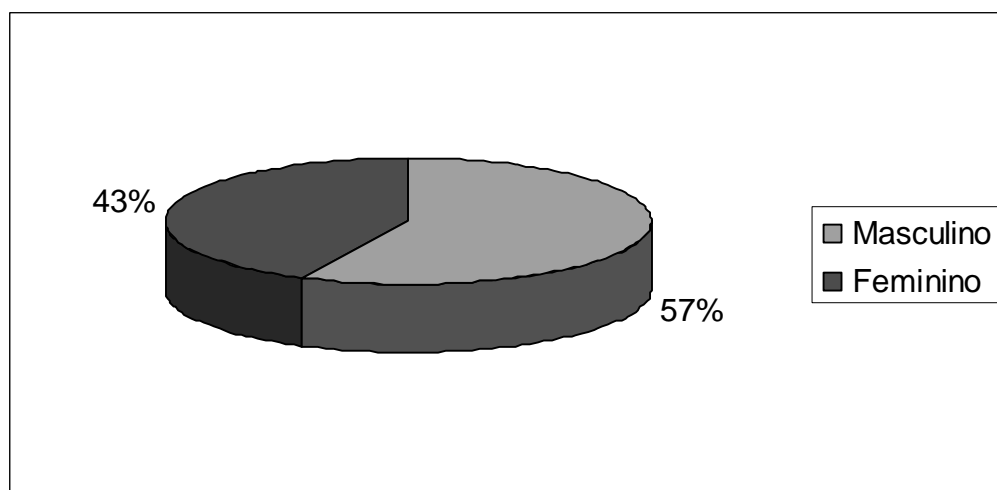


Gráfico 1 – Distribuição da amostra por gênero

Os alunos apresentam idades compreendidas entre 15 e 17 anos, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição etária dos alunos em função do gênero (N=28)

Idade (em anos)	Sexo		Total
	Masculino	Feminino	
15	18,8%	16,7%	17,9%
16	68,7%	75,0%	71,4%
17	12,5%	8,3%	10,7%
	100,0%	100,0%	100,0%

Em relação ao uso da informática, 96,4 % dos alunos utilizam o computador, 85,2% têm computadores em casa, 82,1% têm acesso a internet (52,1% têm acesso a internet 24 horas através de ADSL²⁹).

Tabela 2 – Utilização do computador (N=28)

	Sim	Não
Utiliza computador?	96,4%	3,6%
Tem computador em casa?	85,2%	14,8%
Acesso à internet?	82,1%	17,9%

Durante a semana, como atividade principal, 35,7% dos alunos acessam a internet; 35,7% assistem televisão; 14,3% escutam rádio e 14,3% estudam (gráfico 2).

²⁹ Assymmetric Digital Subscriber Line ou Linha Digital Assimétrica para assinantes.

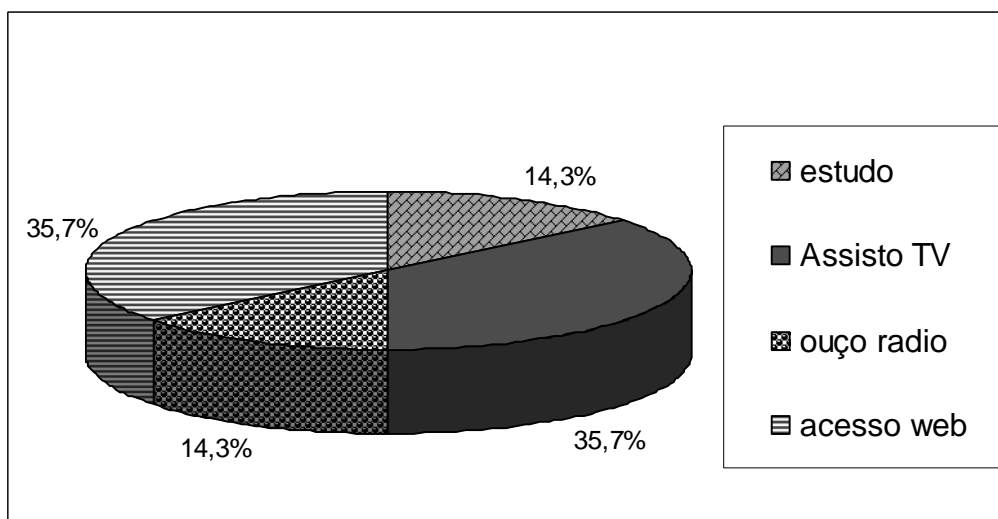


Gráfico 2 – Atividade principal durante a semana

Segundo a pesquisa, nos finais de semana, 35,7% dos alunos acessam a internet; 32,1% freqüentam festas; 14,3% freqüentam bares; 10,7% ficam em casa; 3,6% freqüentam cinema e apenas 3,6% estudam (gráfico 3).

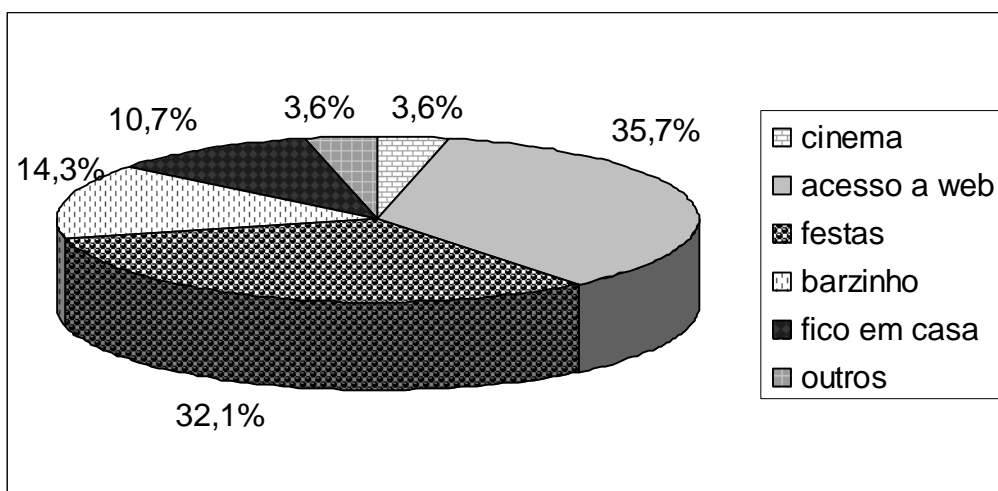


Gráfico 3 – Atividade principal no final de semana

Questionados sobre o curso do Ensino Fundamental, 17,9% dos alunos fizeram-no totalmente na rede pública; 25%, parcialmente na rede pública e 57,1%, totalmente na rede particular (gráfico 4).

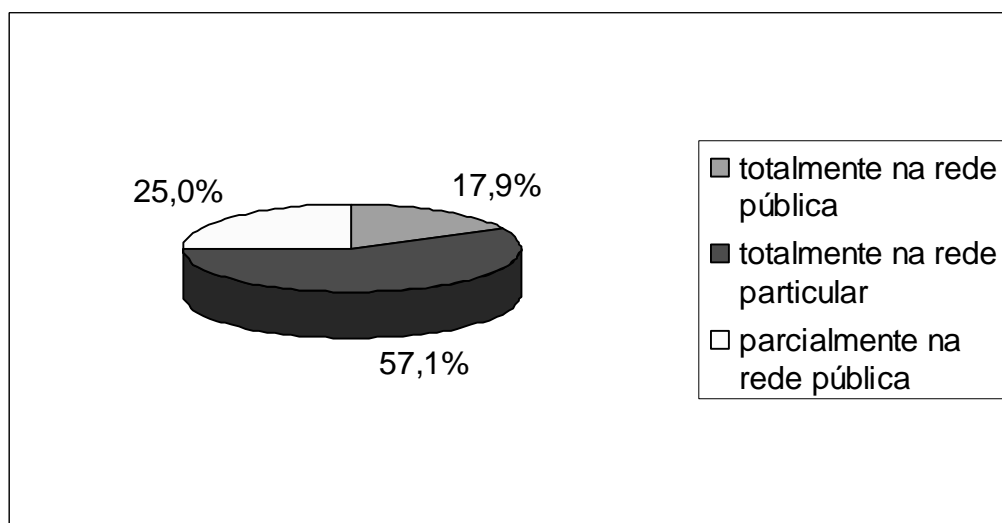


Gráfico 4 – Conclusão do ensino fundamental

Verificou-se que 53,6% não gostam de estudar Química e que 71,5% apresentam dificuldade em aprendê-la. 60,7% dos alunos pesquisados concordam que a Química tem papel importante no cotidiano (tabela 3).

Tabela 3 – A Química no dia-a-dia dos alunos (N=28)

	Sim	Não
Gosta de estudar Química?	46,4%	53,6%
Facilidade em entender Química?	71,5%	71,5%
A Química tem um papel importante no seu cotidiano?	60,7%	39,3%

Valendo-se dos resultados pode-se inferir que um número significativo de alunos não gostam de estudar Química, supõe-se que uma das razões seja a não descoberta do papel que a Química tem no seu dia-a-dia, apesar de apresentarem uma certa facilidade em entender o conteúdo programático ministrado.

RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Acompanhando muito de perto o cotidiano da escola e, em particular, da turma investigada, foi possível entender que a experiência vivida (descrita nos capítulos anteriores) foi fundamental no processo de produção do conhecimento sobre os diferentes modos de abordagem que podem ser utilizados no ensino de Geometria Molecular. O professor/pesquisador compartilhou as atitudes dos alunos, suas reações, dificuldades e avanços.

Os alunos teoricamente aprendem, por exemplo, que os átomos se unem por ligações covalentes para formar moléculas. Porém, têm dificuldades de representar ou prever a geometria. A utilização de modelos, por sua vez, pode promover a elaboração de várias e úteis interpretações, explicações, bem como formas de compreensão e de previsão que envolvem a aplicação de modelos teóricos na descrição de estruturas e propriedades de interesse da Química.

Desse modo, tomou-se, pois, como ponto de partida, a criação de diferentes situações de ensino, valendo-se do que usualmente é usado no ensino de Geometria Molecular no Ensino Médio na escola.

Assim, tais tecnologias foram objeto de investigação e de reflexão crítica, com refinamentos e possibilidades de reinterpretações, na perspectiva de analisar qualitativamente as aprendizagens com a utilização de diferentes tecnologias de apoio ao ensino e, fundamentalmente, identificando se o *software ChemSketch*[®] potencia ou desfavorece a elaboração de modelos mais adequados de estruturas químicas.

A proposta de trabalho se fundamenta no pressuposto de que os modelos são, por sua natureza, uma forma de manifestação do pensamento teórico (revelação do concreto em forma de conceitos com a mediação do pensamento). Desse modo, o modelo, e a representação se constituem em resultados de uma complexa atividade cognitiva que inclui, fundamentalmente, a elaboração mental do objeto, a expressão concreta em imagens das relações essenciais da realidade que não são captadas sensorialmente. Assim, o modelo construído não é algo pronto e consolidado, mas processo que vai se formando e se transformando, e é este saber representacional do aluno que se constituiu em desafio, no sentido de captá-lo,

resgatá-lo e sistematizá-lo, identificando e colocando a descoberto um conhecimento acerca do pensamento teórico-conceitual.

Para o desenvolvimento da atividade, a turma de alunos foi dividida aleatoriamente em quatro grupos denominados pelas letras A, B, C, D, sendo que cada grupo teria 7 participantes. Foi-lhes dito, nessa ocasião, que as aulas transcorreriam com trabalhos em grupo e que eles teriam oportunidade de mudar de grupo se assim o desejassem. O professor/pesquisador apresentou para os alunos as atividades que cada grupo realizaria. O grupo A executaria primeiramente a atividade após a exposição do professor com os recursos/tecnologias de quadro e giz e, depois, num segundo momento, com o *software ChemSketch*[®].

O grupo B faria inicialmente a atividade com bolas de isopor e varetas de madeira no laboratório de Química e depois utilizaria o *software ChemSketch*[®] no laboratório de tecnologia educacional.

O grupo C faria primeiramente a atividade utilizando o *software ChemSketch*[®] no laboratório de tecnologia educacional e depois utilizaria bolas de isopor e varetas de madeira no laboratório de Química.

O grupo D faria inicialmente a atividade utilizando o *software ChemSketch*[®] no laboratório de tecnologia educacional e depois faria a atividade na sala de aula com quadro e giz.

Logo em seguida, foi estabelecido um cronograma (Quadro 3) de desenvolvimento das atividades segundo a disponibilidade do laboratório de tecnologia educacional.

Quadro 3 – A ordem de aplicação dos episódios de ensino

Momento	Grupo	Tecnologias
1º	A	Quadro e giz
2º	B	Bolas de Isopor
3º	C	<i>Software ChemSketch®</i>
4º	C	Bolas de Isopor
5º	D	<i>Software ChemSketch®</i>
6º	A	<i>Software ChemSketch®</i>
7º	B	<i>Software ChemSketch®</i>
8º	D	Quadro e giz

Vale ressaltar a contrariedade de alguns membros dos grupos A e D, porque não queriam participar da aula em que a tecnologia de apoio era o quadro e giz, pois tinham expectativas no trabalho a ser desenvolvido com o software.

AULA DE QUÍMICA: TECNOLOGIA - QUADRO E GIZ

Estavam presentes na sala de aula 6 alunos (dois alunos faltaram) que integravam o **grupo A**. A proposta nessa atividade era expor o conteúdo sobre Geometria Molecular com o auxílio do quadro e giz. Desse modo, o professor/pesquisador apresentou o modelo VSEPR problematizando-o e instigando os alunos a proporem modelos para os compostos que desenhou no quadro verde: I_2 (linear), H_2O (angular), NH_3 (piramidal) e CH_4 (tetraédrico). Um dos questionamentos que surgiu dos alunos foi: “como podemos prever a geometria de uma molécula?” O professor explicou que há um método relativamente de fácil compreensão, divulgado por Ronald J. Gillespie, na década de 60, chamado de *Teoria de Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência*.

Na sala de aula os alunos questionaram sobre o elemento central e a geometria que a estrutura de Lewis passaria a ter ao fazer as ligações. Um das dificuldades observadas foi com a linguagem geométrica, como por exemplo, o termo bipirâmide trigonal.

Assim, com base em descrições, o professor introduziu, de forma bastante sutil, a idéia de como prever a geometria molecular dos compostos. Logo em seguida, propôs aos alunos a realização de alguns exercícios. Tais exercícios solicitavam a construção de fórmulas estruturais, obedecendo ao modelo VSEPR, de alguns compostos. As atividades foram avaliadas segundo as categorias:

- Não sei → você não tinha a menor idéia da montagem da fórmula;
- Fiquei em dúvida → Você domina relativamente o assunto, mas ficou em dúvida entre uma ou outra maneira de fazer e acabou fazendo a errada;
- Não entendi → você sabe o assunto, mas não entendeu a forma como construir o composto;
- Deu Branco → Você sabe como fazer, mas, por nervosismo, ansiedade, receio ou qualquer outro fator emocional, não conseguiu solucionar a fórmula;
- Não deu tempo → você saberia resolver o composto, mas faltou tempo para isso.
- Foi fácil → Acertei o composto, pois foi fácil.



Figura 40 – Alunos no início da atividade

Para isso cada aluno avaliou o exercício dado. No composto CS_2 , 50% dos pesquisados encontraram facilidade para montar o composto, enquanto que 50% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Tabela 4 – Atividade com quadro e giz - grupo A

	Quadro e Giz – Grupo A										
	CS_2	F_2	HCN	CIBr	SO_2	CCl_4	SO_3	COCl_2	SF_6	PCl_3	PCl_5
Não sei	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	16,7%	0,0%	0,0%
Fiquei em dúvida	50,0%	50,0%	33,3%	33,3%	16,7%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	50,0%	66,7%
Não entendi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil	50,0%	50,0%	33,3%	66,7%	83,3%	66,7%	66,7%	50,0%	50,0%	50,0%	16,7%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

Para o composto SF_6 , 50% acharam fácil, 16,7% não souberam, enquanto 33,3% ficaram em dúvida.

50% dos pesquisados acharam fácil a montagem do F_2 e 50% ficaram em dúvida. No CCl_4 , 66,7% dos pesquisados acharam fácil e 33,3% ficaram em dúvida.

No cianeto de hidrogênio (HCN), 33,3% dos pesquisados acharam fácil, 33,3% não souberam e 33,3% ficaram em dúvida.

O SO_2 foi considerado fácil para 83,3% dos pesquisados, enquanto 16,7% ficaram em dúvida com relação à sua estrutura.

O SO_3 foi considerado fácil para 66,7% dos pesquisados e 33,3% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura. O mesmo se deu com o ClBr .

O PCl_3 foi considerado fácil para 50% dos pesquisados e o mesmo percentual teve dúvidas com relação à estrutura do composto.

16,7% dos pesquisados consideraram fácil a montagem do PCl_5 , enquanto 66,7% ficaram em dúvida e 16,7% alegaram ter dado um branco durante a pesquisa.

O composto COCl_2 foi considerado fácil para 50% dos pesquisados, 33,3% ficaram em dúvida e 16,7% não souberam fazer o composto.

A grande maioria dos alunos apresentou dificuldade em representar o PCl_5 – geometria bipirâmide trigonal –. Eles obtiveram, também, um menor percentual de acertos ao representar o composto. Isto ocorre pela complexidade da molécula, que possui 5 orbitais no átomo central, cinco pares ligantes e nenhum par isolado, com ângulos de ligação de 180° , 120° e 90° . Na representação do HCN gerou algumas dúvidas entre os alunos, quanto a ser uma geometria linear. Embora, aparentemente, seja uma representação considerada fácil, os alunos não constroem um modelo adequado, talvez pela idéia de que a geometria linear acontece em toda molécula diatômica (que possui dois átomos) ou em toda molécula em que o átomo central possui no máximo duas nuvens eletrônicas em sua camada de valência. Alguns alunos não identificaram as duas nuvens eletrônicas no átomo central em sua camada de valência.

O **grupo D** era composto por 7 alunos (um aluno havia saído da escola e mudado para outro município durante a pesquisa).

O procedimento no desenvolvimento da aula foi o mesmo, tanto em relação a tecnologia como aos exercícios, porém, com uma diferença: esse grupo já havia explorado o tema no laboratório de tecnologia educacional.

Poucas dúvidas surgiram, todas estavam relacionadas à linguagem utilizada para denominar as formas geométricas assumidas pelos compostos.

Tabela 5 – Atividade com quadro e giz - grupo D

	Quadro e Giz – Grupo D										
	CS ₂	F ₂	HCN	ClBr	SO ₂	CCl ₄	SO ₃	COCl ₂	SF ₆	PCl ₃	PCl ₅
Não sei	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	28,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Fiquei em dúvida	14,3%	0,0%	14,3%	14,3%	28,6%	28,6%	14,3%	14,3%	57,1%	42,9%	57,1%
Não entendi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil	85,7%	100%	85,7%	85,7%	71,4%	71,4%	85,7%	57,1%	42,9%	57,1%	42,9%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

Os resultados dos alunos na realização dos exercícios foram satisfatórios. No composto CS₂, 85,7% dos pesquisados encontraram facilidade para montá-lo, enquanto 14,3% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Para o composto SF₆, 42,9% manifestaram ser fácil e 57,1% ficaram em dúvida.

100% dos pesquisados teve facilidade na montagem do F₂. No CCl₄, 71,4% dos pesquisados apontou como fácil, enquanto 28,6% ficaram em dúvida.

Com o cianeto de hidrogênio (HCN), os resultados foram idênticos aos com o CS₂. O mesmo se deu em relação ao SO₃ e o ClBr.

O PCl₃ foi considerado fácil para 57,1% dos pesquisados, enquanto 42,9% tiveram dúvidas em relação à estrutura do composto.

42,9% dos pesquisados consideraram fácil a montagem do PCl₅ e 57,1% ficaram em dúvida em relação à estrutura do composto.

No desenvolvimento da atividade com o composto COCl₂ 57,1% dos pesquisados consideraram fácil e 14,3% ficaram em dúvida. 28,6% não souberam fazer o composto.

Na molécula de pentacloreto de fósforo, PCl₅, de acordo com o modelo de VSEPR, os cinco pares e os átomos a que eles se ligam devem estar afastados o

máximo possível, em um arranjo bipirâmide trigonal. Nesse arranjo, três átomos estão nos cantos de um triângulo equilátero e os outros dois acima e abaixo do plano formado pelo triângulo. Essa estrutura, como já mencionado, tem três ângulos diferentes. Tal arranjo, ao ser representado pelos alunos, apresenta diferenças em relação ao modelo de VSEPR, o que sinaliza a dificuldade dos alunos em visualizar esse modelo.

Sintetizando, pode-se inferir que a combinação das tecnologias possibilita aos alunos uma compreensão mais satisfatória, pois os alunos do grupo D obtiveram melhor desempenho após vivenciarem uma situação de ensino com o *software* construindo desse modo um modelo mais adequado.

AULA DE QUÍMICA: TECNOLOGIA - VARETAS E BOLAS DE ISOPOR

O **grupo B** era composto por 8 alunos. Os procedimentos iniciais da aula foram os mesmos: o professor expôs o conteúdo aos alunos, instigando-os a prever a geometria de uma molécula, utilizando as varetas e bolas de isopor. Foram empregados os mesmos exemplos para explorar o conteúdo.

Logo em seguida, os alunos montaram suas estruturas com o material distribuído pelo professor.

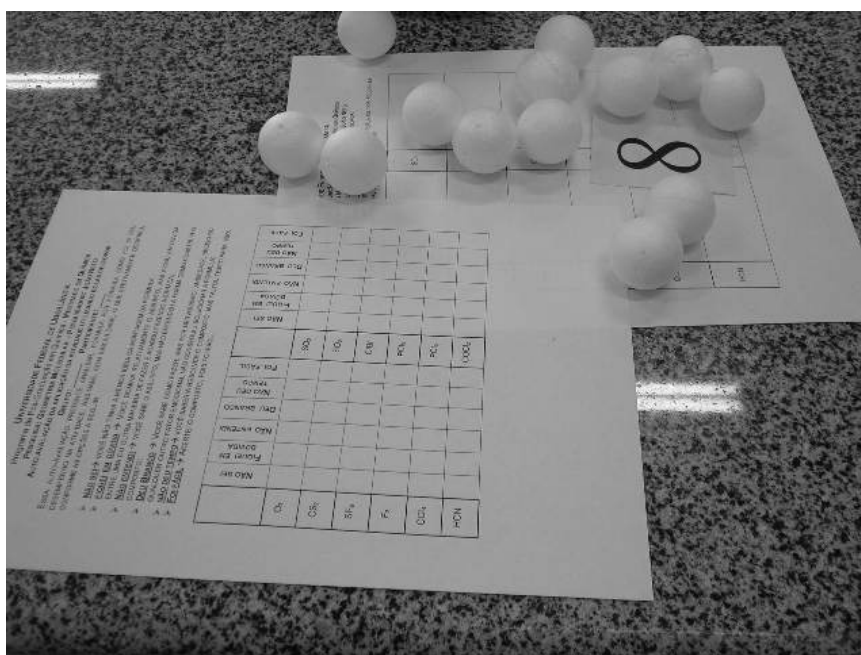


Figura 41 – Material utilizado na pesquisa com bolas de isopor e varetas de madeira

Tabela 6 – Atividade com varetas e bolas de isopor - grupo B

	Varetas e bolas de isopor – Grupo B										
	CS ₂	F ₂	HCN	ClBr	SO ₂	CCl ₄	SO ₃	COCl ₂	SF ₆	PCl ₃	PCl ₅
Não sei	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	12,5%	0,0%	0,0%
Fiquei em dúvida	12,5%	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%	12,5%	25,0%	12,5%	25,0%	25,0%	25,0%
Não entendi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	25,0%	0,0%	12,5%	12,5%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	12,5%	0,0%	12,5%	25,0%	0,0%	0,0%	37,5%
Foi fácil	87,5%	100%	37,5%	100%	37,5%	87,5%	50,0%	25,0%	62,5%	62,5%	25,0%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

No composto CS₂, 87,5% dos pesquisados encontraram facilidade para montá-lo, enquanto 12,5% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Para o composto SF₆, 62,5% manifestou ser fácil, 12,5% não souberam e 25% ficaram em dúvida.

100% dos pesquisados considerou fácil a montagem do F₂. No CCl₄, ocorreu o mesmo que no CS₂.

No cianeto de hidrogênio (HCN) e no SO₂, 37,5% dos pesquisados reconheceu ser fácil enquanto que 50% ficaram em dúvida na montagem do composto. 12,5% dos pesquisados alegaram falta de tempo para concluir a fórmula.

O SO₃ foi considerado fácil para 50% dos pesquisados, 25% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura, 12,5% não entenderam a fórmula e o mesmo percentual alegou falta de tempo para concluir o composto.

O ClBr foi considerado fácil para 100% dos pesquisados. O PCl₃ foi considerado fácil para 62,5% dos pesquisados, enquanto 25% ficaram com dúvidas e 12,5% não entenderam o composto.

25% dos pesquisados consideraram fácil a montagem do PCl₅, o mesmo percentual apresentou dúvidas com relação à fórmula, 37,5% alegaram que o tempo foi insuficiente e 12,5% não entenderam o composto.

O composto COCl₂ foi considerado fácil para 25% dos pesquisados, o mesmo percentual não entendeu o composto, 12,5% não souberam construir a

fórmula, 12,5% ficaram em dúvida com relação ao composto; o restante alegou falta de tempo para construir o composto.

Os resultados sugerem que os compostos com estrutura linear e bipirâmide pentagonal são aqueles que apresentam obstáculos inerentes ao aprendizado. Tais obstáculos podem estar associados aos aspectos conceituais ou aqueles que correspondem à imagem mental elaborada pelos alunos. Na formação da imagem mental ou modelo construído pelo aluno, a representação gráfica ou concreta (varetas) desempenha papel fundamental. Tal representação tem suas especificidades que, ao ser modelada, pode guardar características que não pertencem à estrutura, por desconsiderar as propriedades e a correta localização dos átomos.

O **grupo C** formado por 7 alunos (um aluno havia faltado), já havia realizado a atividade no laboratório de tecnologia educacional. O professor realizou o mesmo procedimento didático do grupo B.



Figura 42 – Alunos desenvolvendo a atividade com bolas de isopor

O grupo C não apresentou dificuldades para realizar a atividade no laboratório de Química.

No composto CS_2 , 57,1% dos pesquisados encontraram facilidade para montar o composto, 14,3% não souberam fazê-lo e 28,6% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Para o composto SF_6 , 28,6% consideraram fácil, 14,3% não souberam, enquanto 57,1% ficaram em dúvida.

85,7% dos pesquisados manifestaram ser fácil a montagem do F_2 , enquanto 14,3% alegaram que deu um branco na montagem do composto. No CCl_4 , 14,2% avaliaram como fácil e 42,9% apresentaram dúvida na construção do composto. O mesmo percentual de alunos alegaram que não o entenderam.

No cianeto de hidrogênio (HCN), 85,7% dos pesquisados sinalizaram que foi fácil, enquanto 14,3% ficaram em dúvida na montagem do composto.

Para o SO_2 foi fácil para 57,1%, 28,6% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura e 14,3% não souberam construir o composto.

Quanto ao SO_3 57,1% considerou fácil, enquanto 28,6% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura e 14,3% não entenderam a fórmula.

57,1% considerou fácil o ClBr , 28,6% não souberam construir a fórmula e 14,3% ficaram em dúvida na montagem.

Para o PCl_3 57,1% manifestou facilidade na resolução da atividade, 28,6% ficaram com dúvidas e 14,3% não souberam fazer a fórmula. 71,4% ficaram em dúvida na montagem do PCl_5 , enquanto 28,6% não souberam fazer a fórmula.

57,1% dos pesquisados manifestou facilidade para construir a fórmula do COCl_2 , 14,3% não souberam fazer o composto e 28,6% apresentaram dúvidas com relação ao composto.

Tabela 7 – Atividade com varetas e bolas de isopor - grupo C

	Varetas e bolas de isopor – Grupo C										
	CS_2	F_2	HCN	ClBr	SO_2	CCl_4	SO_3	COCl_2	SF_6	PCl_3	PCl_5
Não sei	14,3%	0,0%	0,0%	28,6%	14,3%	0,0%	0,0%	14,3%	14,3%	14,3%	28,6%
Fiquei em dúvida	28,6%	0,0%	14,3%	14,3%	28,6%	42,9%	28,6%	28,6%	57,1%	28,6%	71,4%
Não entendi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	42,9%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Deu branco	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil	57,1%	85,7%	85,7%	57,1%	57,1%	14,3%	57,1%	57,1%	28,6%	57,1%	0,0%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

A representação dos compostos PCl_5 e CCl_4 , pelos alunos, apresenta em sua construção aspectos que não são bem definidos, com desenhos particulares, o que sugere que os alunos possuem dificuldades para fazer previsões em moléculas mais complexas. Embora o CCl_4 pareça ser uma estrutura de fácil previsão geométrica, o percentual de acertos foi baixo. Talvez a origem da dificuldade dos alunos no modo de representação pelo professor/pesquisador. Já o composto HCN , que apresentou dificuldades nos outros grupos, tem aqui o seu maior valor percentual de facilidade em toda a pesquisa.

AULA DE QUÍMICA: TECNOLOGIA - SOFTWARE CHEMSKETCH®

O ponto inicial para a formação de conceitos é o conhecimento do aluno, ou seja, o que ele sabe sobre o assunto que está sendo abordado. Desse modo, independentemente do recurso didático utilizado, o professor introduzia um a um os exemplos de compostos, perguntando sempre aos alunos como eles os representariam.

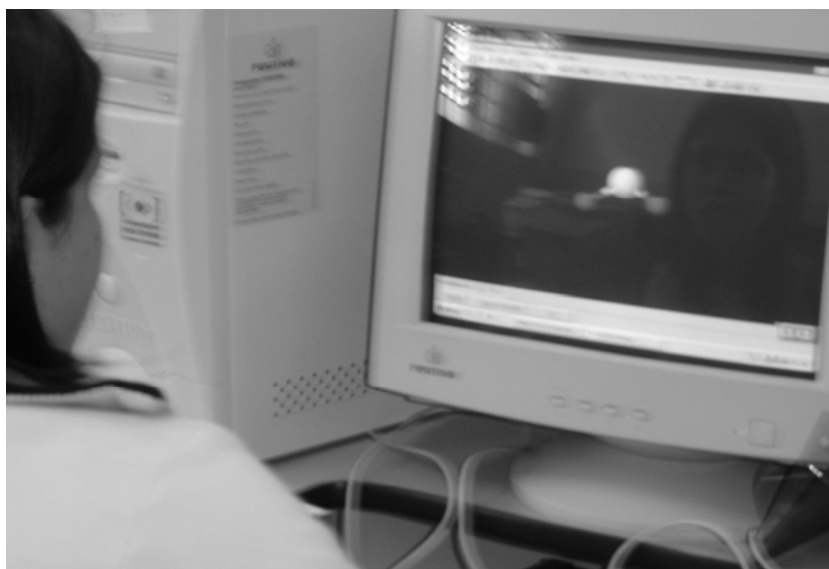


Figura 43 – Durante a atividade no laboratório de tecnologia educacional

O **grupo C**, representado por 7 alunos, (uma aluna havia faltado) apresentou os seguintes resultados: no composto CS_2 , 71,4% encontraram facilidade para montá-lo, 14,3% não souberam fazê-lo e 14,3% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Para o composto SF_6 , 42,9% consideram fácil, 42,9% não souberam e não entenderam, enquanto 14,2% ficaram em dúvida.

71,4% dos alunos assinalou ser fácil a montagem do F_2 , enquanto 28,6% ficaram em dúvida. No CCl_4 , 57,1% acharam fácil, enquanto 42,9% ficaram em dúvida.

No cianeto de hidrogênio (HCN), 71,4% apontaram ser fácil, 14,3% não souberam e 14,3% ficaram em dúvida na montagem do composto.

O SO_2 foi considerado fácil para 42,9% dos pesquisados, enquanto o mesmo percentual ficou em dúvida com relação a sua estrutura e 14,2% dos entrevistados alegaram não ter dado tempo para montar o composto.

No SO_3 , para 28,6% foi fácil, 42,9% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura e 28,5% dos entrevistados alegaram que não entenderam o composto.

No composto ClBr , para 100% foi fácil. 57,1% consideraram fácil a construção da estrutura do PCl_3 , 14,3% não souberam construí-la e 28,6% ficaram em dúvida com relação à estrutura do composto.

14,3% dos pesquisados consideraram fácil a montagem do PCl_5 , 14,3% não souberam montar a estrutura, 57,1% ficaram em dúvida com relação a ela e 14,3% alegaram falta de tempo para concluir a montagem.

O composto COCl_2 foi considerado fácil para 14,3% dos pesquisados, 57,1% ficaram em dúvida com relação ao composto, 14,3% não o entenderam e o mesmo percentual alegou ser o tempo insuficiente para concluir a estrutura.

Considerando as dificuldades na utilização do *software*, é possível revelar que 57,1% apresentaram-nas algumas vezes, 28,6% quase sempre e 14,3% não tiveram nenhuma dificuldade. 42,9% dos pesquisados sempre executaram as tarefas propostas na ordem solicitada, 28,6% quase sempre e 28,6% também algumas vezes.

71,4% dos pesquisados solicitaram, algumas vezes, ajuda ao professor para executar as tarefas propostas, 14,3% sempre e 14,3% quase sempre. 71,4% dos pesquisados quase sempre analisaram corretamente os ângulos formados, observando os vetores criados, enquanto 14,3% sempre o faziam e 14,3%, algumas vezes.

85,7% concordam que esse tipo de *software* deveria ser utilizado mais vezes nas aulas, e 14,3% discordam.

Tabela 8 – Atividade com o *software ChemSketch* - grupo C

	Software ChemSketch® – Grupo C										
	CS₂	F₂	HCN	ClBr	SO₂	CCl₄	SO₃	COCl₂	SF₆	PCl₃	PCl₅
Não sei	14,3%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	28,6%	14,3%	14,3%
Fiquei em dúvida	14,3%	14,3%	14,3%	0,0%	42,9%	42,9%	42,9%	57,1%	14,3%	28,6%	57,1%
Não entendi	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	28,5%	14,3%	14,3%	0,0%	0,0%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	14,3%
Foi fácil	71,4%	71,4%	71,4%	100%	42,9%	57,1%	28,6%	14,3%	42,9%	57,1%	14,3%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

Os resultados nos compostos com geometria linear caracterizam que ocorreu aprendizagem entre os alunos. Já não é possível dizer dos compostos PCl₅ e COCl₂ que tiveram baixíssimos valores. O PCl₅, como já dito, apresenta maior dificuldade para a sua montagem, em função do tipo de geometria que apresenta.



Figura 44 – Atividade sendo desenvolvida no laboratório de tecnologia educacional

Os alunos do **grupo D** que interagiram com o *software* apresentaram dificuldades na execução do mesmo, solicitando a presença do professor

constantemente. Também observou-se que alguns alunos não iniciaram imediatamente a execução do *software* e a construção das estruturas.

Na realização da atividade, 42,9% dos alunos encontraram facilidade para montar o composto CS_2 , enquanto 57,1% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Para o composto SF_6 , 28,6% consideraram fácil e 71,4% ficaram em dúvida.

71,4% dos pesquisados apontaram que foi fácil a montagem do F_2 , 14,3% ficaram em dúvida e 14,3% não souberam fazer a estrutura. No CCl_4 , os dados são os mesmos que no F_2 .

No HCN , para 42,9% foi fácil, 14,2% não souberam e 42,9% ficaram em dúvida na montagem do composto.

O SO_2 foi considerado fácil para 42,8%, ficaram em dúvida com relação à sua estrutura 28,6% e o mesmo número não entendeu o composto (28,6%).

O SO_3 foi fácil para 42,9%, sendo que 42,9% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura e 14,2% dos entrevistados alegaram que não ter entendido o composto.

Na representação da estrutura ClBr 85,7% manifestou ser fácil e 14,3% não souberam fazer o composto.

O PCl_3 foi fácil para 57,1% dos alunos, 14,3% não souberam construir a estrutura e 28,6% ficaram em dúvida com relação à estrutura do composto.

42,9% dos pesquisados considerou fácil a montagem do PCl_5 , 14,2% não souberam montar a estrutura e 42,9% ficaram em dúvida com relação à estrutura.

O composto COCl_2 foi apontado como fácil para 42,8% dos pesquisados, 28,6% ficaram em dúvida com relação ao composto e 28,6% não entenderam o composto.

Considerando as dificuldades na utilização do *software*, 57,1% apresentaram-nas algumas vezes, 28,6% quase sempre e 14,3% não tiveram nenhuma dificuldade. 42,9% dos pesquisados sempre executaram as tarefas propostas na ordem solicitada, 28,6% quase sempre e 28,6%, também, algumas vezes.

85,7% dos pesquisados solicitaram algumas vezes ajuda ao professor para executar as tarefas propostas e 14,3% nunca. 14,3% dos pesquisados sempre analisaram corretamente os ângulos formados, observando os vetores criados; 57,1%, algumas vezes e 28,6% quase sempre.

85,7% concordam que este tipo de *software* deveria ser utilizado mais vezes nas aulas, e 14,3% discordam.

Tabela 9 – Atividade com o *software ChemSketch* - grupo D

	Software ChemSketch® – Grupo D										
	CS₂	F₂	HCN	ClBr	SO₂	CCl₄	SO₃	COCl₂	SF₆	PCl₃	PCl₅
Não sei	0,0%	14,3%	14,3%	14,3%	0,0%	14,3%	0,0%	28,6%	0,0%	14,3%	PCl ₅
Fiquei em dúvida	57,1%	14,3%	42,9%	0,0%	28,6%	14,3%	42,9%	28,6%	71,4%	28,6%	42,9%
Não entendi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	28,6%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil	42,9%	71,4%	42,9%	85,7%	42,9%	71,4%	42,9%	42,9%	28,6%	57,1%	42,9%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

No **grupo A**, 42,9% dos pesquisados encontraram facilidade para montar o composto CS₂, enquanto 57,1% ficaram com alguma dúvida na montagem.

Para o composto SF₆, 42,9% assinalaram ser fácil, 14,2% não souberam e 42,9% ficaram em dúvida.

57,1% consideraram fácil a montagem do F₂, 28,6% ficaram em dúvida e 14,3% não souberam fazer a estrutura. No CCl₄, 28,6% dos pesquisados acharam fácil e 71,4% ficaram em dúvida.

No cianeto de hidrogênio, HCN, para 14,3% foi fácil, 57,1% ficaram em dúvida e 14,2% não souberam a montagem do composto.

No SO₂ foi fácil para 57,1%, enquanto 28,6% ficaram em dúvida com relação à sua estrutura.

No SO₃, 42,9%, realizou a atividade com facilidade enquanto 57,1% ficaram em dúvida com relação à sua estrutura.

O ClBr foi considerado 42,9% fácil, 42,9% ficaram em dúvida, enquanto 14,2% não souberam fazer o composto.

O PCl₃ foi fácil para 28,6%, 57,1% ficaram em dúvida e 14,2% não souberam construir a estrutura.

28,6% dos pesquisados consideraram fácil a montagem do PCl_5 , 28,6% não souberam montar a estrutura e 42,9% ficaram em dúvida.

No composto COCl_2 , 14,3% assinalaram como fácil, 57,1% ficaram em dúvida e 28,6% não o entenderam.

No tocante às dificuldades na utilização do *software*, 71,4% apresentaram-nas algumas vezes, 14,3% sempre e 14,3% não tiveram nenhuma dificuldade. 57,1% dos pesquisados sempre executaram as tarefas propostas na ordem solicitada; 28,6%, quase sempre e 14,3%, algumas vezes.

Segundo a avaliação dos próprios alunos, 42,9% sempre analisaram corretamente os ângulos formados, observando os vetores criados; 14,3%, quase sempre; 28,5%, algumas vezes e 14,3% nunca observavam esses ângulos.

Tabela 10 – Atividade com o *software ChemSketch* - grupo A

	Software ChemSketch® – Grupo A										
	CS₂	F₂	HCN	ClBr	SO₂	CCl₄	SO₃	COCl₂	SF₆	PCl₃	PCl₅
Não sei	0,0%	14,3%	14,3%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	28,6%	14,3%	14,3%	28,6%
Fiquei em dúvida	57,1%	28,6%	57,1%	42,9%	42,9%	71,4%	57,1%	57,1%	42,9%	57,1%	42,9%
Não entendi	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil	42,9%	57,1%	14,3%	42,9%	57,1%	28,6%	42,9%	14,3%	42,9%	28,6%	28,6%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal



Figura 45 – Pesquisa sendo desenvolvida com a utilização do software ChemSketch®

O **grupo B** manifestou que: não encontraram dificuldades na previsão da estrutura do composto CS_2 , 75%; 12,5% ficaram em dúvida e 12,5% não souberam montar o composto.

Para o composto SF_6 , 62,5% é fácil; para 12,5%, deu branco enquanto 25% ficaram em dúvida.

Para 100% dos pesquisados foi fácil a montagem do F_2 . No CCl_4 , 75% dos pesquisados apontaram como fácil enquanto 25% ficaram em dúvida.

No HCN , 25% considerou fácil, 25% não souberam, 12,5% não entenderam e 37,5% ficaram em dúvida na montagem do composto.

O SO_2 foi fácil para 87,5%, enquanto 12,5% ficaram em dúvida com relação a sua estrutura.

Para o SO_3 25% dos pesquisados assinalaram que foi fácil, 50% ficaram em dúvida, 12,5% dos entrevistados alegaram que não entenderam o composto e 12,5% que deu branco na hora de montá-lo.

O ClBr foi considerado 100% fácil entre os pesquisados. O PCl_3 , fácil para 50%, 12,5% alegaram que deu branco, enquanto 37,5% ficaram em dúvida com relação à estrutura do composto.

37,5% dos pesquisados consideraram fácil a montagem do PCl_5 , 12,5% não entenderam a estrutura do composto e 50% ficaram em dúvida com relação à mesma.

O composto COCl_2 foi fácil para 25% dos pesquisados, 50% ficaram em dúvida com relação ao mesmo, 12,5% não souberam fazer e 12,5% não o entenderam.

No tocante às dificuldades na utilização do *software*, 100% apresentaram-nas algumas vezes, 62,5% dos pesquisados sempre executaram as tarefas propostas na ordem solicitada, enquanto 37,5%, quase sempre. 12,5% dos pesquisados sempre analisaram corretamente os ângulos formados, observando os vetores criados, enquanto 25%, quase sempre; 50%, algumas vezes e 12,5%, nunca.

50% dos pesquisados concordam totalmente que esse tipo de *software* deveria ser utilizado mais vezes nas aulas, enquanto os outros 50% concordam parcialmente.

Tabela 11– Atividade com o *software ChemSketch* - grupo B

	Software ChemSketch® – Grupo B										
	CS₂	F₂	HCN	ClBr	SO₂	CCl₄	SO₃	COCl₂	SF₆	PCl₃	PCl₅
Não sei	12,5%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Fiquei em dúvida	12,5%	0,0%	37,5%	12,5%	12,5%	25,0%	50,0%	50,0%	25,0%	37,5%	50,0%
Não entendi	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	12,5%	0,0%	0,0%	12,5%
Deu branco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	12,5%	12,5%	0,0%
Não deu tempo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil	75,0%	100%	25,0%	87,5%	87,5%	75,0%	25,0%	25,0%	62,5%	50,0%	37,5%
Geometria	Linear	Linear	Linear	Linear	Angular	Tetraédrica	Trigonal	Trigonal	Octaédrica	Piramidal	Bipirâmide trigonal

ANALISANDO OS RESULTADOS ENCONTRADOS ENTRE OS GRUPOS A E D: *SOFTWARE CHEMSKETCH*[®]

O grupo A realizou a atividade após uma aula expositiva com a tecnologia de quadro e giz e repetiu a mesma atividade com computador no laboratório de tecnologia educacional. O grupo D fez o inverso: passou primeiramente pelo laboratório de tecnologia educacional e depois foi para a aula com quadro e giz.

Os resultados trazem à luz algumas observações importantes para o trabalho realizado:

- O grupo A apresentou menor percentual de dificuldades em relação à utilização do *software*. Isso é justificado porque eles tinham uma visão mais ampliada do tema em estudo, já que haviam realizado a tarefa com o auxílio de uma outra tecnologia.

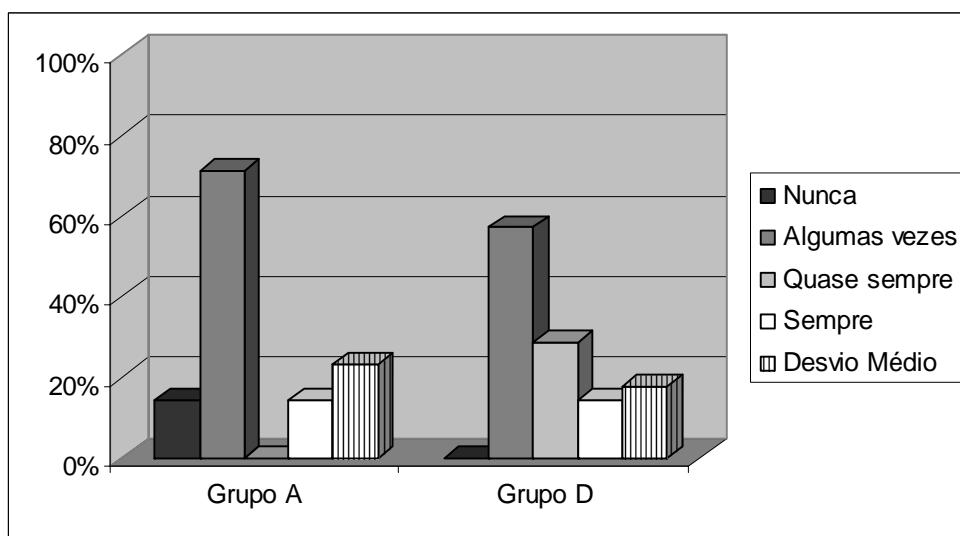


Gráfico 5 – Dificuldade em relação à utilização do *software*

- O grupo A executou as tarefas propostas na ordem solicitada no mesmo desvio médio que o grupo D.

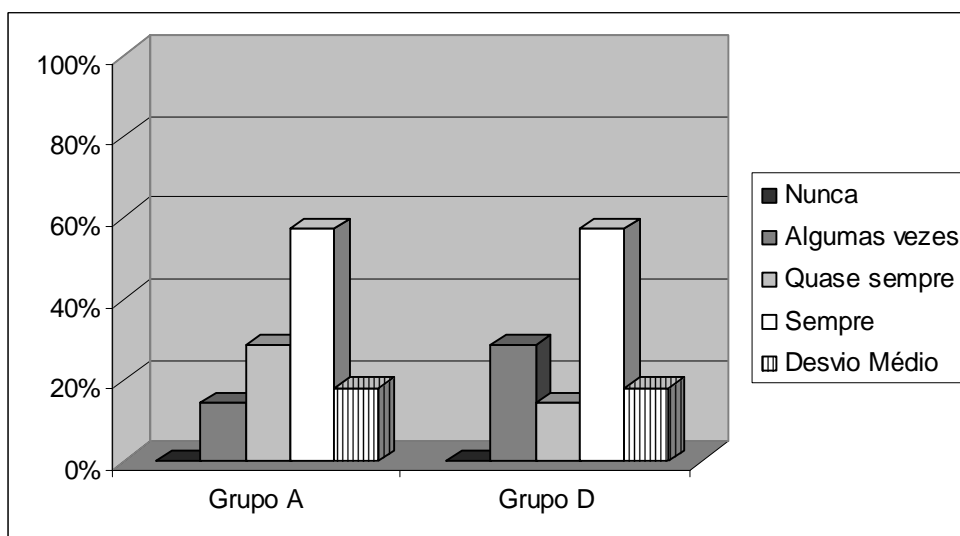


Gráfico 6 – Execução das propostas na ordem solicitada

- O grupo A analisou corretamente os ângulos formados em percentual maior que o grupo D, considerando somente a opção “sempre” e “quase sempre”, mas apresenta a opção “nunca” com um percentual superior ao grupo D. Já o grupo D apresenta um alto percentual em relação à opção “algumas vezes”

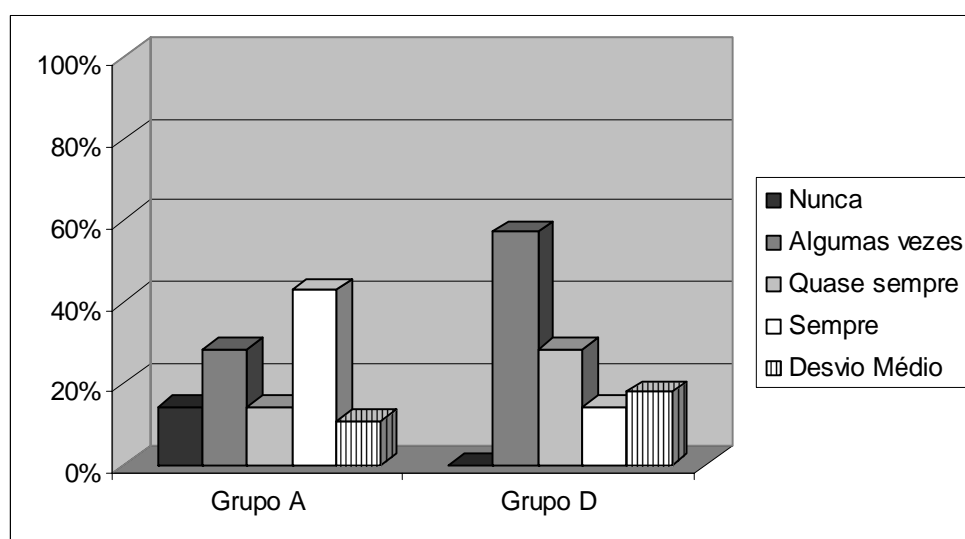


Gráfico 7 – Análise dos ângulos durante a atividade

- O grupo D apresenta maior percentual de respostas positivas quando é indagado se a utilização do *software* pode auxiliar no entendimento de geometria molecular. É importante ressaltar que os componentes desse grupo estavam trabalhando com o *software* primeiro.

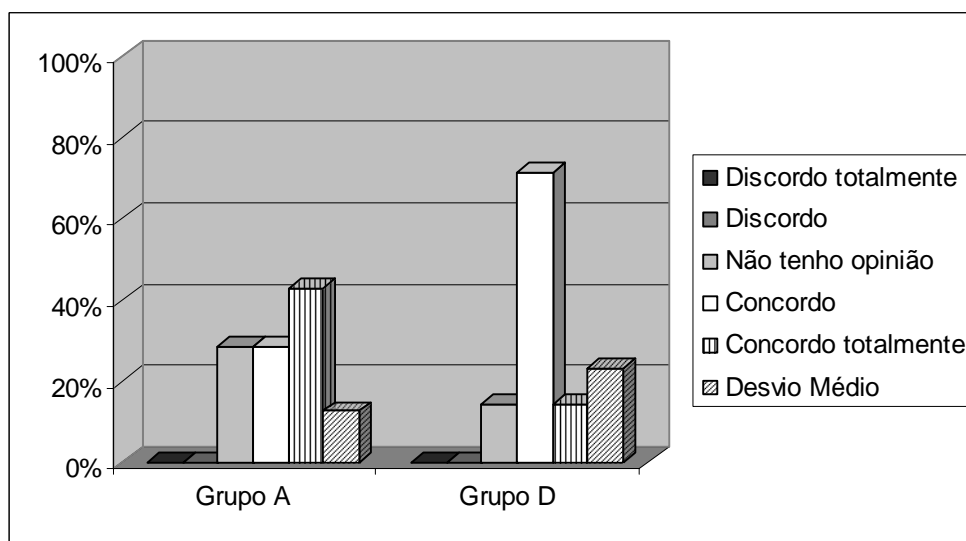


Gráfico 8 – A utilização do *software* auxilia no entendimento de geometria molecular?

- No grupo A, a maioria dos alunos respondeu que a utilização do *software* favorecia uma melhor compreensão e execução das tarefas propostas. Isso reforça a idéia de que essa tecnologia deve ser utilizada como ferramenta de apoio inserida em uma proposta de ensino que integre um planejamento mais amplo e não simplesmente como uma atividade.

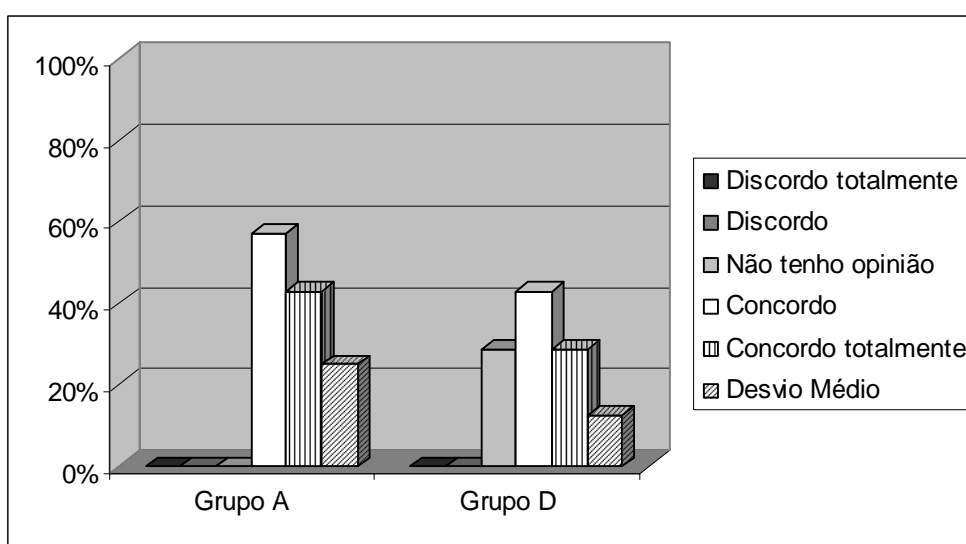


Gráfico 9 – A utilização do *software* ajuda a compreender e executar melhor as tarefas?

Em relação à construção dos compostos, também foram observados alguns contrastes entre os grupos:

- No composto CS_2 , obteve-se o mesmo resultado em ambos os grupos. É uma estrutura linear que apresenta um pequeno grau de dificuldade.