

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
PUC – SP**

**Marcelo de Abreu César**

**Química Orgânica – proposta de ensino com base no modelo de  
equivalência de estímulos**

**DOUTORADO EM EDUCAÇÃO: PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO**

**SÃO PAULO  
2014**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
PUC – SP**

**Marcelo de Abreu César**

**Química Orgânica – proposta de ensino com base no modelo de  
equivalência de estímulos**

**DOCTORADO EM EDUCAÇÃO: PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO**

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Educação: Psicologia da Educação, sob a orientação da Profa. Dra. Melania Moroz.

**SÃO PAULO  
2014**

**Ficha Catalográfica**  
**Biblioteca de Dissertações e Teses da PUC-SP**

César, Marcelo de Abreu.

Química Orgânica – proposta de ensino com base no modelo de equivalência de estímulos / Marcelo de Abreu César. São Paulo: PUC-SP, 2014.  
353fl.

Orientadora: Profa. Dra. Melania Moroz

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduados em Educação: Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

1. Química Orgânica 2. Equivalência de Estímulos 3. Discriminação Condicional  
4. Software Educativo 5. Contexto Coletivo.

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos a reprodução total ou parcial desta tese por processo de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: \_\_\_\_\_ Local e data: \_\_\_\_\_

Banca examinadora

---

---

---

---

---

## Dedicatória

Dedico toda a minha vida e meu trabalho a honrar os ensinamentos de meus pais, Helena Maria das Graças Abreu e Airton de Abreu César, pois todo o amor, carinho, amizade, compreensão e incentivo tornaram possível a realização deste e de muitos outros sonhos.

Dedico também às minhas irmãs Ana e Camilla, e aos meus sobrinhos Júlia, Otávio, Miguel e Vinícius.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, que incomparável na sua infinita bondade compreendeu os meus anseios e me deu coragem para atingir meu objetivo.

À Profa. Dra. Melania Moroz, pela competência, dedicação e empenho com que conduziu este trabalho. Sinto-me privilegiado por ter sido a minha orientadora, mostrou-me o verdadeiro sentido de ser educador, fazendo o meu sonho se tornar realidade, fato este que me faz admirá-la cada vez mais. Agradeço muito pelo apoio, incentivo, amizade e atenção.

Ao Prof. Dr. Sérgio Vasconcelos de Luna, pelas aulas valiosas no Programa de Psicologia da Educação, pelas análises precisas durante o exame de qualificação e pela competência com que conduz a educação e tantos outros projetos.

À Profa. Dra. Denize Rosana Rubano, pelo carinho, atenção, disponibilidade e dedicação na leitura deste trabalho, sugerindo contribuições riquíssimas para sua conclusão.

Ao Prof. Dr. Celso Goyos, pela atenção, disponibilidade, simpatia e acolhimento e por ter sugerido valiosas contribuições para esta pesquisa. Muitíssimo Obrigado!

Ao Prof. Dr. Juscelino Mitsuhiro Nagai, pela atenção e disponibilidade com que aceitou o convite para a leitura deste estudo, sugerindo contribuições para a realização.

À minha mãe, Helena, que soube compreender os momentos mais difíceis desta caminhada, validando diariamente as decisões tomadas e compartilhando com entusiasmo os resultados conquistados.

Ao amigo Carlos Alberto da Silva Filho, pela amizade e contribuição na realização do trabalho.

À Profa. Elyneire de Oliveira, Diretora da escola em que a pesquisa foi realizada, pelo apoio, atenção e credibilidade no desenvolvimento desta pesquisa.

À Profa. Wilma Aparecida Martins Santiago, Diretora da escola E. E. Profa Isabel Ferreira da Silva, pelo apoio, atenção e compreensão na realização deste trabalho.

À Profa. Brasília Franco, minha amiga, pela atenção, carinho e disponibilidade, colaborando na leitura e revisão do texto do presente estudo. Obrigado pelo apoio e pelas palavras de encorajamento.

Às amigas Rosana Valinas Llausas e Damares Souza Silva, pela amizade, paciência companheirismo e carinho durante todo esse percurso. Confesso que se não fosse por vocês não teria chegado até o final; o amparo, o carinho e a dedicação de duas queridas amigas que me encorajaram nos momentos mais difíceis desse percurso foram fundamentais para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida acadêmica. Nesses oito anos de convivência, entre mestrado e doutorado, sou eternamente grato por partilharem comigo os dissabores dessa caminhada e por me ajudarem nas horas em que mais precisei. Só tenho que agradecê-las por tudo isso e dizer que eu amo muito vocês. Obrigado!

A CAPES, cujo apoio financeiro foi decisivo na conclusão deste trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente participaram desta trajetória.

César, Marcelo de Abreu. (2014). *Química Orgânica – proposta de ensino com base no modelo de equivalência de estímulos*. Tese de Doutorado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

### **Resumo**

A Análise do Comportamento vem desenvolvendo estudos, fundamentados no modelo de equivalência de estímulos, para a compreensão de diversos repertórios acadêmicos. Considerando que, no Brasil, o ensino de Química continua sendo um grande desafio, o presente trabalho avaliou uma programação de ensino de química orgânica, elaborada com base no modelo de equivalência de estímulos e implementada em espaço coletivo, com o auxílio de software. Participaram alunos da 2ª série do Ensino Médio. Foram realizados dois experimentos, ambos com Pré-Teste, Intervenção e Pós-Teste. No Experimento 1, ensinou-se a oralizar os elementos químicos, a partir de suas representações simbólicas, números e modelos atômicos. Os estímulos utilizados foram nome impresso (A), símbolo (B), número atômico (C) e modelo atômico (E) de elementos químicos. Foram ensinadas as relações AB, BC e BE, e testadas às relações BA, CB, AC, CA, EB, AE, EA, CE, EC e a oralização do elemento químico a partir do símbolo (BD), do número atômico (CD) e do modelo atômico (ED). No Experimento 2, ensinou-se a oralizar os diferentes tipos de fórmulas de cadeias carbônicas; identificar as diferentes fórmulas de uma mesma cadeia carbônica, e; a classificar as cadeias carbônicas quanto à existência ou não de extremidades livres, quanto ao tipo de ligações existentes entre os átomos de carbono e quanto à presença ou não do heteroátomo. Os estímulos foram nome ditado do tipo de fórmula (I), representação do tipo de fórmula (II), nome impresso do tipo de fórmula (III), fórmula estrutural plana (A), fórmula de linha (B), fórmula estrutural condensada (C), fórmula molecular(D), nome impresso da extremidade (E1), nome impresso do tipo de ligação (E2), nome impresso referente à existência ou não de heteroátomo (E3). Iniciou-se pelo ensino da relação I-II, sendo testadas as relações II-III, III-II e a oralização a partir do tipo de fórmula (II-O). Em sequência, foram ensinadas as relações AB e AC, testando-se BC, CB, BA e CA; a relação AD, testando-se DA, BD, DB, CD, DC; a relação CE1, testando-se E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D; a relação CE2, testando-se E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D; a relação CE3, testando-se E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D. Foi realizado Teste de Generalização para Novas Cadeias Carbônicas. Os resultados indicaram que os participantes submetidos ao ensino atingiram o patamar de desempenho esperado em todas as relações ensinadas e testadas e que, a partir das relações ensinadas, emergiram novos repertórios, incluindo a oralização e a construção (desenho) do tipo de fórmula. O desempenho no Pós-Teste foi superior ao apresentado no Pré-Teste, e houve generalização do repertório, evidenciando a eficácia da programação avaliada para o ensino de conteúdo de química orgânica.

**Palavras-chave:** química orgânica, equivalência de estímulos, discriminação condicional, software educativo, contexto coletivo.

César, Marcelo de Abreu. (2014). *Organic Chemistry - teaching proposal on the basis of stimulus equivalence model*. Doctoral Thesis, Program of Postgraduate Studies in Educational Psychology, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

### ***Abstract***

The Behavior Analysis has developed studies based on stimulus equivalence model for understanding diverse academic repertoires. Whereas in Brazil, teaching chemistry remains a major challenge, this study evaluated a program for teaching organic chemistry, which is based on stimulus equivalence model and implemented in the collective space, with the aid of a software. Participating students were in the 2nd year of high school. Two experiments, both with Pre-Test - Intervention and Post Test, were performed. In Experiment 1, it was taught to verbalize chemical elements based on their symbolic representations, numbers and atomic models. The stimuli were: printed name (A), symbol (B), atomic number (C) and atomic model (E) of chemical elements. The AB, BC and BE relations were taught, and tested to BA, CB, AC, CA, EB, AE, EA, CE, EC, and naming the chemical element from the symbol (BD), atomic number (CD) and atomic model (ED). In Experiment 2, it was taught to verbalize different types of carbon chains formulas, to identify the different formulations of the same carbon chain and also to classify the carbon chains as to whether or not the existence of free extremities related to existing connections between the carbon atoms and the presence or not of the heteroatom. Stimuli stated the type of formula (I) the type of formula representation (II), printed name of the type of formula (III), flat structural formula (A), formula line (B), condensed structural formula (C), molecular formula (D), printed name of the extremity (E1), printed name of the connection type (E2), printed name referring to the existence of atom (E3). It began by teaching the relation I-II, and by testing relations II-III, III-II and also the verbalization of the type of formula (II-O). In the sequence, the AB and AC relations were taught, and the BC, CB, BA and CA relations were tested; the AD relation, testing DA, BD, DB, CD, DC; the CE1 relation, testing E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D; compared to CE2, testing E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D, the CE3 relations, testing E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D. Generalization test was conducted for the New Carbonic Chains. The results indicated that participating students reached the expected level of performance in all the taught and tested relationships and that, new repertoires arose from these relations, including verbalization and construction (design) of the type of formula. Performance in the Post-Test was higher than in the Pre-Test, and there was widespread repertoire, demonstrating the effectiveness of the evaluated program for the organic chemistry teaching.

**Keywords:** organic chemistry, stimulus equivalence, conditional discrimination, educational software, collective context.

César, Marcelo de Abreu. (2014). *Chimie Organique – une proposition d'enseignement sur la base du modèle d'équivalence de relance*. Thèse de Doctorat, Programme d'Études Pós-Graduação en Psychologie de l'Éducation, Pontificia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

### *Résumé*

L'analyse du comportement a développé des études, basé sur le modèle de l'équivalence de relance, pour la compréhension des différents répertoires universitaires. Alors qu'au Brésil, l'enseignement de la chimie reste un défi majeur, cette étude a évalué un programme pour l'enseignement de la chimie organique, qui est basée sur le modèle de l'équivalence de relance et mise en œuvre dans l'espace collectif, avec l'aide d'un logiciel. Les élèves ont participé de la 2<sup>e</sup> série du lycée. Deux expériences ont été effectuées, à la fois avec pré-test, intervention et post-test. Dans l'expérience 1, ils ont appris à nommer les éléments chimiques, à partir de leurs représentations symboliques, des chiffres et des modèles atomiques. Les stimuli utilisés ont été imprimés (A), symbole (B), numéro atomique (C) et le modèle atomique (E) des éléments chimiques. Les relations enseignées ont été: AB, BC et BE, et testées les relations BA, CB, AC, CA, EB, AE, EA, CE, EC, et oralisation des éléments chimiques à partir du symbole (BD), du numéro atomique (CD) et du modèle atomique (ED). Dans l'expérience 2, ils ont enseigné à nommer les différents types de formules de chaînes de carbones, identifier les différentes formules d'une même chaîne carbone, et classer les chaînes carbones quant à existantes ou non d'extrémités libre, quant au type de liaisons existantes entre les atomes de carbone et quant à la présence ou non de l'hétéroatome. Les stimuli ont été dictés le nom du type de formule (I) représentation du type de formule (II), le nom imprimé du type de formule (III), formule structurale plate (A), la formule en ligne (B), la formule structurale condensée (C), la formule moléculaire (D), le nom imprimé de l'extrémité (E1), le nom imprimé du type de connexion (E2), le nom imprimé de référence à l'existence ou non d'hétéroatome (E3). Nous avons commencé par l'enseignement I-II, testées les relations II-III, III-II et l'oralisation à partir du type de formule (II-O). Dans l'ordre, ont appris les relations AB et AC, testant BC, CB, BA et CA; le rapport AD, testant DA, BD, DB, CD, DC, la relation CE1, testant E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D; par rapport CE2, testant E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D, la relation CE3, testant E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D. Nous avons réalisé de Test de Généralisation pour de Nouvelles Chaînes Carbones. Les résultats ont indiqué que les participants suivent des formations ont atteint le niveau de rendement attendu dans toutes les relations enseignées et testées et que, à partir des rapports enseignées sont apparus de nouveaux répertoires, y compris oralisation et de la construction (dessin) du type de formule. La performance dans le Post-T est était plus élevée que dans le Pré-Test, et il y a eu un répertoire généralisée, ce qui démontre l'efficacité des programmes évalués pour l'enseignement de la chimie organique .

**Mots-clés:** chimie organique, relance équivalence, la discrimination conditionnelle, logiciels éducatifs, le contexte collectif .

## Sumário

APRESENTAÇÃO.....	1
Ensino de Química .....	3
A perspectiva da Análise do Comportamento e o Ensino de Química .....	24
Proposta de Trabalho .....	43
Experimento 1 - Estudo Piloto.....	44
Método.....	44
Participantes.....	44
Local e Materiais.....	45
Procedimento.....	47
Resultados.....	55
Discussão.....	65
Experimento 1 .....	68
Método.....	68
Participantes.....	68
Local e Materiais.....	69

Procedimento.....	69
Resultados.....	73
Discussão.....	92
Experimento 2.....	98
Método.....	98
Participantes.....	98
Local e Materiais.....	99
Procedimento.....	109
Resultados.....	125
Discussão.....	149
Considerações Finais .....	157
Referências.....	166
Anexos.....	176

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

### FIGURAS

Figura 1. Classificação e descritores dos níveis de proficiência do SARESP.....	03
Figura 2. Médias de proficiência por ano/série no SARESP (2010), Ciências (7º e 9º anos do EF) e Ciências da Natureza (3ª série EM) – Rede Estadual.....	04
Figura 3. Distanciamento das médias de proficiência aferidas no SARESP (2010) em relação à expectativa do nível Adequado para os anos/série avaliados.....	05
Figuras 4. Percentual de desempenho de alunos da Rede Estadual por nível de proficiência no SARESP (2010) em Ciências e Ciências da Natureza – Rede estadual.....	06
Figura 5. Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química.....	08
Figura 6. Focos de interesse da Química.....	09
Figura 7. Temas estruturadores no ensino de Química.....	10
Figura 8. Encadeamento de átomos de carbono, ligados entre si.....	15
Figura 9. Encadeamento contendo um átomo de nitrogênio (heteroátomo) ligado no meio de átomos de carbono.....	15
Figura 10. Encadeamento contendo três átomos de carbonos primários, ligados a um outro átomo de carbono.....	16
Figura 11. Encadeamento contendo um átomo de carbono secundário, ligados a dois átomos de carbono.....	16
Figura 12. Encadeamento contendo um átomo de carbono terciário, ligado a três átomos de carbono.....	16
Figura 13. Encadeamento contendo um átomo de carbono quaternário, ligado a quatro átomos de carbono.....	17
Figura 14. Encadeamento contendo átomos de carbonos saturados, ligados entre si.....	17
Figura 15. Encadeamento contendo dois átomos de carbonos insaturados, ligados entre si.....	17

Figura 16. Representação de cadeia aberta ou acíclica, contendo ligações simples entre átomos de carbonos.....	18
Figura 17. Representação de cadeia aberta normal, contendo ligações simples entre átomos de carbono.....	19
Figura 18. Representação de cadeia aberta ramificada, contendo ligações simples e uma dupla entre átomos de carbono.....	19
Figura 19. Representação de cadeia aberta saturada, contendo ligações simples entre átomos de carbono.....	19
Figura 20. Representação de cadeia aberta insaturada, contendo uma ligação dupla entre átomos de carbono.....	20
Figura 21. Representação de cadeia fechada, contendo ligações simples entre átomos de carbono.....	20
Figura 22. Representação de cadeia fechada homocíclica, contendo ligações simples entre átomos de carbono.....	20
Figura 23. Representação de cadeia fechada heterocíclica, contendo ligações simples entre átomos de carbonos e um heteroátomo.....	21
Figura 24. Representação de cadeia fechada saturada (contendo ligações simples) entre átomos de carbono.....	21
Figura 25. Representação de cadeia fechada insaturada (contendo uma ligação dupla) entre átomos de carbono.....	21
Figura 26. Diversas formas de representação do Benzeno, composto de cadeia fechada insaturada, contendo três duplas ligações e um anel aromático entre átomos de carbono.....	22
Figura 27. Representação do Benzeno, composto de cadeia fechada insaturada, contendo o anel aromático entre átomos de carbono.....	23
Figura 28. Representação de composto aromático polinucleares condensados (cadeia aromática contendo dois anéis benzênicos).....	23
Figura 29. Representação de composto polinucleares isolados (cadeia aromática contendo dois anéis benzênicos isolados).....	23
Figura 30. Diagrama do experimento realizado por Sidman (1971).....	30

Figura 31. Exemplo de estímulos visuais (Palavra Impressa, Imagem e Símbolo).....	32
Figura 32. Exemplo de cartão utilizado por Ferro (1993).....	38
Figura 33. Caracterização dos participantes quanto ao sexo, idade, série e número de retenções.....	44
Figura 34. Estímulos utilizados no Pré-Teste, Ensino e Teste de Emergência de relações.....	46
Figura 35. Relação EA (modelo atômico-nome): a partir do modelo atômico, o aluno deverá clicar no nome do elemento químico a ele correspondente.....	47
Figura 36. Relações e os elementos químicos avaliados.....	49
Figura 37. Relações ensinadas e emergentes; adaptação a partir do diagrama de Sidman (1971).....	51
Figura 38. Diagrama esquemático que mostra a incorporação de um novo membro à classe de estímulos equivalentes. Adaptação a partir do diagrama de De Rose (2005).....	52
Figura 39. Instruções fornecidas aos participantes em cada relação do Experimento 1.....	53
Figura 40. Diagrama representativo das condições experimentais do Experimento Piloto.....	54
Figura 41. Número de acertos nas relações AB (nome-símbolo) e BA (símbolo-nome).....	55
Figura 42. Número de acertos nas relações BC (símbolo-número atômico) e CB (número atômico-símbolo).....	56
Figura 43. Número de acertos nas relações AC (nome-número atômico) e CA (número atômico-nome).....	57
Figura 44. Número de acertos nas relações BD (oralização do elemento químico a partir do símbolo) e CD (oralização do elemento químico a partir do número atômico).....	58
Figura 45. Número de acertos nas relações AE (nome-modelo atômico) e EA (modelo atômico-nome).....	59
Figura 46. Número de acertos nas relações BE (símbolo-modelo atômico) e EB (modelo atômico-símbolo).....	59

Figura 47. Número de sessões que cada participante utilizou para realizar as atividades.....	61
Figura 48. Diagrama representativo das condições experimentais do Experimento 1.....	72
<i>Figura 49.</i> Número de acertos nas relações BD, CD, ED, por participante.....	82
Figura 50. Tempo, em horas, que cada participante utilizou para realizar as atividades referentes aos elementos químicos.....	84
Figura 51. Estímulos utilizados no Ensino e Teste de Emergência de relações.....	100
Figura 52. Estímulos utilizados no Teste de Generalização.....	104
Figura 53. Relação I-II (tipo de fórmula ditada-imagem): a partir do ditado /fórmula estrutural plana/, como modelo, o aluno deverá clicar na imagem correspondente.....	106
Figura 54. Relação II-III (imagem do tipo de fórmula-nome impresso): a partir da imagem do tipo de fórmula, como modelo, o aluno deverá clicar no nome impresso do tipo de fórmula.....	107
Figura 55. Relação AB (fórmula plana-fórmula linha): a partir da fórmula estrutural plana, como modelo, o aluno deverá clicar na fórmula de linha correspondente.....	107
Figura 56. Relação CB (fórmula condensada-fórmula linha): a partir da fórmula estrutural condensada, como modelo, o aluno deverá clicar na fórmula de linha correspondente.....	108
Figura 57. Relação AC (fórmula condensada-fórmula plana): a partir da fórmula estrutural condensada, como modelo, o aluno deverá clicar na fórmula estrutural plana a ele correspondente.....	108
Figura 58. Relações ensinadas e emergentes.....	112
Figura 59. Relações ensinadas e emergentes.....	113
Figura 60. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro. Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).....	114
Figura 61. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro (E1). Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).....	116

Figura 62. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro (E2). Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).....	117
Figura 63. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro (E3). Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).....	119
Figura 64. Instruções fornecidas aos participantes em cada relação do Experimento 2.....	120
Figura 65. Diagrama representativo das condições experimentais do Experimento 2.....	124
<i>Figura 66.</i> Tempo, em horas, utilizado para realizar as atividades (ensino e teste de relações emergentes), por participante.....	130

## TABELAS

Tabela 1. Níveis de proficiência de Ciência e Ciências da Natureza - SARESP.....	04
Tabela 2. Percentual Média de acertos de P1, P2 e P3 nas relações ensinadas (AB e BC) e no teste das relações (CB, BA, AC, CA, BD e CD).....	61
Tabela 3. Percentual Média de acertos de P1, P2 e P3 na relação ensinada (BE) e no teste das relações (EB, AE, EA, CE, EC e ED).....	62
Tabela 4. Número de acertos apresentados no Pré-teste e no Pós-teste.....	63
Tabela 5. Número de acertos dos participantes nas relações AB, AC, BC, AE, BE, CE, BA, CA, CB, EA, EB, EC.....	74
Tabela 6. Número de acertos dos participantes nas relações BD, CD e ED.....	74
Tabela 7. Número de relações por nível de desempenho alcançado pelos participantes.....	82
Tabela 8. Percentual médio de acertos, por participantes nas relações ensinadas (AB e BC) e no teste das relações emergentes (CB, BA, AC, CA, BD e CD).....	86
Tabela 9. Percentual médio de acertos de P3, P4, P10, P11, P12, P15, P16, P18 na relação ensinada (BE) e no teste das relações emergentes (EB, AE, EA, CE, EC e ED).....	87
Tabela 10. Número de acertos apresentados no Pré-Teste e no Pós-Teste referente aos participantes que passaram pelo o ensino.....	89

Tabela 11. Número de acertos apresentados no Pré-Teste e no Pós-Teste referente aos participantes que não passaram pelo ensino.....	90
Tabela 12. Número de acertos dos participantes na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas.....	125
Tabela 13. Número de acertos, dos alunos não submetidos ao procedimento de ensino, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas.....	128
Tabela 14. Percentual médio de acertos na relação ensinada (I-II) e no teste das relações (II-III, III-II, II-O), por participante.....	131
Tabela 15. Percentual médio de acertos de P3, P4, P10, P11, P12, P15 e P16, nas relações ensinadas (AB e AC) e no teste das relações (BC, CB, BA e CA).....	132
Tabela 16. Percentual médio de acertos, na relação ensinada (AD) e no teste das relações emergentes (DA, BD, DB, CD e DC), por participante.....	134
Tabela 17. Percentual médio de acertos, na relação ensinada (CE1) e no teste das relações emergentes (E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D), por participante.....	135
Tabela 18. Percentual médio de acertos, na relação ensinada (CE2) e no teste das relações emergentes (E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D), por participante.....	137
Tabela 19. Percentual médio de acertos, na relação ensinada (CE3) e no teste das relações emergentes (E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D), por participante.....	138
Tabela 20. Percentual de acertos, no Teste de Generalização (BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, AE1, AE2, AE3, E1C, E2C, E3C) para novas cadeias, participantes submetidos à programação de ensino.....	140
Tabela 21. Percentual de acertos, no Teste de Generalização (BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, AE1, AE2, AE3, E1C, E2C, E3C), por relação, 16 tentativas para novas cadeias, dos participantes não submetidos à programação de ensino.....	141
Tabela 22. Número de acertos no Pré-Teste e Pós-Teste, por participante, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas.....	143
Tabela 23. Número de acertos, dos participantes não submetidos ao ensino, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas.....	148

## APRESENTAÇÃO

Em se tratando do ensino de química no Ensino Médio, a formação docente em serviço e a atuação desse profissional, bem como os recursos didático-pedagógicos utilizados por ele têm sido minha preocupação. São vinte anos de trabalho e dedicação como Professor de Educação Básica II, Professor Coordenador Pedagógico e Formador de Professores em projetos desenvolvidos pela SEE-CENP na rede pública estadual paulista. Assim, discutir sobre as práticas desenvolvidas por esses profissionais, bem como sua atuação no ensino de química, sua formação e capacitação profissional, são questões que fazem parte da minha história como educador.

Graduei-me em Ciências pela Universidade de Mogi das Cruzes e em 1993 iniciei a minha carreira no magistério como professor de química no Ensino Médio na rede estadual de São Paulo. Durante toda minha trajetória como educador, participava das reuniões pedagógicas coletivas, na escola, ouvindo os professores relatando suas dificuldades em arranjar estratégias de ensino que sanassem os problemas de aprendizagem na aquisição dos conhecimentos de química para os alunos do Ensino Médio e que muitas vezes acabava se estendendo para as séries finais. Embora sendo professor do Ensino Médio, procurava estar próximo dos alunos do Ensino Fundamental com problemas de aprendizagem, auxiliando os professores na difícil tarefa de decidir com segurança o que ensinar e propor estratégias de ensino eficazes para fazer com que os alunos pudessem realizar, com sucesso, as tarefas escolares. Partindo desse contexto de início de carreira, dei sequência a jornada em busca de conhecimentos que pudessem me habilitar mais completamente como educador. Graduei-me em Pedagogia pela Universidade Bandeirante de São Paulo e em 2009, titulei-me Mestre em Educação: Psicologia da Educação pela PUC-SP. Os estudos realizados no mestrado ampliaram meus conhecimentos e a

constância de interesse pela busca de respostas mais concretas levaram-me a verificar que os professores se deparam com muitos obstáculos no dia-a-dia de seu ofício docente - a dificuldade de planejar boas situações de aprendizagem, a indisciplina escolar, os problemas de aprendizagem em sala de aula e o baixo desempenho nas avaliações escolares – contribuem para um acentuado aumento do fracasso escolar, apresentando-se novos desafios à escola e aos educadores.

Em relação aos alunos com histórias de fracasso escolar no Ensino Médio, considero que pesquisar estratégias que favoreçam interações pedagógicas eficientes, pautadas em uma programação de ensino adequado é fundamental, porque poderiam possibilitar ao professor a se utilizar de tais procedimentos no processo de ensino-aprendizagem. Na atualidade, vislumbra-se a possibilidade de trabalhar com procedimentos computadorizados de ensino, os quais poderiam ser instrumentos auxiliares na atuação didática docente.

É com a perspectiva de poder contribuir para a melhoria do ensino de química, especialmente o realizado na escola pública de modo a torná-la uma escola de sucesso – garantindo a todos os alunos uma trajetória escolar bem sucedida, sem obstáculos, sem tropeços e sem voltas – que a presente pesquisa teve por objetivo avaliar uma programação de ensino de química orgânica, a partir de discriminações condicionais, e elaborada com base no modelo de equivalência de estímulos e implementada em espaço coletivo com o auxílio do Software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010), a fim de aperfeiçoar o repertório de alunos de Ensino Médio que frequentam aulas regulares.

## Ensino de Química

O Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo - SARESP (São Paulo, 2010) tem como finalidade fornecer informações consistentes, periódicas e comparáveis sobre a situação da escolaridade básica na rede pública paulista, bem como orientar a escola no planejamento das ações voltadas para a melhoria da qualidade da Educação Básica. O SARESP é o único instrumento que avaliou o ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), a cada dois anos, iniciando em 2008.

Os pontos da escala do SARESP foram agrupados em quatro níveis de proficiência – Abaixo do Básico, Básico, Adequado e Avançado – definidos a partir das expectativas de aprendizagem (competências e habilidades) estabelecidas para cada ano/série e disciplina no Currículo do Estado de São Paulo, descritos na Figura 1.

Classificação	Níveis de Proficiência	Descrição
Insuficiente	Abaixo do Básico	Os alunos, neste nível, demonstram domínio insuficiente dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/série escolar em que se encontram.
Suficiente	Básico	Os alunos, neste nível, demonstram domínio mínimo dos conteúdos, competências e habilidades, mas possuem as estruturas necessárias para interagir com a proposta curricular no ano/série subsequente.
	Adequado	Os alunos, neste nível, demonstram domínio pleno dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/série escolar em que se encontram.
Avançado	Avançado	Os alunos, neste nível, demonstram conhecimentos e domínio dos conteúdos, competências e habilidades acima do requerido no ano/série escolar em que se encontram.

Figura 1. Classificação e descritores dos níveis de proficiência do SARESP.

Nota: Fonte – SARESP (São Paulo, 2010).

A Tabela 1, a seguir, reúne informações sobre os intervalos de pontuação que definem os níveis de proficiência de Ciências e Ciências da Natureza<sup>1</sup> por ano/série

<sup>1</sup> Ciências (7º e 9º anos do Ensino Fundamental) e Ciências da Natureza (3ª série do Ensino Médio).

avaliados no SARESP. Particularmente, interessam os valores relativos ao 3º ano do Ensino Médio.

Tabela 1.

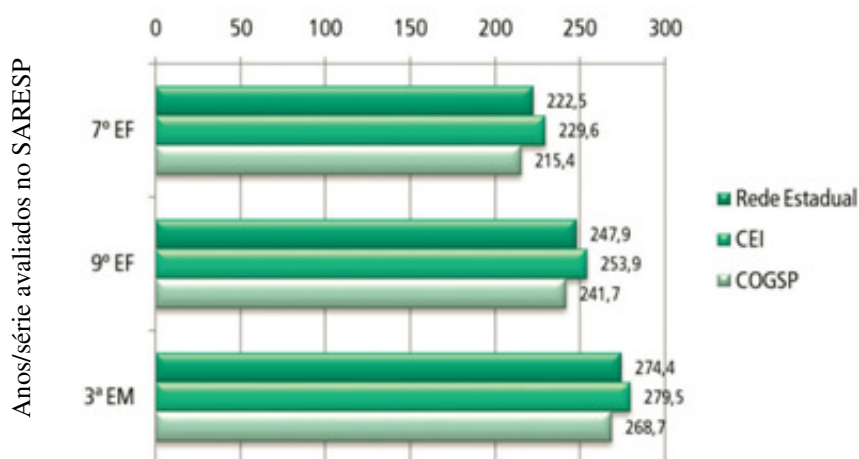
*Níveis de proficiência de Ciências e Ciências da Natureza – SARESP*

Níveis de Proficiência	7º EF	9º EF	3ª EM
Abaixo do Básico	< 200	< 225	< 275
Básico	200 a < 250	225 a < 300	275 a < 350
Adequado	250 a < 325	300 a < 350	350 a < 400
Avançado	≥ 325	≥ 350	≥ 400

Nota: Fonte – SARESP (São Paulo, 2010).

O SARESP estabeleceu como padrão de desempenho esperado o nível *Adequado* para cada um dos anos/série e disciplinas avaliadas. Como se constata pelos valores apresentados na Tabela 1, isso corresponde às médias entre 350 e 400 pontos para a 3ª série do Ensino Médio.

A seguir, a Figura 2 apresenta a média de proficiência em Ciências e Ciências da Natureza no SARESP (São Paulo, 2010).



Médias de proficiência por ano/série no SARESP (2010)

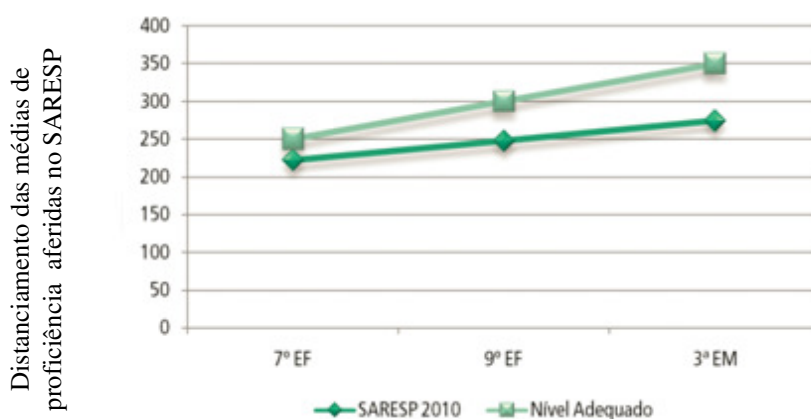
Figura 2. Médias de proficiência por ano/série no SARESP (2010), Ciências (7º e 9º anos do EF) e Ciências da Natureza (3ª série EM) – Rede Estadual.

Nota: Fonte – SARESP (São Paulo, 2010).

Com relação à Rede Estadual, os dados mostram que há um distanciamento entre as médias de proficiência aferidas no SARESP (São Paulo, 2010) em relação à expectativa do nível de proficiência *Adequado* para os anos/série avaliados, especialmente para a 3ª série do Ensino Médio. Se o esperado era atingir 350 pontos, no mínimo, o nível de desempenho atingido foi de, no máximo, 274,4 pontos, valor considerado adequado para o 7º ano do Ensino Fundamental.

As médias de desempenho dos alunos da Coordenadoria de Ensino do Interior são melhores, sendo que as da Coordenadoria da Grande São Paulo<sup>2</sup> são as piores, quaisquer que sejam os anos/série avaliados.

A Figura 3 apresenta o distanciamento das médias de proficiência aferidas no SARESP (São Paulo, 2010) em relação à expectativa do nível de proficiência *Adequado* para os anos/série avaliados.



Expectativa do nível adequado para os anos/série avaliados no SARESP

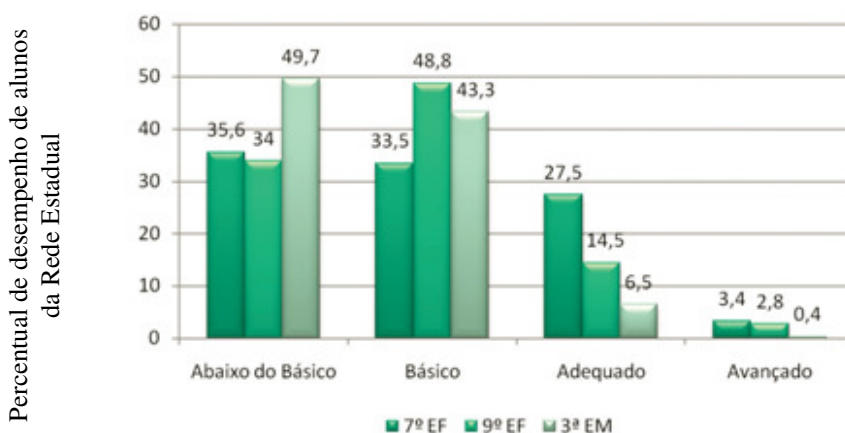
*Figura 3.* Distanciamento das médias de proficiência aferidas no SARESP (2010) em relação à expectativa do nível Adequado para os anos/série avaliados.

*Nota:* Fonte – SARESP (São Paulo, 2010).

<sup>2</sup> A escola do presente estudo faz parte da Coordenadoria da Grande São Paulo.

Os dados evidenciam que no SARESP (São Paulo, 2010) as médias de proficiência em Ciência e Ciências da Natureza para as séries avaliadas, variam na Rede Estadual, entre 222,5 (7º anos do EF) e 274,4 (3ª série do EM). Na 3ª série do Ensino Médio, o distanciamento entre o desempenho obtido e o esperado é mais acentuado, ou seja, à medida que progride o grau de escolaridade, piora o desempenho do aluno.

A Figura 4 mostra os percentuais do desempenho em cada um dos quatro níveis, dos alunos da Rede Estadual, em função da série avaliada em Ciências e Ciências da Natureza no SARESP (São Paulo, 2010).



Nível de proficiência no SARESP

*Figura 4.* Percentual de desempenho de alunos da Rede Estadual por nível de proficiência no SARESP (São Paulo, 2010) em Ciências e Ciências da Natureza – Rede estadual.

*Nota:* Fonte – SARESP (São Paulo, 2010).

Os dados apresentados ilustram, pois, que a maioria dos alunos da 3ª série do Ensino Médio encontra-se nos níveis *Abaixo do Básico* e *Básico*, o que mostra que o ensino de Ciências da Natureza ainda é muito precário. Mostram que o aluno não aprendeu as competências e habilidades necessárias a serem adquiridas ao longo das três séries do

Ensino Médio. Portanto, a situação é crítica, requerendo a busca de soluções ou de propostas que tornem o ensino de Ciências da Natureza mais eficiente.

O ensino de Química está inserido na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Química – PCN+ (Brasil, 2002):

A Química pode ser um instrumento de formação humana que amplia horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com esses conceitos métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (p. 87).

A proposta apresentada para o ensino de Química, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 1999)<sup>3</sup> pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola.

Segundo os PCN+ (Brasil, 2002), no Ensino Médio, a Química se destaca como instrumento cultural essencial na educação humana, sendo co-participante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade. O aprendizado de Química no Ensino Médio "... deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas" (p. 87).

---

<sup>3</sup> São três os referenciais sobre o Ensino de Química: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio - PCNEM (Brasil, 1999); PCN+Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006).

Em Química, assim como nas demais Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, as competências gerais a serem desenvolvidas dizem respeito à *representação e comunicação*, à *investigação e compreensão* e à *contextualização sócio-cultural*.

Segundo os PCNEM (Brasil, 1999), os conteúdos abordados e as atividades desenvolvidas devem ser propostos de forma a promover o desenvolvimento de competências dentro desses três domínios, com suas características e especificidades próprias, detalhadas na Figura 5, a seguir.

Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química	
Representação e comunicação	Escrever as transformações químicas em linguagens discursivas; Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual; Traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química e vice-versa; Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo; Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e representações matemáticas; Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).
Investigação e compreensão	Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica); Compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal); Compreender dados quantitativos, estimativas e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional); Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química); Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes; Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes; Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.
Contextualização Sócio-cultural	Reconhecer aspectos químicos relevantes à interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente; Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural; Reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais; Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.

Figura 5. Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química.

Nota: Fonte – Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999).

Dentre o proposto pelos PCNEM (Brasil, 1999), verifica-se que compreender os códigos e símbolos próprios da Química, traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química, utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações, bem como compreender e utilizar conceitos químicos, são conteúdos que precisam ser adquiridos pelo aluno do Ensino Médio e que serão foco do presente trabalho.

Segundo os PCN+ (Brasil, 2002), no ensino de Química, deve-se trabalhar com as transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos, representados no tripé, conforme Figura 6.

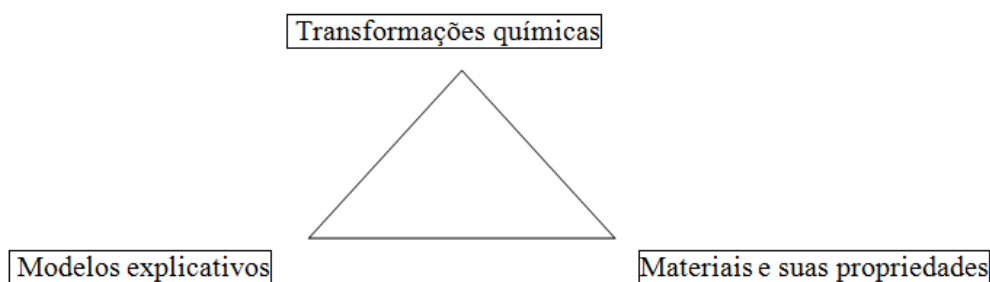


Figura 6. Focos de interesse da Química.

O ensino de Química deve ser baseado harmonicamente nesses três pilares (transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos). Essa organização, segundo os PCNEM (Brasil, 1999), poderá oferecer uma estrutura de sustentação ao aprendizado de química pelo aluno.

O ensino de Química para o Ensino Médio segundo os PCN+ (Brasil, 2002), foi proposto através de "temas estruturadores". São sugeridos nove temas estruturadores no ensino de Química, conforme Figura 7:

Q1 Reconhecimento e Caracterização das Transformações Químicas
Q2 Primeiros Modelos de Constituição da Matéria
Q3 Energia e Transformação Química
Q4 Aspectos dinâmicos das Transformações Químicas
Q5 Química e a Atmosfera
Q6 Química e a Hidrosfera
Q7 Química e a Litosfera
Q8 Química e a Biosfera
Q9 Modelos Quânticos e Propriedades Químicas

*Figura 7.* Temas estruturadores no ensino de Química.

*Nota:* Fonte – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Verifica-se que um dos temas que estrutura os conteúdos propostos para o ensino de Química, e que abrange as competências e habilidades a serem desenvolvidas para os alunos da 3ª série do Ensino Médio, é o oitavo tema (Química e Biosfera), unidade na qual se discute a Química Orgânica.

No tema, Química e Biosfera, propõe-se o estudo dos compostos orgânicos de origem vegetal e animal como fontes de recursos necessários à sobrevivência humana: suas composições, propriedades, funções, transformações e usos. De acordo com os PCN+ (Brasil, 2002), “A utilização dos recursos da biosfera pressupõe o entendimento da composição, propriedades de materiais e de suas transformações químicas”. (p. 104).

Ainda segundo os PCN+ (Brasil, 2002):

O estudo das transformações químicas na biosfera com foco nas ideias de vida e sobrevivência favorece, especialmente, uma articulação entre conhecimentos químicos e biológicos. Alimentos de origem vegetal tais como carboidratos,

proteínas, óleos ou gorduras podem ser o ponto de partida para o entendimento, na escala microscópica, da formação de cadeias carbônicas, dos tipos de ligação do carbono, das funções orgânicas e de isomeria. Em relação ao enfoque microscópico, é importante o reconhecimento e entendimento das interações entre as partículas constituintes das substâncias, compondo diferentes tipos de moléculas que, por sua vez, podem explicar muitos fenômenos biológicos e processos presentes nos sistemas produtivos (p. 104).

Espera-se que o aluno, ao final da 3ª série do Ensino Médio, tenha adquirido conhecimento para elaborar suas próprias representações (esquemas, modelos, gráficos, tabelas) sobre os processos de obtenção dos materiais a partir da atmosfera (oxigênio, gases nobres, nitrogênio), entendendo, especialmente, a produção de materiais a partir do nitrogênio (amônia, nitratos, entre outros); obtenção de materiais a partir da hidrosfera (produtos obtidos da água do mar), entendendo a importância do equilíbrio químico nos sistemas aquáticos; e da biosfera (compostos orgânicos). Desse modo, o aluno vai adquirindo conhecimentos sobre perturbações nesses sistemas causados pela ação humana, identificando, por exemplo, poluentes e avaliando ações corretivas e preventivas para essas perturbações.

Fica claro que, pelos documentos oficiais, o ensino de Química Orgânica deve ocorrer no Ensino Médio.

O estudo dos compostos orgânicos de origem vegetal e animal é o campo da Química Orgânica.

Por definição, “Química Orgânica é a parte da química que estuda os compostos de carbono” (Feltre & Yoshinaga, 1974, p. 18).

De acordo com Feltre (1996), um único elemento químico - *o carbono* – tem a singular capacidade de participar de mais compostos do que todos os demais elementos

químicos reunidos. Os compostos que contêm carbono são denominados “compostos orgânicos”, expressão de extrema importância, por constituir o ciclo da vida existente na Terra, apresentando indícios de substâncias produzidas por organismos vivos (animais ou vegetais).

Aichinger e Mange (1978) ressaltam que em 1858, o químico alemão August Kekulé estudou o carbono e enunciou uma teoria, aceita até o momento, que propunha para o átomo de carbono quatro ligações (valências) e que deveria ser representada por quatro

traços,  $\begin{array}{c} | \\ -C- \\ | \end{array}$  a qual chamou de “carbono tetravalente”. Outros elementos, tais como hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, que participam de ligações com átomos de carbonos têm valências diferentes. Por exemplo, H- (Hidrogênio); -O- (Oxigênio); -N= (Nitrogênio), F- (Flúor); Cl- (Cloro); Br- (Bromo); I- (Iodo); S= (Enxofre).

Segundo Feltre e Yoshinaga (1974, p. 27), “Kekulé estipula 04 valências para o carbono”, formando múltiplas ligações (simples, dupla e tripla).

$\begin{array}{c} | \\ \text{--- C ---} \\ | \end{array}$  Ligações simples: ocorrem com orbitais<sup>4</sup> de mesmo plano e são chamadas de ligações sigma ( $\sigma$ ).

$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{--- C} \\ \diagdown \end{array}$  Ligações duplas: a primeira ligação covalente entre dois átomos ocorre com orbitais de mesmo plano (ligação sigma), as demais ligações ocorrem com orbitais paralelos e são chamadas de ligações pi ( $\pi$ ).

$\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \text{C} \text{---}$  Ligação Tripla: neste tipo de ligação teremos duas do tipo pi ( $\pi$ ).

<sup>4</sup> De acordo com Solomons e Fryhle (2009) “Um orbital é uma região do espaço onde a probabilidade de se encontrar um elétron é grande” (p.18). Os orbitais são denominados *s*, *p*, *d* e *f*. No orbital “*s*” contém 2 elétrons, no “*p*” 6 elétrons, “*d*” 10 elétrons e no “*f*” 14 elétrons, no máximo.

Outros elementos, tais como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre, flúor, cloro, bromo e iodo, também podem vir a se ligar a átomos de carbonos. E por que isso ocorre? Porque o carbono está classificado na 14ª coluna, do 2º período da Classificação Periódica, portanto, o carbono é um elemento químico que está entre os metais e os não-metais, isto é, entre os elementos eletropositivos e os eletronegativos. Não sendo nem eletropositivo e nem eletronegativo, o carbono pode ligar-se ora a elementos eletropositivos (como o hidrogênio), ora a elementos eletronegativos (como o oxigênio).

Segundo a Classificação Periódica Moderna, os átomos ao receberem um “nome” e uma abreviação chamada “símbolo”<sup>5</sup> são denominados de elementos químicos, e para tornar visível suas propriedades químicas esses elementos são representados através de modelos atômicos que expressam o número de prótons ou atômico, nêutrons e elétrons. Esses números são fundamentais para identificação do átomo. Por exemplo, o elemento



químico representado pelo modelo atômico recebe o nome de “Hidrogênio” e um símbolo “H” e, em seu estado normal<sup>6</sup>, apresenta apenas um elétron em sua camada eletrônica, então, seu número atômico é igual a um.

Assim, como o modelo atômico é importante para representar a estrutura de um átomo, isto é, forma de visualização para representar um fenômeno a nível microscópico; o número atômico de um elemento químico corresponde ao número de prótons existentes no núcleo do átomo, ou seja, cada elemento químico tem um número atômico específico. Em outras palavras, podemos dizer que o número atômico é a identidade de cada átomo.

---

<sup>5</sup> Os símbolos foram introduzidos na Química pelo cientista sueco Jöns Jacob Berzelius, em 1813, para facilitar a escrita e a comunicação entre os químicos.

<sup>6</sup> O número de prótons é igual ao número de elétrons, isto é, ( $Z=P$ ). Portanto, o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas. No presente trabalho utilizou-se o átomo em seu estado normal.

Portanto, saber relacionar o elemento químico e seu símbolo, bem como o seu modelo atômico ao número atômico é fundamental, porque o número atômico posiciona o elemento químico na classificação periódica dos elementos, determinando o período, a coluna e a quantidade de elétrons distribuída nas camadas eletrônicas do átomo.

Dos elementos químicos participantes dos compostos de carbono, O “hidrogênio” sempre aparece nos compostos orgânicos típicos (são poucas as exceções, como por exemplo,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{C}_2\text{Cl}_6$ ,  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ); depois do hidrogênio, os elementos mais frequentes, em compostos orgânicos, são o “oxigênio” e o “nitrogênio”. Por esse motivo, o carbono, o hidrogênio, o oxigênio e o nitrogênio costumam ser chamados de “elementos organógenos”, que significa “elementos formadores de compostos orgânicos”. É comum encontrarmos, ainda, outros elementos químicos como “enxofre”, “fósforo”, “halogênios (flúor, cloro, bromo iodo) e até certos metais (como o ferro, o magnésio, entre outros) ligados a um átomo de carbono. Desse fato, resulta o costume de classificarem os compostos orgânicos em: compostos binários, quando encerram dois elementos químicos (C e H); compostos ternários, quando encerram três elementos químicos (C, H e O) e compostos quaternários, quando encerram quatro elementos químicos (C, H, O e N).

Segundo Feltre e Yoshinaga (1974), os átomos de carbono podem ligar-se entre si formando as cadeias carbônicas, que é o conjunto de todos os átomos de carbono e heteroátomos que formam a molécula do composto orgânico. Esses compostos orgânicos aparecem na natureza em uma quantidade muito grande; este fato se deve, em geral, à capacidade do carbono formar encadeamentos diversos. São esses encadeamentos que irão constituir a estrutura das moléculas das substâncias orgânicas.

A título de exemplificação, a Figura 8 representa um encadeamento de átomos de carbono.

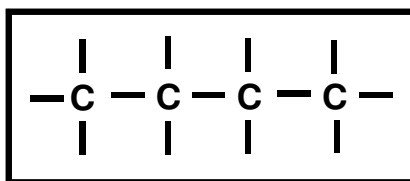


Figura 8. Encadeamento de átomos de carbono, ligados entre si.

Se um átomo diferente do carbono, por exemplo, se encontrar entre dois átomos de carbono, este será denominado de heteroátomo. A Figura 9 exemplifica um heteroátomo.

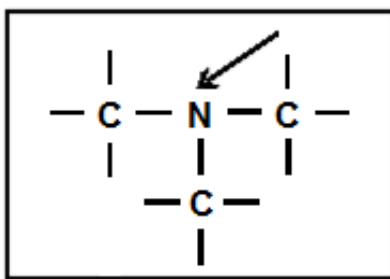
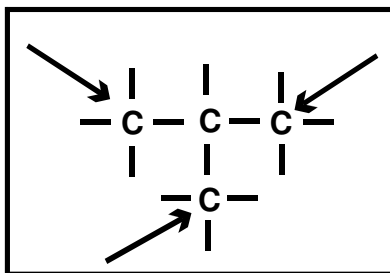


Figura 9. Encadeamento contendo um átomo de nitrogênio (heteroátomo) ligado no meio de átomos de carbono.

Segundo Feltre (2004), o átomo de carbono pode ser classificado de acordo com dois critérios: a posição do átomo de carbono e o tipo de ligação dos carbonos presentes em uma cadeia carbônica.

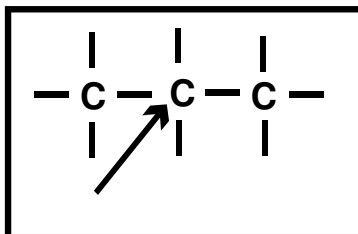
O primeiro deles é a posição dos átomos de carbono que se encontram na cadeia carbônica. Tais átomos podem ser classificados como primário, secundário, terciário e quaternário.

O carbono primário é aquele que está ligado, diretamente a um outro átomo de carbono apenas, conforme mostra a Figura 10.



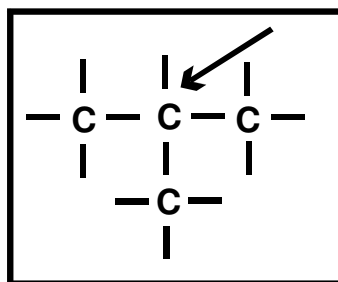
*Figura 10.* Encadeamento contendo três átomos de carbono primários, ligados a um outro átomo de carbono.

O carbono secundário é aquele átomo que está ligado, diretamente, a dois outros átomos de carbono apenas, conforme mostra a Figura 11.



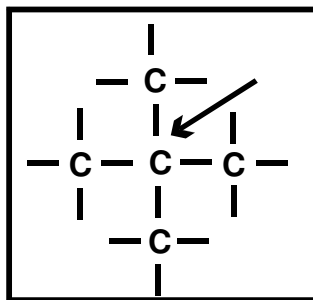
*Figura 11.* Encadeamento contendo um átomo de carbono secundário, ligado a dois átomos de carbono.

Já o carbono terciário é aquele que está ligado, diretamente, a três outros átomos de carbono apenas, conforme indica a Figura 12.



*Figura 12.* Encadeamento contendo um átomo de carbono terciário, ligado a três átomos de carbono.

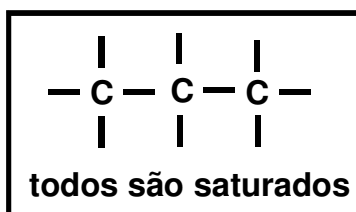
O carbono quaternário é aquele tipo de carbono que está ligado, diretamente, a quatro outros átomos de carbono, conforme é apontado na Figura 13.



*Figura 13.* Encadeamento contendo um átomo de carbono quaternário, ligado a quatro átomos de carbono.

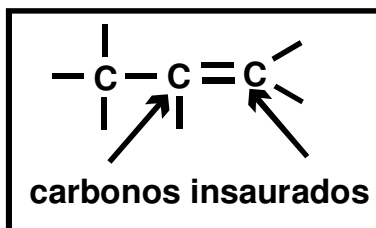
O segundo critério a ser mencionado é quanto ao tipo de ligação (simples, dupla ou tripla) do átomo de carbono na cadeia carbônica. Esses átomos de carbono podem ser classificados como: saturados e insaturados.

O carbono, que possui apenas ligações simples na cadeia carbônica, é denominado de carbono saturado, conforme mostra a Figura 14.



*Figura 14.* Encadeamento contendo átomos de carbono saturados, ligados entre si.

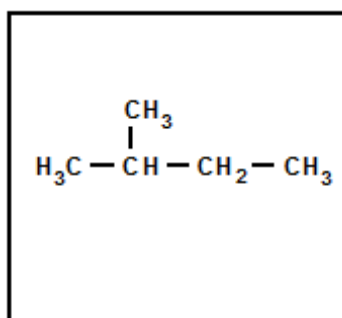
Já o carbono, que possui ligação dupla ou tripla na cadeia carbônica, é um carbono insaturado, conforme indica a Figura 15.



*Figura 15.* Encadeamento contendo dois átomos de carbono insaturados, ligados entre si.

Um dos aspectos importantes, destacado pela literatura da área é quanto ao tipo de extremidade da cadeia carbônica. Ou seja, a cadeia pode ou não apresentar extremidades livres, sendo denominada de cadeia aberta ou fechada.

As cadeias abertas ou acíclicas são cadeias que apresentam pelo menos duas extremidades livres e nenhum ciclo. Em outras palavras, é quando o encadeamento dos átomos não sofre nenhum fechamento, conforme exemplificado na Figura 16.



*Figura 16.* Representação de cadeia aberta ou acíclica, contendo ligações simples entre átomos de carbono.

De acordo com Feltre (2004) as cadeias abertas podem ser subclassificadas de acordo com os três critérios: disposição dos átomos, tipo de ligação e natureza dos átomos, cada qual podendo ser reestruturada em novos subgrupos.

A seguir, a especificação das cadeias abertas e fechadas, de acordo com os diferentes critérios.

- 1) Quanto à disposição dos átomos.

**Cadeia normal.** É aquela em que o encadeamento de carbonos segue uma sequência única, isto é, possui apenas duas extremidades livres, só aparecendo carbonos primários<sup>7</sup> e secundários<sup>8</sup>, conforme exemplifica a Figura 17.

<sup>7</sup> Carbono primário: é aquele ligado a um único átomo de carbono.

<sup>8</sup> Carbono secundário: é aquele ligado a dois átomos de carbono.

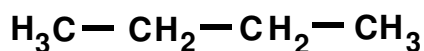


Figura 17. Representação de cadeia aberta normal, contendo ligações simples entre átomos de carbono.

**Cadeia Ramificada.** É aquela em que surgem ramos ou ramificações, ou seja, possui mais de duas extremidades livres e, além de carbonos primários e secundários, contêm-se carbonos terciários<sup>9</sup> e quaternários<sup>10</sup>, conforme exemplifica a Figura 18<sup>11</sup>.

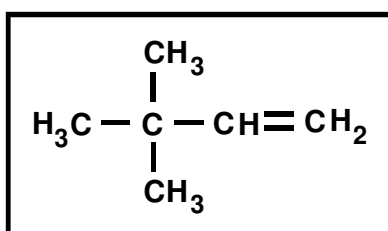


Figura 18. Representação de cadeia aberta ramificada, contendo ligações simples e uma dupla entre átomos de carbono.

2) Quanto aos tipos de ligação.

**Cadeia saturada.** Quando só existem ligações simples entre os átomos de carbono, conforme exemplificado na Figura 19.

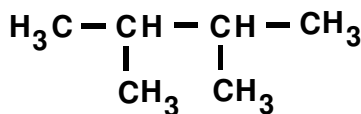


Figura 19. Representação de cadeia aberta saturada, contendo ligações simples entre átomos de carbono.

**Cadeia insaturada.** Além das ligações simples, aparecem ligações duplas ou triplas, ou seja, são cadeias que possuem pelo menos uma ligação dupla e/ou tripla entre átomos de carbono, conforme exemplificado na Figura 20.

<sup>9</sup> Carbono terciário: é aquele ligado a três átomos de carbono.

<sup>10</sup> Carbono quaternário: é aquele ligado a quatro átomos de carbono.

<sup>11</sup> Cadeia Ramificada não será trabalhada no presente estudo.

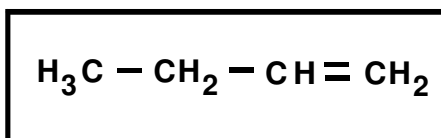


Figura 20. Representação de cadeia aberta insaturada, contendo uma ligação dupla entre átomos de carbono.

As cadeias fechadas ou cíclicas, também denominadas anel carbônico, são cadeias nas quais os átomos de carbono estão unidos formando um ciclo, conforme exemplificado na Figura 21.

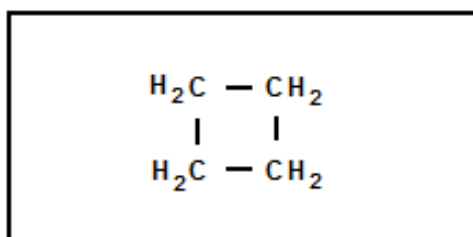


Figura 21. Representação de cadeia fechada, contendo ligações simples entre átomos de carbono.

As cadeias cíclicas podem ser subdivididas quanto à disposição dos átomos de carbono, ao tipo de ligação e à aromaticidade.

1) Quanto à disposição dos átomos de carbono.

**Homocíclica.** São cadeias carbônicas que possuem apenas átomos de carbono, isto é, não possuem o heteroátomo (átomo diferente do átomo de carbono), conforme exemplifica a Figura 22.

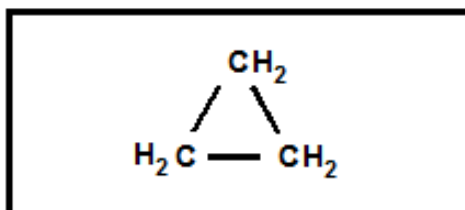


Figura 22. Representação de cadeia fechada homocíclica, contendo ligações simples entre átomos de carbono.

**Heterocíclica.** São aquelas cadeias que além de possuírem átomos de carbono, possuem, também, heteroátomo, no exemplo, o oxigênio, conforme exemplifica a Figura 23.

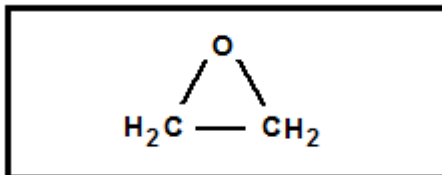


Figura 23. Representação de cadeia fechada heterocíclica, contendo ligações simples entre átomos de carbono e um heteroátomo.

2) Quanto aos tipos de ligação.

**Cadeia saturada.** Tal como nas cadeias abertas, são cadeias que apresentam apenas ligações simples entre átomos de carbono, conforme exemplifica a Figura 24.

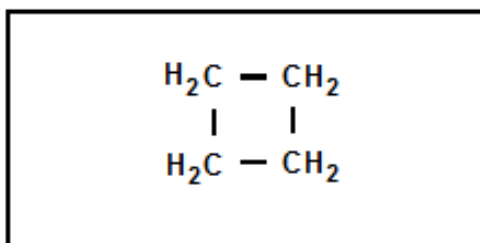


Figura 24. Representação de cadeia fechada saturada (contendo ligações simples) entre átomos de carbono.

**Cadeia insaturada.** Tal como nas cadeias abertas, são cadeias que possuem pelo menos uma ligação dupla entre átomos de carbono, conforme exemplifica a Figura 25.

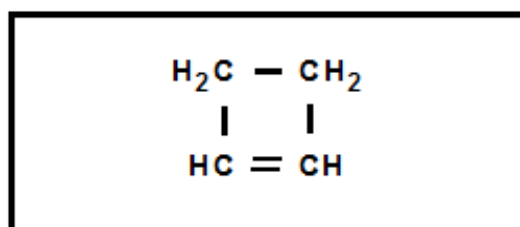


Figura 25. Representação de cadeia fechada insaturada (contendo uma ligação dupla) entre átomos de carbono.

### 3) Quanto à aromaticidade.

Para classificar as cadeias fechadas quanto à aromaticidade é preciso fazer referência ao “anel aromático”.

Segundo Feltre (2004), “Dentre as numerosas cadeias cíclicas que aparecem na Química Orgânica, uma das mais importantes é a que se denomina núcleo (ou anel) benzênico, nome proveniente do composto mais simples que apresenta esse anel – o benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)” (p 19).

De acordo com Feltre (2004), o anel benzênico forma os denominados compostos aromáticos. Assim, as cadeias carbônicas que possuem grupos benzênicos são denominadas de cadeias aromáticas.

A Figura 26 mostra o Benzeno, composto aromático, através de suas diversas representações.

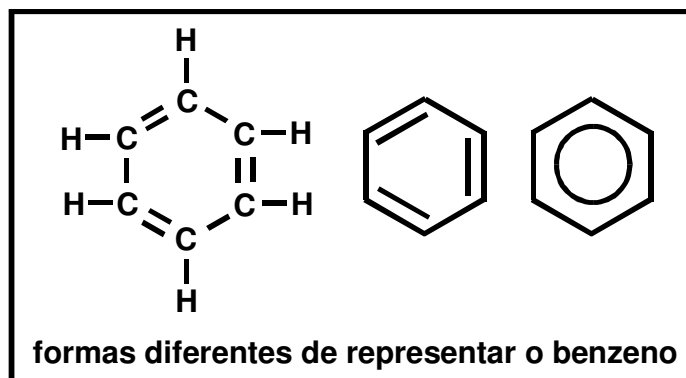
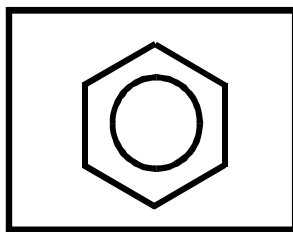


Figura 26. Diversas formas de representação do Benzeno, composto de cadeia fechada insaturada, contendo três duplas ligações e um anel aromático entre átomos de carbono.

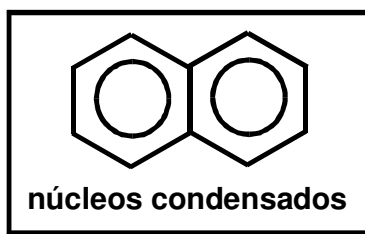
As cadeias fechadas podem ser classificadas, quanto à aromaticidade, em mononucleares e polinucleares.

**Mononucleares.** São aquelas cadeias fechadas que possuem apenas um único anel benzênico, conforme mostra a Figura 27.

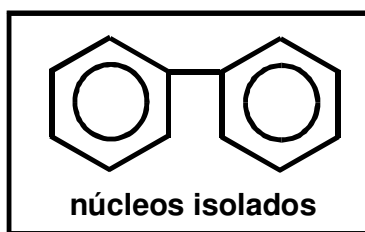


*Figura 27.* Representação do Benzeno, composto de cadeia fechada insaturada, contendo o anel aromático entre átomos de carbono.

**Polinucleares.** São cadeias fechadas que possuem mais de um anel benzênico. As cadeias polinucleares podem ter núcleos condensados, isto é, núcleos com anéis apresentando átomos de carbono comum, e núcleos isolados, cujos anéis não possuem átomos de carbono comum, conforme mostram as Figuras 28 e 29.



*Figura 28.* Representação de composto aromático polinucleares condensados (cadeia aromática contendo dois anéis benzênicos).



*Figura 29.* Representação de composto polinucleares isolados (cadeia aromática contendo dois anéis benzênicos isolados).

Essas diferentes formas de classificação das cadeias carbônicas são objeto do Ensino de Química Orgânica.

Neste ponto, faz-se as seguintes indagações: Como é possível ensinar e aprender conteúdos de Química Orgânica na escola? Quais as contribuições da Análise do Comportamento para auxiliar no esclarecimento do ensinar e do aprender na escola?

## **A perspectiva da Análise do Comportamento e o Ensino de Química**

Aprender é um processo contínuo e cotidiano na vida de qualquer indivíduo, segundo Carmo (1994), “... não se restringindo, portanto, a situações pedagogicamente definidas em sala de aula (p. 50)”. Conforme Zanotto, Moroz e Gióia (2000), diz-se “... que há aprendizagem quando alguém (um ser humano ou um outro animal) passa a fazer algo que não fazia anteriormente ou que fazia de modo não eficiente, antes de passar pela situação de aprendizagem (p. 228)”. Quando a aprendizagem ocorre, o indivíduo enriquece o seu repertório de comportamentos, adquirindo um novo, ou modificando um pré-existente. Assim, pode-se considerar a aprendizagem como um processo de aquisição de conhecimentos e habilidades, quando realmente existe aprendizado, ocorrem mudanças no modo de agir do indivíduo.

Para Skinner (1978), o indivíduo é um ser ativo uma vez que sua ação produz consequências no ambiente. Portanto, a interação entre o organismo e o ambiente é fundamental porque o organismo, ao se comportar, produz alteração ambiental que retroage sobre o próprio comportamento, já que é alterada a probabilidade de uma nova ocorrência do comportamento no futuro, ou seja, agimos sobre o mundo em função das consequências criadas por nossa ação. Assim, o aprendiz precisa operar (isto é, ser ativo) para que a aprendizagem ocorra.

Em nossa sociedade, as aprendizagens são viabilizadas através de diversas organizações culturais, tais como a religião, a família, a escola, entre outras; esta última, segundo a visão skinneriana é a agência encarregada pela sociedade com a tarefa de ensinar as novas gerações. Daí, Skinner (1974) ao se referir à educação, afirma que é sua função o “estabelecimento de comportamentos que serão vantajosos para o indivíduo e para os outros em algum momento futuro” (p. 226). Conforme Zanotto, Moroz e Gióia

(2000) destacam, o ensino será eficiente se o aluno aplicar os conhecimentos aprendidos no âmbito escolar, fora dos muros da escola, em outra ocasião e sem a presença de professor.

Embora a aprendizagem ocorra informalmente, ao se falar em educação formal, aquela gerada no seio da instituição escolar, é imprescindível fazer referência a importância do processo de ensino para que o aprendiz adquira os conhecimentos e habilidades necessários à sua sobrevivência e à da sociedade.

Zanotto (2004) ressalta que a instituição escolar tem um papel diferenciado, quando diz:

Compete explicitamente à instituição educacional a tarefa de garantir ao aluno uma formação que lhe propicie o acesso aos conhecimentos socialmente acumulados e a aquisição dos comportamentos de autogoverno, capacitando-o a atuar sob novas contingências e a agir com sucesso em relação ao mundo, em um tempo futuro. Por isso é que a educação, de modo diferente de outras agências, se constitui uma instituição social que requer de seus agentes, de modo especial os professores, o domínio de um vasto conjunto de conhecimentos científicos sobre o mundo físico, social e sobre o comportamento humano, de modo a responder pelo ensino formal e sistemático de modo eficiente (p. 36).

Portanto, a escola almejada possui objetivos educacionais voltados a desenvolver conhecimentos e habilidades do aprendiz, levando-o ao amadurecimento intelectual e preparando-o para o exercício da cidadania.

Quando consideramos a educação formal, o ensino e a aprendizagem deveriam ser indissociáveis. Como salienta Skinner (1968/1972), quem ensina deve oferecer condições para que ocorra aprendizagem; assim, tem-se como pressuposto que a consequência do ensinar deva ser o aprender.

O ensino consiste em arranjar condições que produzam os comportamentos desejados e, portanto, cabe a quem ensina, decidir antecipadamente, as condições que levem o educando ao comportamento desejado.

Ensinar é fornecer as condições especiais, portanto é preciso planejar o ensino. Zanotto (2000) enfatiza a importância do caráter planejado do ensino, isto é, “como e o que ensinar hoje, sob contingências artificialmente planejadas, de modo que o aluno aprenda comportamentos que possam ser úteis num tempo futuro, sob contingências naturais (p. 58)”.

Atualmente, há uma grande preocupação por parte dos educadores “sobre o que se quer ensinar”. A explicitação do que se quer ensinar se faz, no processo formal do ensino, por meio da colocação de objetivos e é em geral considerada uma das tarefas primordiais em educação. Assim, cabe a quem ensina estabelecer os objetivos educacionais claros.

Para Skinner (1968/1972), os objetivos de ensino devem ser expressos em termos comportamentais do aluno, deve conter, em sua formulação, a explicitação das ações que o aluno deverá ser capaz de emitir, de modo a possibilitar o estabelecimento das condições que as promovam. Ele defende que, para ser eficaz, o ensino deve ser uma ação planejada, tanto em termos de definição de comportamentos a serem estabelecidos, quanto em termos das condições necessárias ao seu estabelecimento.

Assim, um passo fundamental do planejamento é definir, claramente, o que o aluno deverá ser capaz de realizar após passar pelo processo de ensino. É isto que se quer enfatizar ao se defender a necessidade de objetivos bem definidos.

Além definir os objetivos claramente, Zanotto, Moroz e Gioia (2000) destacam a necessidade de o professor identificar o repertório do aluno, isto é, ressaltam a importância de avaliar o repertório de entrada. Conforme afirmam:

Quando dizemos que o professor deve tomar o aluno como ponto de partida de seu planejamento de ensino estamos querendo dizer que é necessário que o professor conheça minimamente esse aluno: o que ele já sabe, o que é capaz de fazer, quais suas dificuldades e facilidades, do que esse aluno gosta e do que ele não gosta, o que ele deveria saber para conseguir aprender aquilo que o professor pretende ensinar... No entanto, o conhecimento do professor a respeito do aluno não pode se restringir a um diagnóstico que antecede o planejamento; deve, ao contrário, expressar uma preocupação constante do professor em observar seu aluno de modo a obter as informações necessárias para avaliar não só o aluno, mas o próprio planejamento do ensino, ou dando continuidade a ele ou refazendo-o em decorrência dos comportamentos que o aluno for apresentando em seu processo de aprendizagem. Assim, as dúvidas, as dificuldades, os acertos, os erros do aluno devem servir de “pistas” para o professor ir, sistematicamente, revendo e refazendo seu trabalho. Não cabe, portanto, pensar em planejamento de curso como uma atividade que se realiza na semana que antecede o início de um ano letivo e cujo produto só é retomado pelo professor na semana do planejamento do ano letivo seguinte (p. 230 – 231).

Sendo assim, o professor ao diagnosticar o repertório do aluno e sabendo exatamente quais são os objetivos que privilegia, isto é, o que deseja alcançar na sua programação de ensino, pode fazer uso eficiente dos recursos didáticos, planejando as condições que possibilitem uma interação produtiva do aprendiz com o conhecimento a ser adquirido, isto é, planejando e executando as condições instrucionais para a aprendizagem eficiente e sem dificuldades para o aluno.

Uma condição instrucional importante é oferecer oportunidade para o aluno agir, sendo fundamental que o professor dê feedback, valorizando a atuação correta do aluno, isto é, quando essa se aproxima dos objetivos propostos e, fornecendo dicas corretivas quando se fizerem necessárias.

Ao agir e ser conseqüenciado, o aluno alterará o comportamento na direção planejada pelo professor.

Outra condição intencional importante é o respeito ao ritmo do aluno. O professor deve planejar atividades não apenas considerando o fato de alunos aprenderem em tempos diferentes, mas também o fato de que alguns alunos podem necessitar de condições extras para aprender.

Ainda, uma condição instrucional importante é minimizar a ocorrência de erros, durante o processo de aprendizagem. Ao planejar as condições instrucionais, o professor pode organizar o conteúdo, indo do mais simples ao mais complexo, propondo pequenos passos e introduzindo os novos passos somente quando o aluno demonstrar que aprendeu o passo ensinado.

Stoddard, De Rose e McIlvane (1986) argumentam que mesmo a aprendizagem de comportamentos complexos pode ocorrer sem erros, minimizar sua ocorrência é importante porque os erros podem prejudicar o desempenho posterior, inclusive prejudicando o que já foi aprendido previamente, assim acarretando efeitos nocivos à aprendizagem

Stoddard, De Rose e McIlvane (1986) mostraram que depois de uma série de erros o participante passou a cometer muitos erros e omissões nas mesmas atividades em que, anteriormente, ele se desempenhava de forma satisfatória. Foram necessárias 26 sessões para recuperar o desempenho deficitário nessas atividades.

Em suma, os argumentos colocados pelos autores são no sentido de planejar a aprendizagem minimizando a possibilidade de erros e melhor ainda, promovendo a aprendizagem sem erros.

Se as condições instrucionais indicadas estiverem presentes, o processo ensino-aprendizagem muito provavelmente ocorrerá num contexto reforçador, tanto para o aluno quanto para o professor. Conforme salientado por Zanotto (2004), é possível propor procedimentos de ensino que levem a “... aprendizagem produtiva e prazerosa, sem os inconvenientes das práticas aversivas, tão presentes na sala de aula” (p. 41). Ou como ressaltam Zanotto, Moroz e Gióia (2000):

Mas é sempre tempo de planejar contingências diferentes. É exatamente isto o que estamos defendendo: usar os conhecimentos que temos sobre o planejamento de contingências para tornar o aprender um ato prazeroso para o aluno e o ensinar um trabalho mais gratificante para o professor. Só assim conseguiremos fazer da escola uma verdadeira instituição educativa para a qual afluem com alegria, e da qual não fogem e nem são proscritos, os educandos (p. 237).

Tendo por referência o proposto por Skinner, analistas do comportamento têm realizado pesquisas sobre o ensino de conhecimentos e habilidades, com expressivos resultados do aprendizado do aluno, parte dessas pesquisas tem se pautado no modelo de equivalência de estímulos.

O trabalho tido como referência dos estudos de equivalência foi realizado por Murray Sidman, em 1971. Ele verificou a aquisição de leitura e escrita de um indivíduo com deficiência mental. Os estudos desse pesquisador conduziram à posterior implementação de uma área de pesquisa referida como equivalência de estímulos, como relata Barros (1996), “... muitos estudos têm sido conduzidos no sentido de compreender

melhor esse fenômeno da equivalência de estímulos e buscar aplicação para esse conhecimento” (p. 11).

Sidman (1971) trabalhou com um jovem de 17 anos com sério comprometimento cognitivo. Esse jovem já vinha recebendo tratamento institucional voltado às suas necessidades, sendo capaz de identificar figuras, cores e números impressos a partir do ditado dos nomes das figuras, das cores e dos números, também podia nomear as figuras em voz alta.

Sidman (1971) utilizou em seu experimento as seguintes modalidades de estímulos: palavras ditadas (classe de estímulos auditivos, denominada A), imagens ou figuras correspondentes às palavras (classe de estímulos visuais, denominada B) e palavras impressas ou escritas (classe de estímulos visuais, denominada C). Ensinou a relação AC (palavra ditada-palavra impressa) e testou se ocorria a emergência das relações BC e CB e do operante textual (denominado D), conforme Figura 30.

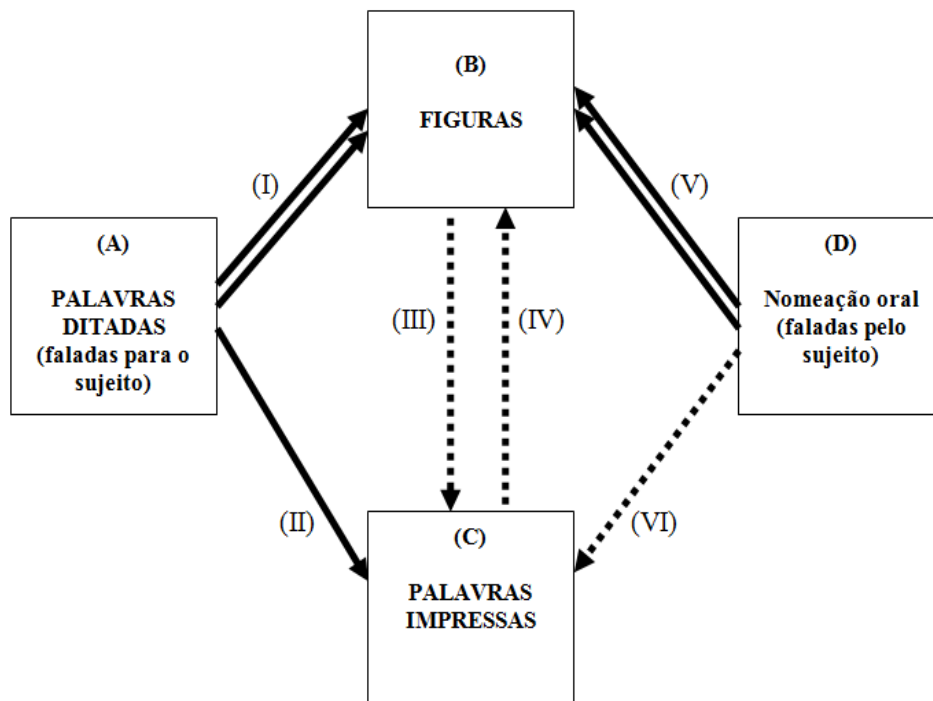


Figura 30. Diagrama do experimento realizado por Sidman (1971).

Nota: Setas preenchidas duplas são relações já adquiridas pelo indivíduo, seta preenchida única é a relação ensinada e setas pontilhadas são relações avaliadas. Retirado do estudo de Sidman (1971).

Sidman (1971) utilizou o pareamento de acordo com o modelo (Matching-To-Sample ou MTS), um procedimento que consiste na apresentação de um estímulo-modelo e de pelo menos dois estímulos de comparação. Neste procedimento, o estímulo-modelo e dois ou mais estímulos de escolha são apresentados ao participante, simultânea ou sucessivamente, sendo que o reforço é contingente à indicação (apontar ou tocar) de um determinado estímulo de escolha definido como correto. O estímulo de comparação, cuja escolha tem como consequência a apresentação de um estímulo reforçador, pode ser alterado, estando a nova escolha condicionada à presença e às propriedades ou características do estímulo modelo.

Por exemplo, pode-se ditar para uma criança a palavra “sapo” (estímulo-modelo, denominado *A*) e apresentar as figuras de um gato, um sapo e um rato (estímulos de escolha, denominados *B*). Espera-se que a criança aponte uma das figuras. As respostas na figura do sapo são reforçadas, até que o desempenho da criança na tarefa chegue aos níveis de acerto estabelecidos. Diz-se, então, que a criança aprendeu a relacionar o estímulo auditivo “sapo” com a figura do sapo, ou também que aprendeu a “relação *AB*”.

Sidman (1971) ensinou a relação *AC* (palavra falada pelo experimentador e palavra impressa). Após o ensino dessa relação, avaliou o efeito desse ensino e verificou que houve a emergência da nomeação de palavras (relação *CD*) e a compreensão da leitura (relação *BC* e *CB*). Em outras palavras, o autor obteve como resultado a emergência de novas relações não ensinadas, referentes à compreensão (relações *BC*, *CB*), e à leitura oral (relação *CD*). Portanto, ocorreu leitura não apenas no aspecto da decodificação, mas também da compreensão. Sidman (1971) demonstrou que houve emergência de novos comportamentos, e afirmou que, após o ensino, as palavras faladas, as imagens/ figuras e as palavras escritas tornaram-se equivalentes.

Sidman e Tailby (1982) propuseram o modelo de equivalência de estímulos, que pode ser descrito como uma rede de relações produzida a partir do ensino de relações condicionais. De acordo com os autores, quando no mínimo duas relações condicionais, que tem um elemento em comum são estabelecidas, é possível observar também a emergência de novas relações que não foram diretamente ensinadas. É preciso verificar, então, se os estímulos se tornaram equivalentes.

Sidman e Tailby (1982), a partir da definição matemática de equivalência, estabeleceram que há equivalência entre estímulos, isto é, os estímulos tornam-se substituíveis uns pelos outros no controle de um comportamento operante, se ocorrerem relações não treinadas de reflexividade, simetria e transitividade.

Para a apresentação de exemplos ilustrativos de tais relações, será utilizado o conteúdo de Química. Por se tratar de um contexto de química, serão utilizados os conjuntos: (A) Palavra Impressa - nome do elemento químico; (B) Imagem - modelo atômico do elemento químico; (C) Símbolo - representação simbólica do elemento químico, conforme Figura 31 a seguir:

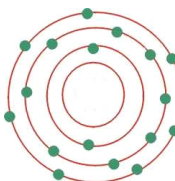
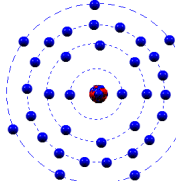
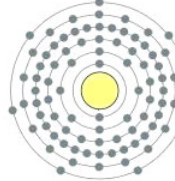
(A) Palavra Impressa	Cloro	Bromo	Astato
(B) Imagem			
(C) Símbolo	Cl	Br	At

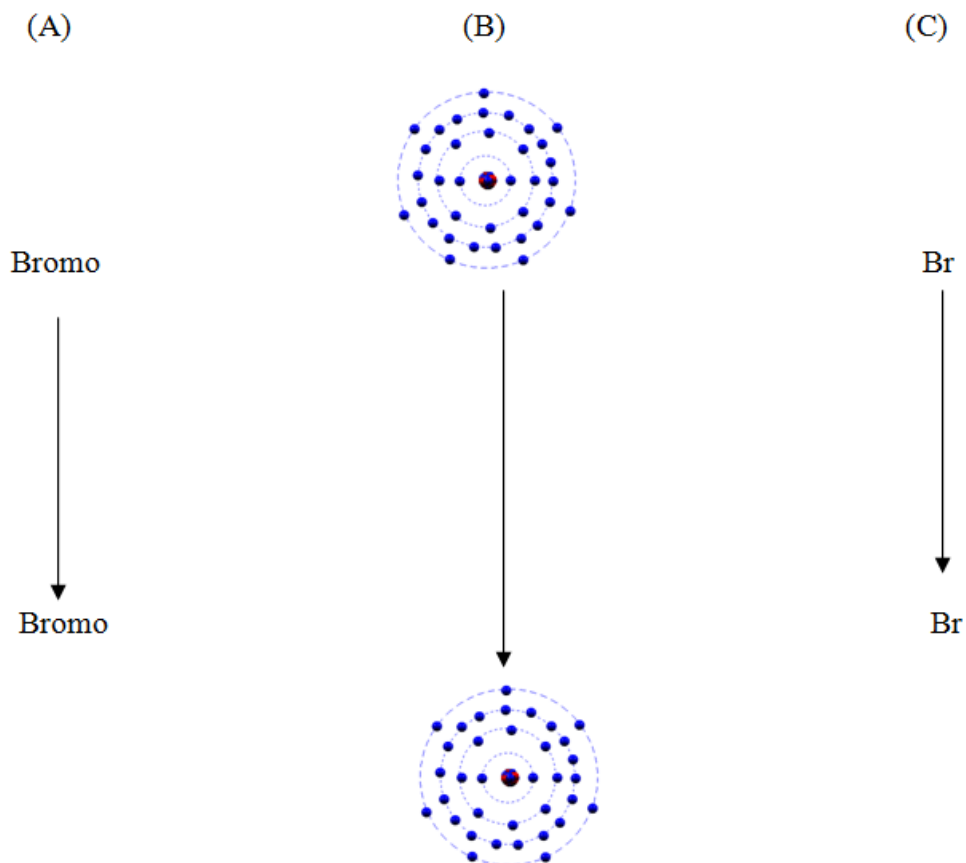
Figura 31. Exemplo de estímulos visuais (Palavra Impressa, Imagem e Símbolo).

O conjunto A (Palavra Impressa) é composto pelos nomes A1 (Cloro), A2 (Bromo), A3 (Astato); o conjunto B (Imagem) é composto pelas figuras B1 (modelo atômico do

cloro), B2 (modelo atômico do bromo) e B3 (modelo atômico do astato); e, finalmente, o conjunto de estímulos C (Símbolo) é formado pelos símbolos C1 (Cl), C2 (Br), C3 (At).

De acordo com Sidman e Tailby (1982), a propriedade de *reflexividade* implica que qualquer elemento deve ser igual a ele mesmo. A reflexividade ou identidade é caracterizada pelo pareamento de estímulos idênticos. Portanto, “se A1 então A1” ou “se Bx então Bx”.

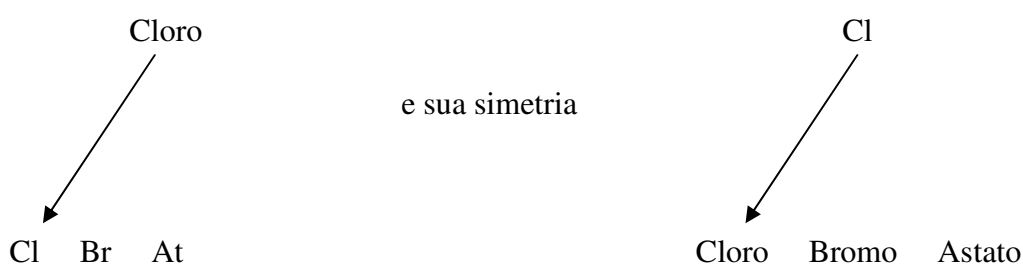
No exemplo de química, diz-se, por exemplo, que há reflexividade quando a palavra impressa, o modelo atômico do elemento químico ou o símbolo é pareado com a idêntica palavra impressa, modelo atômico ou símbolo (relação AA, BB, CC).



A propriedade de reflexividade, de acordo com Barros (1996), é a relação entre estímulos a partir da similaridade física. A relação de identidade difere das relações simétricas e transitivas arbitrárias (ou simbólicas), pois a base de escolha não é o atributo físico dos estímulos. A *simetria* diz respeito à reversibilidade entre estímulo-modelo e comparação: demonstram-se relações de simetria quando as funções do estímulo-modelo e estímulo de comparação são intercambiáveis entre si. Segundo De Rose (1993), a relação é simétrica se a validade de “A” em relação a “B” implicar necessariamente a validade de “B” em relação a “A”. Assim, pode-se dizer que uma relação simétrica continua válida se a função dos estímulos (modelo e comparação) é invertida.

A relação de simetria emerge a partir do ensino explícito de uma relação arbitrária. Por exemplo, se ensinada a relação palavra impressa e símbolo (Bromo-Br), é possível verificar se há o surgimento ou a emergência da simetria desta relação, isto é, a relação inversa símbolo-palavra impressa (Br-Bromo).

Ainda tendo como exemplo a química: se **Cloro** (A1) for relacionado com **Cl** (C1), então **Cl** (C1) relaciona-se com **Cloro** (A1).



Em relação à transitividade, é necessário o treino de duas relações condicionais, com um elemento em comum entre ambas. Conforme De Rose (1993), dizemos que uma relação é transitiva quando dada a validade das relações AB e BC, a relação AC também é válida, por transitividade deveria emergir a relação AC.

Usando o exemplo em química, ensina-se a relação entre o estímulo “A” (Palavra Impressa: nome do elemento químico) e o estímulo “B” (Imagem: modelo atômico do elemento químico) e entre o estímulo “B” e o estímulo “C” (Símbolo: representação simbólica do elemento químico). Após o treino, testa-se se há emergência da relação AC (palavra impressa-símbolo), relação de transitividade. Para se demonstrar que os estímulos se tornaram equivalentes, é preciso verificar, também, se há emergência da relação simétrica da relação transitiva, no caso a relação CA (símbolo-palavra impressa).

Em suma, a equivalência entre estímulos, segundo Sidman e Tailby (1982), será comprovada se essas três propriedades estiverem presentes, significando que estímulos pertencentes a grupos diferentes exercem controle similar sobre a resposta do indivíduo. Como ressaltado por Sidman (1986), “Se, portanto, a equivalência emergiu de unidades de quatro termos explicitamente construídas, os sujeitos mostrar-se-ão capazes de fazer discriminações condicionais adicionais que jamais foram explicitamente ensinadas a ele” (p. 10)<sup>12</sup>.

Como salientado por Barros (1996), o fenômeno da equivalência encontra-se no estabelecimento de uma espécie de relação semântica entre símbolos (palavras ou não) e os eventos aos quais esses símbolos se referem. Barros, Galvão, Brino e Goulart (2005) salientam que ao menos parte do que tem sido chamado de comportamento simbólico caracteriza-se como comportamento controlado por relações entre estímulos arbitrariamente relacionados (símbolos e seus referentes) e substituíveis entre si (ou seja,

---

<sup>12</sup> Catania (1999) define a discriminação condicional como sendo aquela “em que o reforço do responder na presença de um estímulo depende de (é condicional a) outros estímulos (...). Os procedimentos de discriminação condicional envolvem contingências de quatro termos (...) (p. 396)”. Portanto, as contingências planejadas em uma tentativa de treino envolvendo procedimentos de MTS envolvem estímulo condicional – estímulo discriminativo – resposta – estímulo reforçador.

equivalentes) de tal maneira que o símbolo e seu referente podem exercer a mesma função no controle de repertórios específicos do indivíduo.

De acordo com Barros et al (2005):

Assim, uma definição possível para o comportamento simbólico pode estar baseada na característica de substitutabilidade que símbolos e seus referentes mantêm entre si, apesar de serem claramente distintos (Bates, 1979). Palavras e outros símbolos, por exemplo, mantêm uma relação de substitutabilidade com os eventos aos quais estão arbitrariamente relacionados (Sidman, 1994 – introdução). Uma criança que aprendeu a citar pelo nome cada um de seus dois irmãos gêmeos pode, sem nenhum ensino adicional, classificar as peças de vestuário associadas a cada um deles de acordo com os mesmos nomes. O fato de as pessoas e as peças de vestuário, uma vez arbitrariamente associadas, se tornarem substituíveis no controle do repertório de classificação ou nomeação sugere comportamento simbólico (p. 16).

É possível afirmar que pelo menos parte do comportamento simbólico nos seres humanos é decorrente de relações de equivalência entre estímulos (emergência de novas relações não ensinadas a partir do intercâmbio entre estímulos).

A partir de estudos pautados no modelo de equivalência de estímulos, os analistas do comportamento têm dado sua contribuição para a educação. Esses estudos experimentais demonstraram que, com a aplicação desse modelo pode-se ensinar, com alto grau de produtividade, diferentes repertórios.

No Brasil, o modelo de equivalência de estímulos tem sido amplamente utilizado para investigar o ensino de habilidades acadêmicas, como leitura (Medeiros & Silva, 2002; Hanna, De Souza, De Rose & Fonseca, 2004; Leite & Hübner, 2009; Melo & Serejo, 2009; Amorese & Haydu, 2010; Medeiros, 2011; Fernandes & Moroz, 2011; Ponciano &

Moroz, 2012), escrita (Medeiros, Fernandes, Pimentel & Simone, 2004; Medeiros, Vettorazi, Kliemann, Kurban & Mateus, 2007; Sudo, Soares, Souza & Haydu, 2008), matemática (Haydu, Costa & Pullin, 2006; Tulon, 2008; Rossit & Goyos, 2009), arte (Silva, 2010), concordância verbal (Cezar, 2010), música (Batitucci, 2007; Reis & De Rose, 2009; Machado & Borloti, 2009).

No campo da Química, no entanto, não há estudos suficientes com base no modelo de equivalência, tanto no Brasil como no exterior, que mostrem os efeitos no aprendizado de comportamentos e conteúdos importantes para esse campo. O único estudo encontrado foi o de Ferro (1993), pesquisador espanhol, que teve como proposta verificar se a ocorrência de relações de equivalência permitiria ao participante formular uma *regra* sobre um conteúdo de Química, com tarefa ensinada no contexto escolar.

Segundo Ferro (1993), o modelo explicativo de equivalência de estímulos pode ser utilizado no ensino de química, o qual pode ser analisado como uma rede de repertórios interligados e adquiridos mediante relações de equivalência.

O estudo de Ferro (1993) teve como objetivos ensinar não somente o conceito de metais e não-metais, por meio das relações de equivalência, mas também verificar se o aluno estabelece uma *regra* de forma *intraverbal*, verificando, assim, se as relações de equivalência seriam condição suficientes para produzir uma *regra* sobre o conceito/ conteúdo químico abordado. No trabalho de Ferro (1993) foram abordados os conteúdos referentes aos: Metais (SI) [*Alcalinos(A)*, *Alcalinoterreos(B)*, *Terreos(C)* e *Transición(D)*] e suas Características [sólidos em temperatura ambiente, bons condutores (X)]; Não-Metais (NO) [*halógenos(AA)*, *anfígenos(BB)*, *carbonoideos(CC)* e *Nitogenoideos(DD)*] e suas Características [líquidos a temperatura ambiente, maus condutores (Z)].

Ferro (1993) utilizou cartões compostos por quatro estímulos textuais: um estímulo-modelo que se encontrava na parte superior e três estímulos de comparação, que estavam na parte inferior do cartão. Os estímulos de comparação eram: um estímulo que devia ser relacionado ao estímulo-modelo, um estímulo que não estava relacionado com o estímulo-modelo e um estímulo que era irrelevante.

A Figura 32 exemplifica um cartão utilizado no estudo de Ferro (1993).

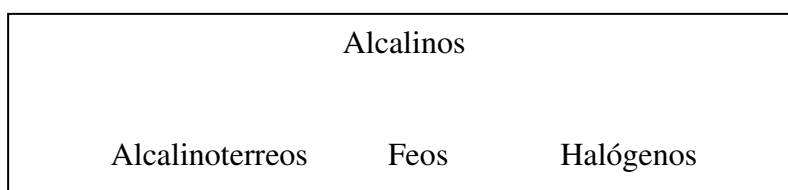


Figura 32. Exemplo de cartão utilizado por Ferro (1993).

Nota: Figura retirada do estudo de Ferro (1993).

Foram ensinadas as seguintes relações: *AB*, *BC* e *CD* (referentes aos metais). Foi avaliada a emergência das seguintes relações na ordem indicada: *AC*, *BD*, *AD*, (*transitivas*) *BA*, *CB*, *DC* (*simétricas*), *CA*, *DB*, e *DA*. (simetria da transitividade ou Equivalência).

Depois, foram ensinadas as seguintes relações: *AABB*, *BBCC* e *CCDD* (referentes aos não-metais). Foi avaliada a emergência das seguintes relações na ordem indicada *AACC*, *BBDD*, *AADD*, *BBAA*, *CCBB*, *DDCC*, *CCAA*, *DDBB* e *DDAA*.

Ainda, foram ensinadas as seguintes relações: *AX* e *ZAA*. Na avaliação, foram testadas as seguintes relações: *XB*, *XC*, *XD*, *ZBB*, *ZCC* e *ZDD* nesta ordem.

Foram ensinadas as relações *SIX* e *NOZ* (conceito e suas características). Foram avaliadas as seguintes relações: *SIA*, *SIB*, *SIC*, *SID* (conceito-metal), *NOAA*, *NOBB*, *NOCC* e *NODD* (conceito-não metal). Também foram avaliadas as seguintes relações *AX*, *BX*, *CX*, *DX* (metal-características), *AAZ*, *BBZ*, *CCZ*, e *DDZ* (não metal-características).

Ferro (1993) utilizou o modelo de equivalência como referência na proposição de uma programação para ensinar um conceito, relacionando seu nome às suas características aos elementos representativos do conceito. Ensinou algumas relações condicionais e verificou que houve emergência de relações não ensinadas, produzindo-se classes de equivalência.

No entanto, ao testar a possível formação da regra relativa aos conceitos trabalhados, o autor verificou que a emergência de relações de equivalência não garantiu o surgimento de regras sobre o conceito e suas características.

O trabalho de Ferro (1993) é o que mais se aproxima do presente estudo, cujo foco é o ensino de conceitos de química por meio de relações condicionais, utilizando o modelo de equivalência como base do planejamento das atividades de ensino.

Um diferencial da presente proposta, em relação ao estudo de Ferro (1993), está no contexto de aplicação do procedimento de ensino. Pereira (2009), ao analisar a produção brasileira sobre estudos que envolvem o modelo de equivalência de estímulos e o ensino de leitura, entre 1989 e 2007, aponta entre outros aspectos que as pesquisas realizadas por analistas do comportamento se distanciam da realidade de sala de aula em dois aspectos: o número de participantes e o tipo de sessões. Segundo Pereira (2009), a maior parte das pesquisas são realizadas com um número inferior a 10 sujeitos e em sessões individuais, nas quais somente o pesquisador e um participante estão presentes. Encontram-se poucos trabalhos, que enfocam a aquisição de habilidades acadêmicas, foram realizados em contexto coletivo (dentre eles podendo ser citados os de César, 2009; Cezar, 2010; Coimbra, 2010; Medeiros, 2011; Fernandes & Moroz, 2011). Em suma, são poucos os estudos realizados em espaço coletivo, o que remete a novas realizações de pesquisas. É a partir dessa constatação que o presente trabalho foi proposto. O procedimento de ensino foi aplicado em um grupo de alunos em contexto coletivo. Ou seja, embora os alunos

trabalhassem em ritmo próprio, atendendo-se às suas necessidades específicas, eles o fizeram ao lado de outros colegas, conforme ocorre no cotidiano escolar.

Diferentemente de Ferro (1993), o presente estudo utilizou um software educativo. Devido ao número elevado de alunos nas salas de aula, principalmente nas escolas públicas brasileiras, as atividades de ensino frequentemente não levam em conta o ritmo de aprendizagem dos alunos, além disso, os professores dificilmente conseguem disponibilizar consequências para as respostas emitidas pelos diferentes estudantes. Considera-se que o software pode ser utilizado pelo professor, para desenvolver as atividades de ensino, o que foi feito também no presente trabalho.

Goyos e Almeida (1996) criaram o software Mestre® destinado a professores e demais educadores que atuam na área da educação, podendo ser utilizado na pré-escola, ensino fundamental e educação especial. Segundo Goyos (2004), “O Mestre® foi desenvolvido com o objetivo de servir como uma ferramenta aberta de auxílio ao ensino de habilidades acadêmicas diversas para crianças a partir da idade de três anos.” (p. 288). Permite o trabalho com relações entre diferentes tipos de estímulos - sons, imagens, palavras impressas e conjunto de letras. O programa, por ser uma ferramenta de apoio, permite ao professor criar diversas atividades de acordo com as necessidades do aprendiz, para tanto, a programação de ensino no Mestre® precisa apoiar-se na avaliação diagnóstica do repertório do aluno, ou seja, é importante que o professor avalie o repertório de entrada do aluno para respeitar seu ritmo de aprendizagem (Moroz & Rubano, 2007). Com esse instrumento o educador pode criar tarefas, o que é destacado no próprio manual de instrução.

No final deste manual, algumas sugestões de conteúdo de ensino são apresentadas em lições demonstrativas. Para explorar plenamente todas as capacidades do Mestre®, é imprescindível que o educador conheça as necessidades de

aprendizagem da criança. Como decorrência, o conteúdo específico de ensino deve ser definido pelos educadores, pais, professores, ou demais técnicos em educação que estejam trabalhando com a criança. Neste sentido, essas pessoas serão os usuários intermediários do software, e a criança, o aprendiz, que será o usuário final (p. 288).

As tarefas são apresentadas sempre por um estímulo modelo na metade superior do monitor. Havendo um único estímulo modelo, assim que o aluno emite uma resposta de observação a esse estímulo através de *mouse*, teclado ou toque na tela do monitor os estímulos de comparação são apresentados na metade inferior do monitor. Havendo mais de um estímulo modelo, o primeiro estímulo modelo é apresentado; assim que o aluno emitir a resposta de observação a esse estímulo, o próximo estímulo modelo é apresentado e, assim por diante, até que seja apresentado o último estímulo modelo da tentativa. Então, a resposta de observação a esse último estímulo modelo é seguida da apresentação dos estímulos de comparação. O tempo entre a apresentação dos estímulos e a resposta do aluno a um desses estímulos é armazenado como latência de resposta. As tarefas executadas pelos alunos são salvas pelo programa e as informações de cada tentativa (nome do aluno, nome da tarefa, data, hora de início e de término da tarefa, resposta e latência de resposta em cada tentativa, latência esperada e se houve ou não consequência fornecida pelo computador em cada tentativa) podem ser obtidas pelo professor a partir de um relatório do desempenho do aluno em cada atividade.

A partir do estudo de Elias (2007), uma nova versão do software *Mestre*® - o *MestreLibras* (Elias & Goyos, 2010) - foi desenvolvida trazendo a possibilidade de utilização de vídeos digitais, de criação automática de tarefas, bem como de tarefas envolvendo a linguagem de sinais. No *MestreLibras*, respostas corretas são consequenciadas (aparece a animação de uma moeda entrando em um cofre no formato de

um porco); após as respostas incorretas, a tela escurece por alguns segundos.

Ainda na fase de teste, o MestreLibras foi utilizado no estudo de Tulon (2008), que com base no modelo de equivalência de estímulos elaborou e testou uma proposta de ensino de frações. Também no ensino de leitura, Coimbra (2010) utilizou-se da versão inicial do software MestreLibras (Goyos, Elias & Ribeiro, 2005). No presente estudo, utilizou-se a última versão do software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010).

Estudos que utilizaram o software Mestre® enfatizaram benefícios que vão ao encontro das considerações citadas por Skinner (1968/1972), ou seja, o fato de os alunos poderem realizar as atividades de ensino ao mesmo tempo, recebendo consequências imediatas, contingentes ao desempenho, e progredirem cada um no seu próprio ritmo. A utilização de softwares pode facilitar a aprendizagem do aluno, desde que o ensino seja planejado para permitir ao aprendiz a aquisição e aperfeiçoamento do repertório esperado pelo professor.

Skinner (1968/1972), ao fazer referência à utilização das “máquinas de ensinar”, chama a atenção para o papel do professor, enfatizando sua importância na programação daquilo que deve ser aplicado nos alunos. Assim, o professor tem função muito mais importante do que apenas dizer para o aluno se ele acertou ou errou, ou corrigir exercícios, função que pode ser facilitada pelo uso de software.

Finalmente, grande parte dos estudos que se pautam no modelo de equivalência de estímulos tem atuado no Ensino Fundamental. No presente trabalho, foi abordado repertório que corresponde ao Ensino Médio.

## Proposta de Trabalho

Diante da constatação do baixo desempenho dos alunos em química, no SARESP (São Paulo, 2010), que vem sendo demonstrado pela literatura da área educacional, fazem-se necessárias pesquisas para o aperfeiçoamento de tal repertório.

Estudos têm mostrado o uso do modelo de equivalência de estímulos no ensino de diferentes repertórios acadêmicos e sua contribuição para o aprendizado do aluno.

Tendo em vista a importância de propor alternativas produtivas no ensino de química a alunos que estão cursando o Ensino Médio, o presente trabalho avaliou uma programação de ensino de química orgânica, a partir de discriminações condicionais, elaborada com base no modelo de equivalência de estímulos e implementada em espaço coletivo com o auxílio do software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010). Foram realizados dois experimentos. No Experimento 1, o aluno deveria oralizar os elementos químicos a partir de suas representações simbólicas e seus respectivos números e modelos atômicos. No Experimento 2, o aluno deveria: a) oralizar os diferentes tipos de fórmulas de cadeias carbônicas; b) identificar as diferentes fórmulas de uma mesma cadeia carbônica; c) classificar as cadeias carbônicas quanto à existência ou não de extremidades livres, quanto ao tipo de ligações existentes entre os átomos de carbono e quanto à presença ou não do heteroátomo.

## Experimento 1 – Estudo Piloto

Teve-se como objetivo que o aluno identificasse oralmente os elementos químicos a partir de suas representações simbólicas e de seus respectivos números e modelos atômicos.

### Método

#### Participantes

Participaram do estudo três alunos do Ensino Médio (identificados como P1, P2 e P3), que tiveram seus repertórios avaliados individualmente.

A seguir, na Figura 33, são apresentadas informações que permitem caracterizar os participantes quanto ao sexo, idade e retenção<sup>13</sup> na respectiva (2ª ou 3ª) série do Ensino Médio que cursavam.

Participantes	Sexo	Idade	Série	Nº de retenção na série anterior
P1	masculino	16 anos	2ª	0
P2	masculino	17 anos	3ª	0
P3	feminino	17 anos	3ª	0

Figura 33. Caracterização dos participantes quanto ao sexo, idade, série e número de retenções.

<sup>13</sup> Sobre a retenção, as informações foram obtidas junto à Coordenação Pedagógica da Escola.

Os participantes foram informados de que se tratava de uma pesquisa sobre métodos de ensino de conceitos de química. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelo pai ou responsável, autorizando a participação do aluno na pesquisa, conforme a exigência da Resolução CNS/MS nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice A), protocolado com o número 077923/2013.

### **Local e Materiais**

A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual da Região Metropolitana da Grande São Paulo. O trabalho foi conduzido em uma sala ambiente de informática (denominada ACESSA Escola) da própria instituição de ensino, fora do horário da aula de química. A sala de informática da instituição estava equipada com iluminação artificial, mesas, cadeiras, computadores com recurso multimídia e acesso à Internet.

Na realização da pesquisa foram utilizados:

Microcomputador, com recurso multimídia, placa de som, alto-falantes, CD-ROM, impressora, fones de ouvido individuais, câmera de vídeo e máquina fotográfica.

Software educativo, MestreLibras (Elias & Goyos, 2010).

Estímulos. Foram quatro grupos de estímulos: (A) palavra impressa: nome dos elementos químicos; (B) símbolo dos elementos químicos; (C) número atômico dos elementos químicos; (E) modelo atômico dos elementos químicos.

A seguir, são apresentados na Figura 34, os conjuntos de estímulos com seus respectivos componentes.

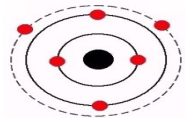

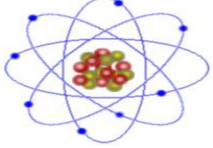
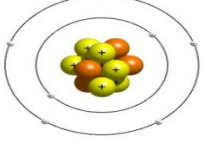
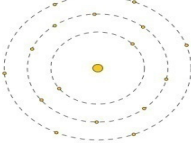
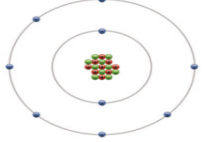
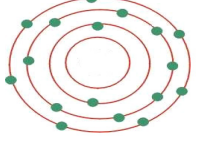
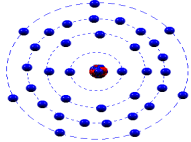
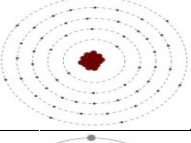
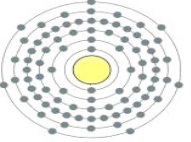
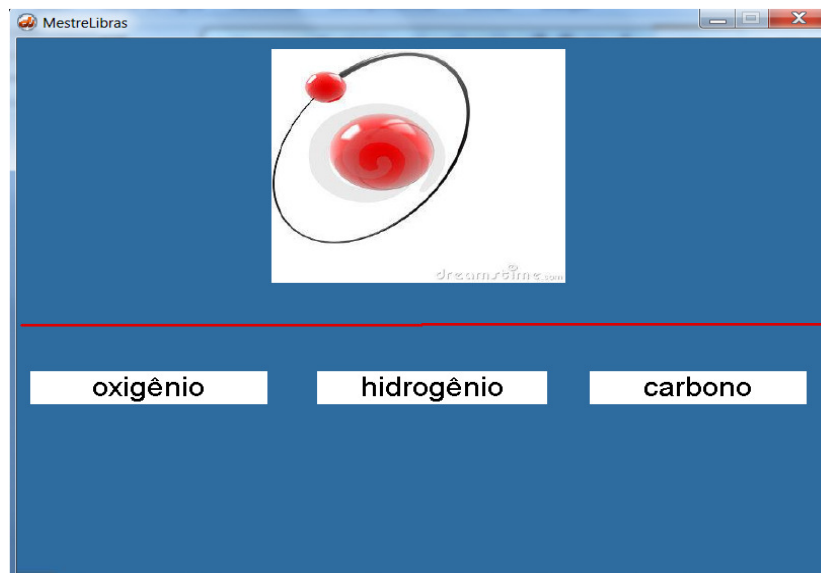
<b>A</b> Nome do elemento químico (Palavra Impressa)	<b>B</b> Símbolos	<b>C</b> Número atômico	<b>E</b> Modelo atômico
<b>carbono</b>	<b>C</b>	<b>6</b>	
<b>hidrogênio</b>	<b>H</b>	<b>1</b>	
<b>oxigênio</b>	<b>O</b>	<b>8</b>	
<b>nitrogênio</b>	<b>N</b>	<b>7</b>	
<b>enxofre</b>	<b>S</b>	<b>16</b>	
<b>flúor</b>	<b>F</b>	<b>9</b>	
<b>cloro</b>	<b>Cl</b>	<b>17</b>	
<b>bromo</b>	<b>Br</b>	<b>35</b>	
<b>iodo</b>	<b>I</b>	<b>53</b>	
<b>astato</b>	<b>At</b>	<b>85</b>	

Figura 34. Estímulos utilizados no Pré-Teste, Ensino e Teste de Emergência de relações.

Na Figura 35, apresenta-se um exemplo de atividade do MestreLibras.



*Figura 35.* Relação EA (modelo atômico-nome): a partir do modelo atômico, o aluno deverá clicar no nome do elemento químico a ele correspondente.

## **Procedimento**

O procedimento foi dividido em três momentos: 1. Avaliação do repertório prévio (Pré-Teste). 2. Aplicação da programação de ensino de elementos químicos em duas etapas: 1ª etapa - Ensino das relações AB e BC e Teste das relações BA, CB, AC, CA, oralização do elemento químico a partir do símbolo (relação BD) e oralização do elemento químico a partir do número atômico (relação CD); 2ª etapa - Ensino da relação BE e Teste das relações EB, AE, EA, CE, EC e oralização do elemento químico a partir do modelo atômico (relação ED). 3. Avaliação do repertório final (Pós-Teste).

### **Avaliação do Repertório Prévio referente aos Elementos Químicos (Pré-Teste)**

A avaliação do repertório inicial foi realizada em parte no computador, sendo o desempenho do aluno registrado automaticamente, e em parte utilizando-se papel sulfite, nesse caso, o desempenho foi registrado pelo pesquisador. As instruções foram oralmente fornecidas pelo pesquisador.

Na parte realizada no computador, o participante sentava-se em frente a um microcomputador e o pesquisador permanecia ao seu lado e clicava na escolha por ele feita. A sessão foi individual, com duração de aproximadamente 40 minutos.

Na Avaliação do Repertório Prévio (Apêndice B) foram testadas diferentes relações entre nome do elemento químico (A), símbolo do elemento químico (B), número atômico do elemento químico (C) e modelo atômico do elemento químico (E). Foram avaliadas as relações AC (nome- número atômico); CA (número atômico-nome); AB (nome-símbolo); BA (símbolo-nome); BC (nome-número atômico); CB (número atômico-símbolo); BE (símbolo-modelo atômico); EB (modelo atômico-símbolo); AE (nome-modelo atômico); EA (modelo atômico-nome); CE (número atômico-modelo atômico); EC (modelo atômico-número atômico); BD (oralização do elemento químico a partir do símbolo); CD (oralização do elemento químico a partir do número atômico); e ED (oralização do elemento químico a partir do modelo atômico). Essa avaliação possibilitou o diagnóstico do desempenho inicial dos participantes antes das sessões de ensino. Ao todo, foram 15 as relações avaliadas: nas relações AC, CA, AB, BA, BC, CB, BE, EB, AE, EA, CE, EC foram realizadas cinco tentativas em cada relação, sendo que nas relações BD, CD e ED foram 10 tentativas. Ao todo, foram 90 tentativas de avaliação.

A Figura 36 mostra as relações avaliadas e os elementos químicos utilizados.

Relações	C	H	O	N	S	F	Cl	Br	I	At
AC (nome-número atômico)	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
CA (número atômico-nome)	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
AB (nome-símbolo)	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
BA (símbolo-nome)	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
BC (símbolo-número atômico)	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
CB (número atômico-símbolo)	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
BE (símbolo- modelo atômico)	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
EB (modelo atômico-símbolo)	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
AE (nome-modelo atômico)	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
EA (modelo atômico-nome)	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
CE (número atômico-modelo atômico)	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
EC (modelo atômico- número atômico)	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X

Figura 36. Relações e os elementos químicos avaliados.

Foram utilizados 10 elementos químicos (com seus respectivos nomes, símbolos, números atômicos e modelos atômicos) para avaliar o desempenho inicial dos alunos nas diferentes relações. As relações testadas estão identificadas por X, o que representou a possibilidade máxima de cinco tentativas por relação. Verifica-se, que nas relações AC, AB, BC, BE, AE e CE, os elementos químicos utilizados foram carbono, oxigênio, enxofre, cloro e iodo. Nas relações CA, BA, CB, EB, EA e EC, os elementos químicos utilizados foram hidrogênio, nitrogênio, flúor, bromo e ástato. Assim, cada elemento químico apareceu em seis relações.

### **Ensino de Relações e Teste de Relações Emergentes**

O procedimento utilizado na elaboração da programação de ensino foi o de escolha de acordo com o modelo (MTS). Foram organizadas duas etapas.

**1ª etapa:** Para o ensino e teste de relações emergentes, os elementos químicos foram organizados em conjuntos de três estímulos, distribuídos em 10 passos de ensino: carbono-hidrogênio-oxigênio (Passo1); hidrogênio-oxigênio-nitrogênio (Passo 2); oxigênio-

nitrogênio-enxofre (Passo3); nitrogênio-enxofre-flúor (Passo 4); enxofre-flúor-cloro (Passo 5); flúor-cloro-bromo (Passo 6); cloro-bromo-iodo (Passo 7); bromo-iodo-ástato (Passo 8); iodo-ástato-carbono (Passo 9); ástato-carbono-hidrogênio (Passo 10), conforme descrito no Apêndice C.

Em cada passo, foram ensinadas as relações AB (nome-símbolo) e BC (símbolo-número atômico). Na relação AB, a partir da palavra impressa (nome do elemento químico), como modelo, o aluno deveria clicar no símbolo a ela correspondente; na relação BC, a partir do símbolo do elemento químico, como modelo, o aluno deveria clicar no número atômico a ele correspondente. Quando a escolha correspondia ao esperado, a resposta era consequenciada, ou seja, ao ocorrer a escolha correta aparecia na tela do computador a animação de uma moeda entrando em um cofre com o formato de porco.

Terminada a sequência de ensino (AB e BC), passou-se para o teste das relações emergentes (BA, CB, AC, CA, BD e CD) <sup>14</sup>. Para a primeira etapa, foram programadas 12 tentativas por relação, totalizando 96 tentativas (24 das relações ensinadas e 72 do teste de relações emergentes) por passo.

Na cada relação de ensino, de cada passo, o critério de aproveitamento foi  $\geq$  a 90% de acertos, no mínimo, um único erro foi aceito. Nas relações ensinadas, o pesquisador verificou o desempenho do aluno e quando a meta desejada não era atingida ele refazia a (s) relação (s) na (s) qual (is) não atingiu o critério de desempenho estabelecido até que fosse atingido.

Nas relações emergentes de um passo, o critério, também, foi  $\geq$  a 90% de acertos, no mínimo. Quando o aluno não atingiu o critério, ele refez as tentativas das relações AB e

---

<sup>14</sup> Retomando: BA (símbolo-nome); CB (número atômico-símbolo); AC (nome- número atômico); CA (número atômico-nome); BD (oralização do elemento químico a partir do símbolo) e CD (oralização do elemento químico a partir do número atômico).

BC e o teste de relações emergentes. Somente quando atingiu o critério, passou para um novo passo.

A Figura 37, a seguir, representa as relações ensinadas e avaliadas.

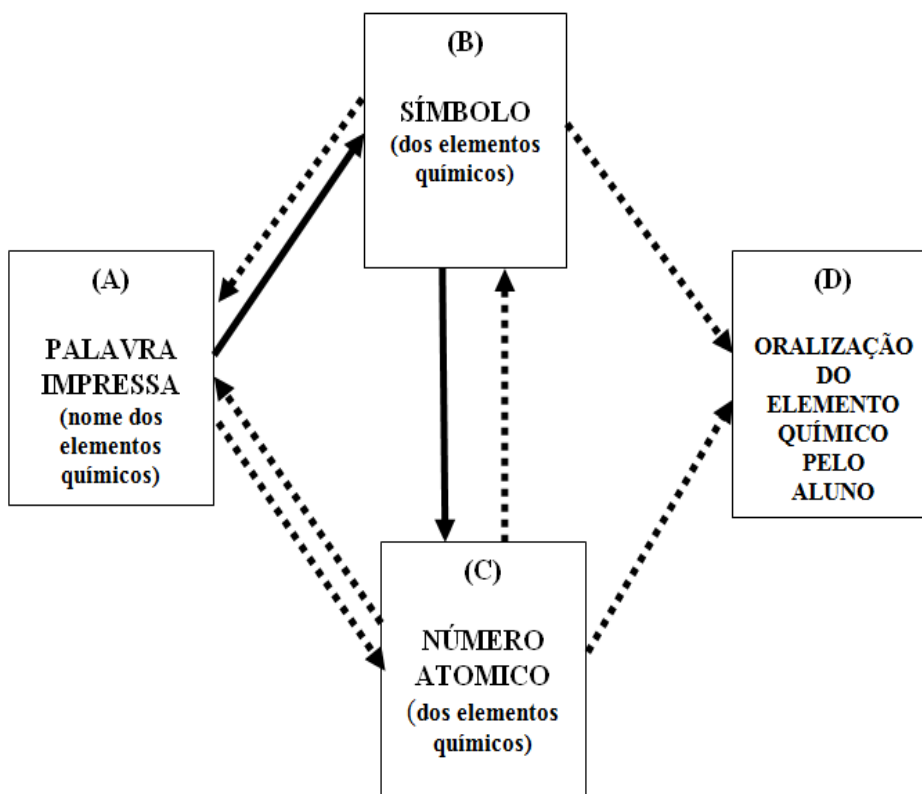


Figura 37. Relações ensinadas e emergentes; adaptação a partir do diagrama de Sidman (1971).

As relações AB e BC, representadas pelas setas cheias, são as relações ensinadas; já as relações BA, CB, AC, CA e a oralização dos elementos químicos (BD e CD), representadas pelas setas pontilhadas, são as relações testadas.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração máxima de 40 minutos.

**2ª etapa:** Na 2ª etapa do procedimento foi utilizado o modelo atômico do elemento químico (E). Conforme a Figura 38 tem-se o modelo atômico (E) sendo integrado à possível classe de estímulos equivalentes (no quadrado), indicando-se com as linhas cheias a relação ensinada e com linhas pontilhadas as relações testadas.

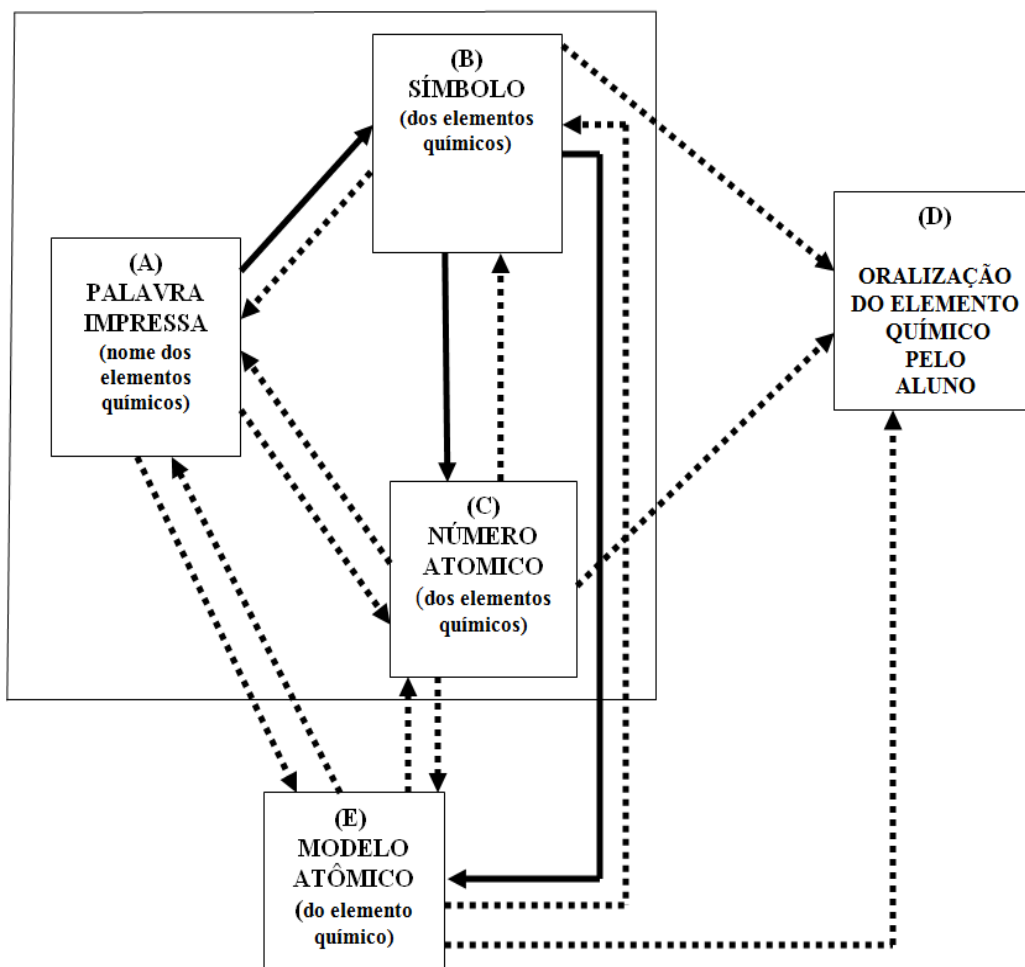


Figura 38. Diagrama esquemático que mostra a incorporação de um novo membro à classe de estímulos equivalentes. Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).

Ensinou-se ao aluno a relacionar o símbolo do elemento químico ao modelo atômico correspondente (relação BE). Foram programados quatro passos, com 18 tentativas para a relação de ensino BE (símbolo-modelo atômico) e 12 tentativas para o teste de emergência de cada uma das relações EB (modelo atômico-símbolo), AE (nome-modelo atômico), EA (modelo atômico-nome), CE (número atômico-modelo atômico), EC (número atômico-modelo atômico) e ED (oralização do elemento químico a partir do modelo atômico), totalizando 90 tentativas por passo.

Em cada passo, trabalhou-se com um conjunto de estímulos: carbono-hidrogênio-oxigênio (Passo 1); nitrogênio-enxofre-flúor (Passo 2); cloro-bromo-iodo (Passo 3); ástato-carbono-hidrogênio (Passo 4), conforme indicado no Apêndice D.

Para considerar estabelecida a relação entre estímulos foi exigido na relação BE, como critério básico de desempenho, a porcentagem de acertos  $\geq$  a 90% durante o ensino, e de  $\geq$  a 90% nas relações emergentes (relações EB, AE, EA, CE, EC e ED), porcentagens correspondentes a um erro.

A seguir, apresentam-se as instruções que foram dadas aos participantes durante o procedimento de ensino e teste das relações emergentes (etapas 1 e 2), conforme Figura 39.

	<b>Relação</b>	<b>Instrução</b>
<b>ENSINO</b>	AB	Observe o nome do elemento químico e escolha o símbolo a ele correspondente.
	BC	Observe o símbolo do elemento químico e escolha o número atômico a ele correspondente.
	BE	Observe o símbolo do elemento químico e escolha o modelo atômico a ele correspondente.
<b>TESTE</b>	CB	Observe o número atômico do elemento químico e escolha o símbolo a ele correspondente.
	BA	Observe o símbolo do elemento químico e escolha o nome a ele correspondente.
	AC	Observe o nome do elemento químico e escolha o número atômico a ele correspondente.
	CA	Observe o número atômico do elemento químico e escolha o nome a ele correspondente.
	BD	Observe o símbolo do elemento químico e dê o nome do elemento químico a ele correspondente.
	CD	Observe o número atômico do elemento químico e dê o nome a ele correspondente.
	EB	Observe o modelo atômico do elemento químico e escolha o símbolo a ele correspondente.
	AE	Observe nome do elemento químico e escolha o modelo atômico a ele correspondente.
	EA	Observe o modelo atômico do elemento químico e escolha o nome a ele correspondente.
	CE	Observe o número atômico do elemento químico e escolha o modelo atômico a ele correspondente.
	EB	Observe o modelo atômico do elemento químico e escolha o símbolo a ele correspondente.
	ED	Observe o modelo atômico do elemento químico e dê o nome do elemento químico a ele correspondente.

Figura 39. Instruções fornecidas aos participantes em cada relação do Experimento 1.

## Avaliação Final do Repertório referente aos Elementos Químicos (Pós-Teste)

Após o término das duas etapas da proposta de ensino, os participantes foram submetidos, novamente, à avaliação do repertório sobre elementos químicos, com o objetivo de verificar os efeitos da programação de ensino. O procedimento foi similar ao utilizado na avaliação do repertório prévio.

Como forma de sistematizar o Experimento Piloto, apresenta-se, a seguir, o diagrama de suas etapas.

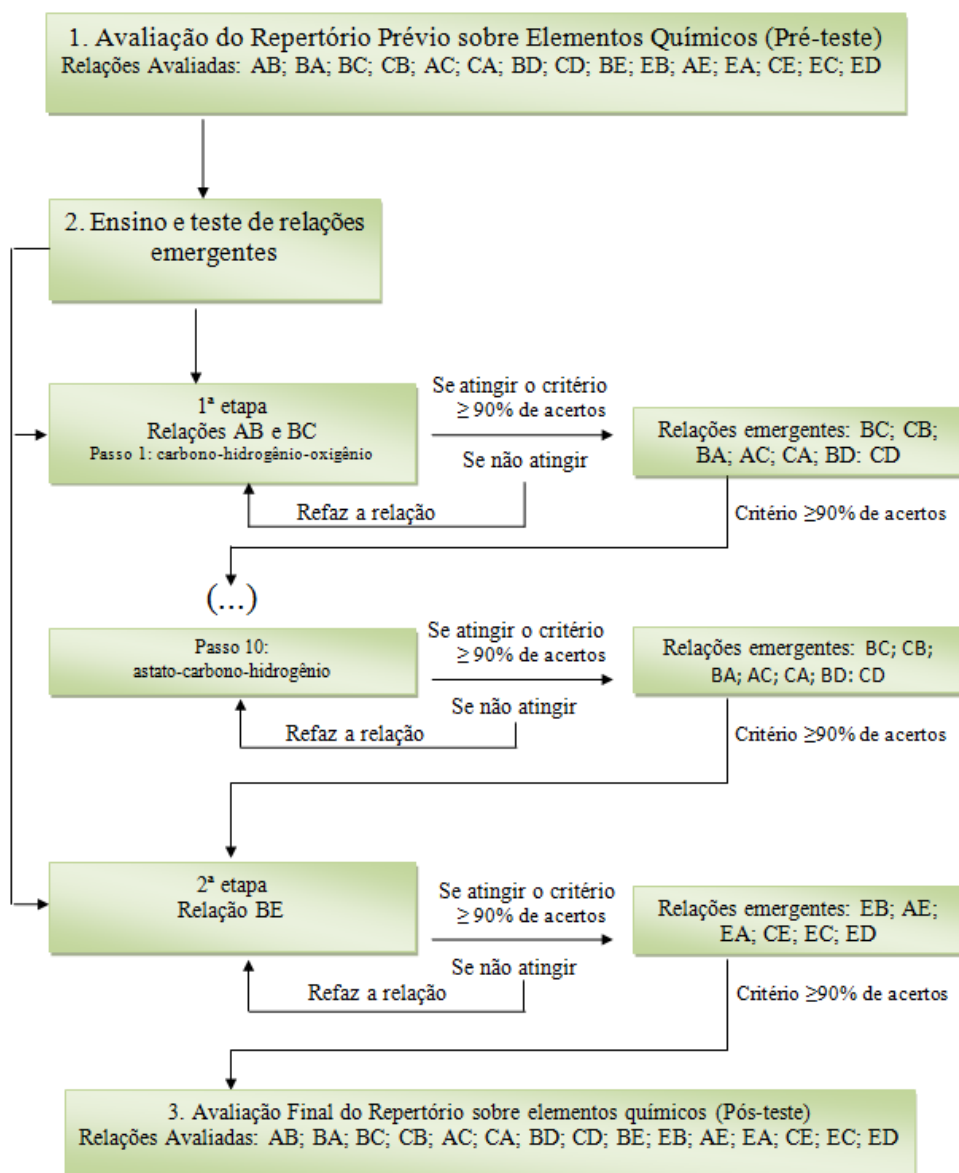


Figura 40. Diagrama representativo das condições experimentais do Experimento Piloto.

## Resultados

### Desempenho dos participantes na Avaliação do Repertório Prévio (Pré-Teste)

Adotou-se como critério de desempenho, o número de acertos. Nas relações AB, BA, BC, CB, AC, CA considerou-se satisfatório  $\geq$  a 4 acertos, insatisfatório 3 acertos e deficitário  $\leq$  a 2 acertos. Já nas relações BD e CD, satisfatório correspondeu  $\geq$  a 8 acertos, insatisfatório 6 e 7 acertos e deficitário  $\leq$  a 5 acertos.

Será apresentado o desempenho dos participantes em relação ao reconhecimento dos elementos químicos nas diferentes relações (AB, BA, BC, CB, AC, CA, BD, CD, BE, EB, AE, EA, CE, EC e ED). Finalmente, serão descritos, individualmente, os erros cometidos na oralização dos elementos químicos.

A Figura 41 mostra o número de acertos dos participantes nas relações AB (nome-símbolo) e BA (símbolo-nome) relativas aos elementos químicos.

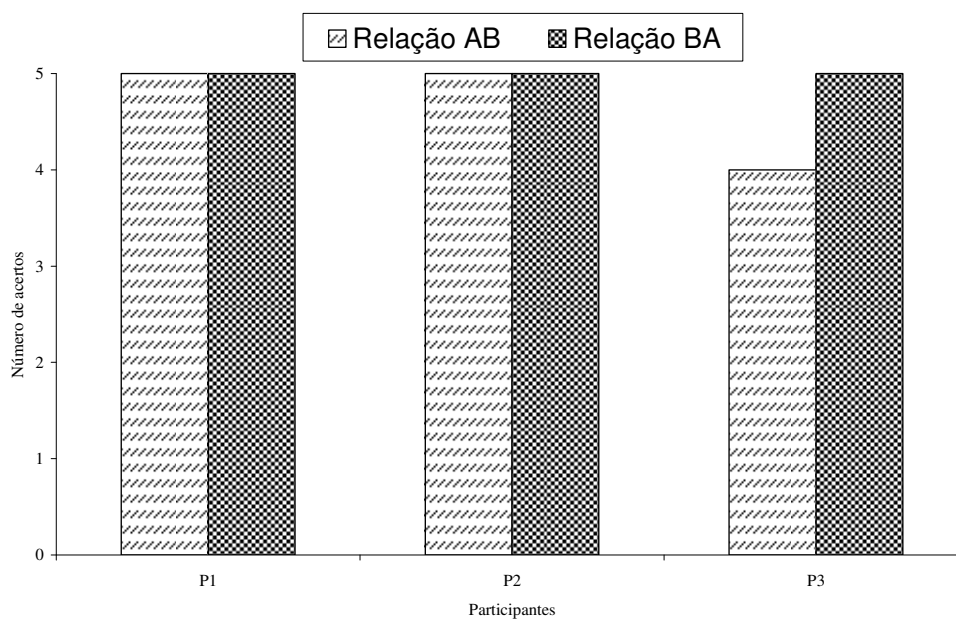


Figura 41. Número de acertos nas relações AB (nome-símbolo) e BA (símbolo-nome).

Verifica-se, pelos dados apresentados, que os três participantes tiveram desempenho satisfatório ( $\geq 4$  acertos) nas relações AB e BA. Verifica-se, pois, que os participantes não reconheciam a relação entre o nome dos elementos químicos escritos e os respectivos símbolos e vice-versa.

A Figura 42 mostra o desempenho dos alunos nas tarefas que avaliavam as relações BC (símbolo-número atômico) e CB (número atômico-símbolo).

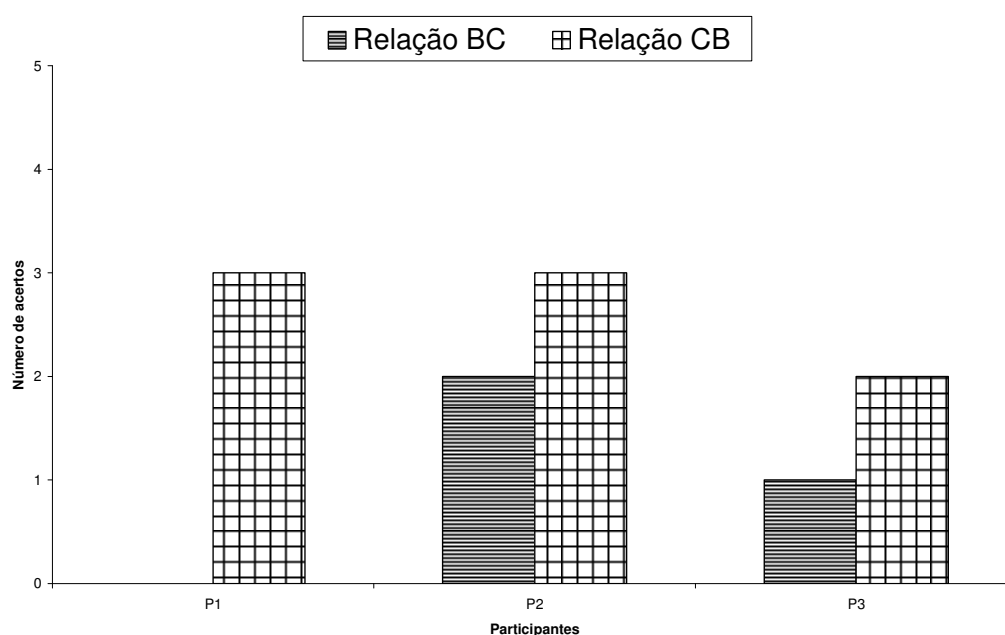


Figura 42. Número de acertos nas relações BC (símbolo-número atômico) e CB (número atômico-símbolo).

Na relação BC (símbolo-número atômico), os três participantes tiveram desempenho deficitário, com no máximo dois acertos. Na relação CB (número atômico-modelo atômico), dois participantes (P1 e P2) apresentaram no máximo três de acertos. Verifica-se que os participantes reconhecem a relação entre número atômico e modelo atômico de alguns elementos químicos.

A Figura 43 mostra o número de acertos nas relações AC (nome-número atômico) e CA (número atômico-nome), por participante.

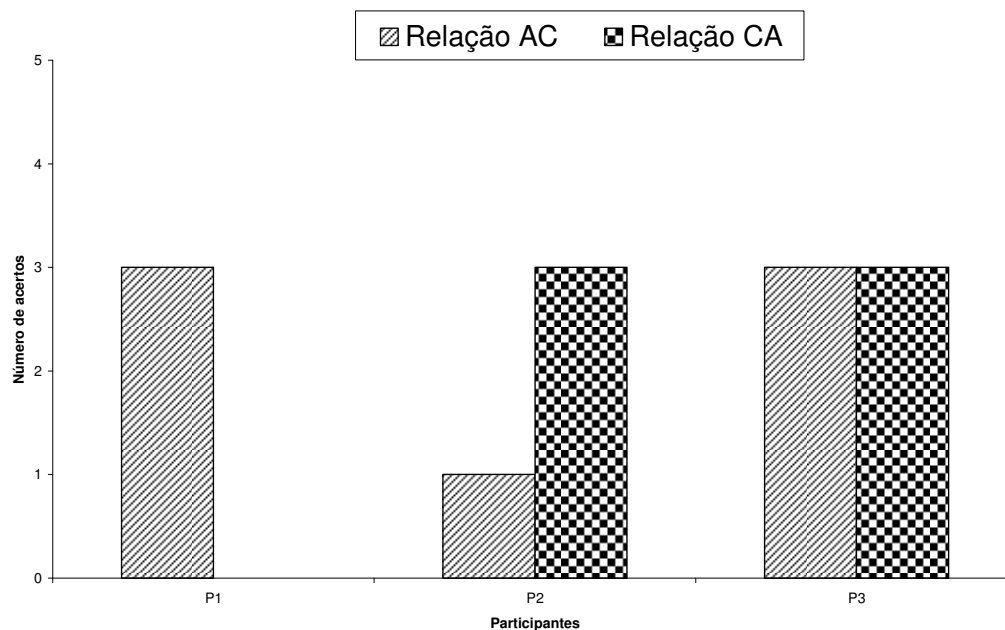
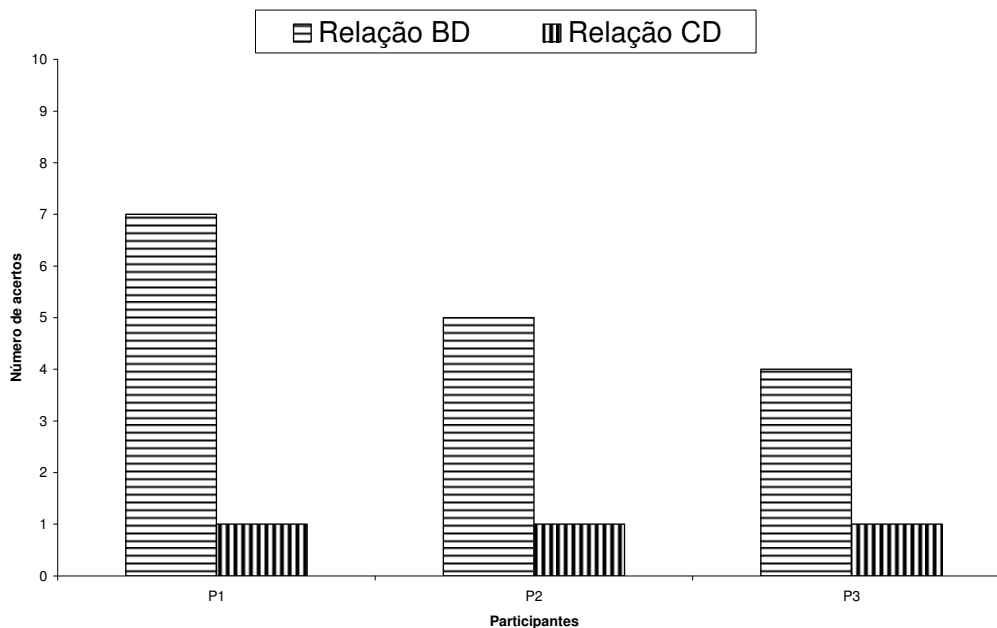


Figura 43. Número de acertos nas relações AC (nome-número atômico) e CA (número atômico-nome).

Na relação AC, pode-se observar que P1 e P3 apresentaram três acertos. Na relação CA, foram P3 e P2 que tiveram o mesmo número de acertos.

Na Figura 44 pode-se observar o desempenho na oralização do elemento químico, seja a partir do símbolo (relação BD), seja a partir do número atômico (relação CD<sup>15</sup>).

<sup>15</sup> Retomando, 10 tentativas em cada uma das relações.



*Figura 44.* Número de acertos nas relações BD (oralização do elemento químico a partir do símbolo) e CD (oralização do elemento químico a partir do número atômico).

Na oralização do elemento químico, a partir do símbolo (relação BD), pode-se verificar que P1 teve o melhor desempenho (sete acertos<sup>16</sup>), quase atingindo o patamar satisfatório. Os demais participantes apresentaram desempenho deficitário (tiveram no máximo cinco acertos do total de 10 tentativas).

Na oralização do elemento químico, a partir do número atômico (relação CD), verifica-se que um único acerto ocorreu do total de 10 tentativas realizadas, indicando que os participantes não apresentam tal repertório.

Pode-se observar o desempenho dos participantes nas relações AE (nome-modelo atômico) e EA (modelo atômico-nome), na Figura 45, e nas relações BE (símbolo-modelo atômico) e EB (modelo atômico-símbolo), na Figura 46.

<sup>16</sup> Retomando, adotou-se como critério de desempenho para as relações BD, CD e ED: satisfatório  $\geq$  a 8; insatisfatório: 6 a 7, deficitário:  $\leq$  a 5 acertos.

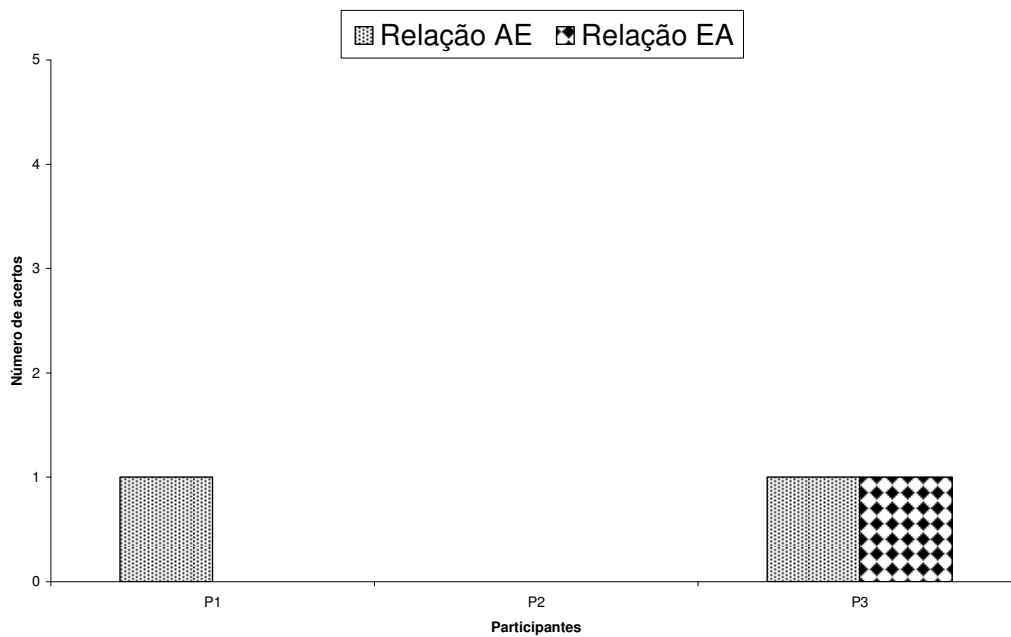


Figura 45. Número de acertos nas relações AE (nome-modelo atômico) e EA (modelo atômico-nome).

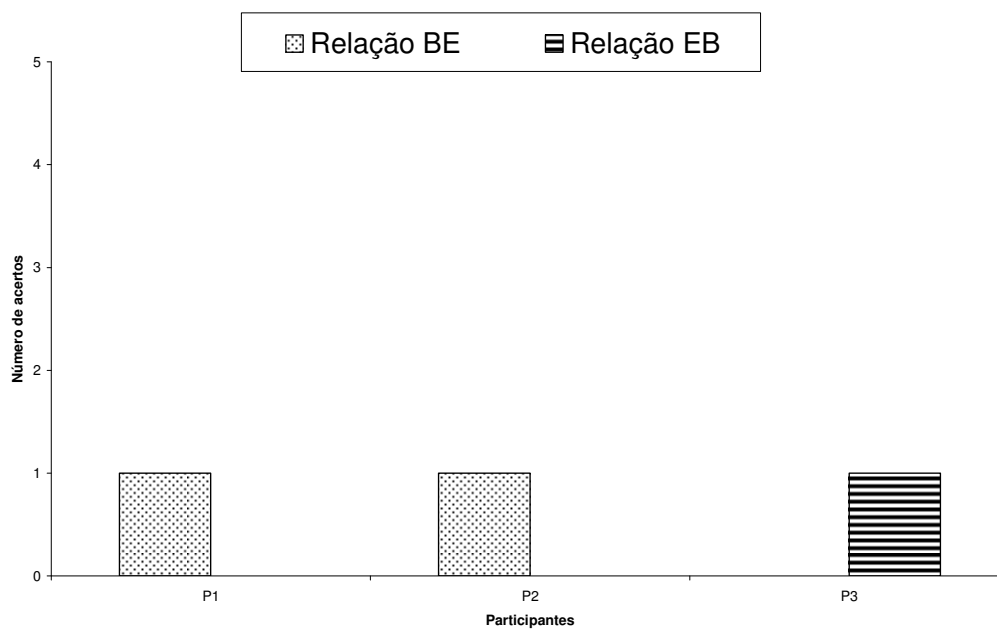


Figura 46. Número de acertos nas relações BE (símbolo-modelo atômico) e EB (modelo atômico-símbolo).

Verifica-se que todos os participantes tiveram desempenho deficitário, tendo no máximo um acerto, nas quatro relações testadas (AE, EA, BE, EB).

O desempenho dos participantes nas relações CE (número atômico-modelo atômico), EC (modelo atômico-nome) e ED (oralização do elemento químico a partir do modelo atômico) foi ainda pior, porque não houve um acerto sequer (daí não ter sido representada em figura).

Em suma, entre todas as relações testadas entre nome, símbolo, número atômico e modelo atômico, o pior desempenho ocorreu na avaliação das relações que envolviam o modelo atômico (relações AE, EA, BE, EB, CE e EC) e na oralização do elemento químico, particularmente a partir do número atômico (relação CD) e a partir do modelo atômico (relação ED).

**Desempenho dos participantes na 1ª etapa: ensino das relações AB (nome-símbolo) e BC (símbolo-número atômico) e teste das relações emergentes (CB, BA, AC, CA, BD e CD)**

A seguir, são apresentados os dados referentes ao desempenho durante a 1ª etapa do ensino de elementos químicos, retirados a partir dos relatórios extraídos do *MestreLibras*. Os dados são apresentados por participante e estão na mesma ordem em que ocorreram o ensino das relações (AB e BC) e o teste da relação emergente (CB, BA, AC, CA, BD e CD). As duas últimas relações apresentadas referem-se à oralização dos elementos químicos.

Na Figura 47 são apresentados os dados referentes ao número de sessões de que cada participante necessitou para concluir os passos do procedimento de ensino.

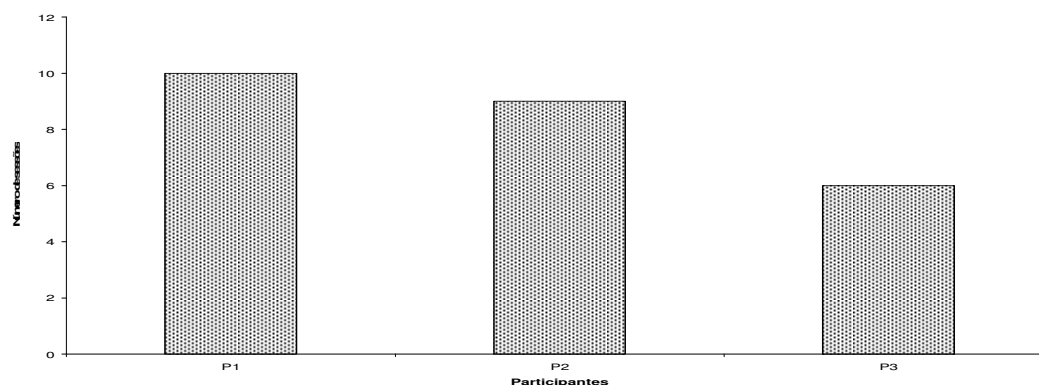


Figura 47. Número de sessões que cada participante utilizou para realizar as atividades.

Verifica-se, na Figura 47, que houve variação no número de sessões, pois cada participante realizou o procedimento de ensino de acordo com o seu próprio ritmo, sendo seis o número mínimo e 10 o número máximo de sessões. P3 foi o que levou menos tempo, completando os 10 passos em seis sessões, ou seja, realizou em cada sessão em torno de dois passos. Os outros dois participantes (P1 e P2) realizaram praticamente uma sessão por passo, porém, P2 realizou, numa única vez, dois passos.

A seguir, são apresentados os dados referentes às relações ensinadas e testadas. A Tabela 2 apresenta o percentual total de acertos nos passos de ensino de P1, P2 e P3.

Tabela 2

*Percentual Médio<sup>17</sup> de acertos de P1, P2 e P3 nas relações ensinadas (AB e BC) e no teste das relações (CB, BA, AC, CA, BD e CD)*

Participantes	Relações							
	AB	BC	CB	BA	AC	CA	BD	CD
P1	100	100	98,4	100	100	99	100	100
P2	100	100	99	100	97,9	99	100	100
P3	100	100	98,7	100	98,7	98,7	100	100

<sup>17</sup> Em cada relação ensinada e testada, foram somados os percentuais de acertos de cada passo de ensino e as suas eventuais repetições, a partir do relatório do MestreLibras, dividindo-se pelo número de passos, ou seja: % média =  $\frac{\sum \% \text{ passo } 1 + \% \text{ passo } 2 + \% \text{ passo } 3 + \% \text{ passo } n}{\text{N}^\circ \text{ total de passos}}$

Nº total de passos

Os dados mostram que os três participantes obtiveram 100% de acertos nas relações ensinadas. No teste de emergência, o desempenho foi excelente, já que tiveram no mínimo 97,9% de acertos. Verifica-se, portanto, que a programação proposta promoveu a emergência de relações não ensinadas, incluindo a oralização dos elementos químicos.

**Desempenho dos participantes na 2ª etapa: ensino da relação BE (símbolo-modelo atômico) e teste das relações emergentes (EB, AE, EA, CE, EC e ED)**

Os dados obtidos na 2ª etapa do procedimento de ensino (relação BE) e no teste de emergência (relações EB, AE, EA, CE, EC e ED) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3

*Percentual Médio de acertos de P1, P2 e P3 na relação ensinada (BE) e no teste das relações (EB, AE, EA, CE, EC e ED)*

Participantes	Relações						
	BE	EB	AE	EA	CE	EC	ED
P1	100	100	100	100	100	100	100
P2	95,2	100	100	98,4	100	100	100
P3	95,7	100	100	100	95,7	100	100

Os dados mostram que P1 apresentou 100% de acertos na relação de ensino e nas relações emergentes. P2 e P3 obtiveram desempenho ligeiramente inferior, pois obtiveram, no mínimo, 95,2% de acertos durante o ensino da relação BE (para ambos) e no teste da relação CE (P3). Todos atingiram o patamar esperado (satisfatório). É importante destacar que P1, ao se deparar com um novo elemento, ou seja, com a integração do modelo atômico na atividade, aparentou ter ficado surpreso com o estímulo, pois disse: “minha nossa, agora ficou difícil saber... espera aí... eu já sei... a quantidade de bolinhas que

aparece aqui deve ser o número do elemento químico”. Há indícios, na fala de P1, de que ele estava sob controle do número de elétrons apresentado pelas camadas eletrônicas do átomo.

Os resultados mostram que os participantes aprenderam a relacionar o modelo atômico com os nomes, símbolos e números atômicos dos elementos químicos e a nomear os elementos, a partir do número atômico.

### Desempenho dos participantes na avaliação final (Pós-Teste)

Ao término da 2ª etapa do procedimento de ensino, os participantes foram submetidos, novamente, à Avaliação do Repertório sobre Elementos Químicos. Tal avaliação teve por objetivo verificar os efeitos da programação de ensino.

A Tabela 4 mostra a comparação entre o desempenho apresentado no Pré-Teste e no Pós-Teste, nas relações AB, BA, BC, CB, AC, CA, BD, CD, BE, EB, AE, EA, CE, EC e ED.

Tabela 4  
Número de acertos apresentados no Pré-teste e no Pós-teste

Participantes		RELAÇÕES															
		AB		BA		BC		CB		AC		CA		BD		CD	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
P1	5	5	5	5	0	5	3	5	3	5	0	5	7	10	1	10	
P2	5	5	5	5	2	5	3	5	1	5	3	5	5	10	1	10	
P3	4	5	5	5	1	5	2	5	3	5	3	5	4	10	1	10	
Participantes		RELAÇÕES															
		BE		EB		AE		EA		CE		EC		ED			
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós		
P1	1	5	0	5	1	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	10	
P2	1	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	10	
P3	0	5	1	5	1	5	1	5	0	5	0	5	0	5	0	10	

No Pré-Teste, os dados mostram que, em relação aos conjuntos de estímulos A (nome), B (símbolo) e C (número atômico), os participantes sabiam responder adequadamente às relações AB e BA, mas nas relações BC, CB, AC e CA os participantes obtiveram desempenho insatisfatório ou deficitário (entre 0 a 3 acertos). Quanto às relações BD e CD, que envolviam o número atômico, apenas P1 apresentou desempenho próximo ao esperado (teve 7 acertos).

Nas relações que envolviam o modelo atômico (BE, EB, AE, EA, CE, EC e ED), o desempenho dos participantes foi praticamente nulo (entre 0 e 1 acerto). Portanto, a avaliação do repertório inicial revelou que os participantes obtiveram desempenho satisfatório apenas nas relações AB e BA.

Quanto ao Pós-Teste, os dados mostram que os participantes obtiveram desempenho satisfatório em todas as relações, atingindo o nível de desempenho esperado.

Em suma, ao serem comparados os dados do Pré-Teste com os do Pós-Teste, é possível verificar que o avanço no repertório dos alunos é visível, com destaque para as relações que envolvem o modelo atômico como estímulo e para a oralização dos elementos químicos (a partir do símbolo, do número atômico e do modelo atômico). Isso mostrou que o procedimento de ensino permitiu aos participantes adquirir o repertório de elementos químicos esperado, portanto foi atingido o objetivo de ensinar o aluno a identificar oralmente os elementos químicos, a partir de suas representações simbólicas e de seus respectivos números e modelos atômicos.

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi levar o aluno a identificar oralmente os elementos químicos a partir de suas representações simbólicas e seus respectivos números e modelos atômicos. Para isso, foi proposta uma programação de ensino de discriminações condicionais, com auxílio do software MestreLibras, para três alunos de 2ª e 3ª séries que frequentavam aulas regulares no Ensino Médio.

O estudo teve Avaliação do Repertório Prévio (Pré-Teste), Ensino e Teste de Relações Emergentes e Avaliação do Repertório Final (Pós-Teste).

Em relação ao repertório inicial dos participantes sobre os elementos químicos, os resultados desse estudo mostraram que os alunos só reconheciam as relações entre o nome do elemento químico e seus símbolos (relações AB e BC), nas demais relações o desempenho indicou desconhecimento. Particularmente, não sabiam nomear os elementos químicos a partir dos números atômicos e de seus respectivos modelos atômicos. Mesmo estando os alunos frequentando aulas no ensino regular, os resultados indicaram a defasagem de tal repertório comparativamente ao esperado para série cursada, conforme a Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino de Química (São Paulo, 2008).

Foi possível identificar que os participantes apresentaram desempenho muito superior nas relações entre nome e símbolo (relações AB e BA) do que nas demais. Por que, então, não oralizaram o elemento químico a partir de seu símbolo? Uma possível explicação é a de que os itens de avaliação propostos nas relações AB e BA induziram a resposta correta, independentemente do conhecimento dos alunos sobre os símbolos. De fato, percebeu-se que os participantes identificavam os símbolos dos elementos químicos a partir da primeira letra de cada palavra impressa. Como os estímulos de escolha

apresentavam elementos cujos símbolos tinham iniciais diferentes (por exemplo, o modelo era “carbono” e as escolhas eram C; H; O), os alunos, provavelmente, escolhiam sob controle da letra inicial, ou seja, se “Carbono” então “C”. Tal ocorrência indicou a necessidade de o pesquisador reformular os conjuntos de estímulos de escolha das relações AB e BA, do Pré-Teste, sendo o estímulo modelo (nome dos elementos químicos) iniciando por letras minúsculas e os estímulos de comparação (símbolos dos elementos químicos) as mesmas letras iniciais. Por exemplo, se o modelo era “carbono”, então as escolhas passaram a ser C; Ca; Co, então os alunos deveriam escolher “C”. Reformulou-se, então, parte dos itens a serem utilizados para a avaliação do repertório inicial.

Também, as alternativas com os números atômicos foram reformuladas. Na versão utilizada no piloto, algumas alternativas podiam ser descartadas, mesmo que o indivíduo não tivesse conhecimento de química, por “dicas” visuais. Por exemplo, havia alternativas juntando números baixos, médios e muito elevados. Se o modelo atômico do elemento químico continha seis elétrons, certamente era selecionado o modelo com baixo número atômico. Na reformulação, colocou-se junto com o número atômico considerado correto (e obtido a partir da disposição dos elétrons nas camadas), dois outros números: um semelhante ao número que se apresentava no núcleo; outro semelhante ao número de camadas presentes em torno do núcleo, conforme Pré-Teste reformulado no Apêndice E.

Quanto à implementação da proposta de ensino, os dados indicaram que os participantes realizaram as tentativas ou sem erro ou com poucos, em todas as relações ensinadas. Os alunos realizaram as atividades de ensino de acordo com seu próprio ritmo, sendo que todos atingiram o patamar de desempenho esperado sem a necessidade de repetições durante a realização das tentativas. Verificou-se que emergiram relações simétricas e transitivas, particularmente, destacando-se a emergência da oralização do

elemento químico a partir do símbolo (relação BD) e a oralização do elemento químico a partir do número atômico (relação CD) sem que tivessem sido diretamente ensinadas.

A partir de tais resultados conclui-se que os conjuntos A, B e C de estímulos se tornaram equivalentes, conforme proposto por Sidman e Tailby (1982).

Outro aspecto a destacar é que, na presente proposta de ensino, houve a integração de um novo membro (E: modelo atômico) à classe de estímulos equivalentes. Os resultados indicaram que, tendo os participantes atingido o critério de desempenho no ensino da relação BE (símbolo-modelo atômico), ocorreu a emergência das relações EB, AE, EA, CE, EC e a oralização do elemento químico a partir do modelo atômico (relação ED), sem que tivessem sido diretamente ensinadas.

Novas relações foram formadas entre “E” e cada um dos conjuntos (A, B, C) pertencentes à classe de estímulos equivalentes, além de emergir a oralização do elemento químico a partir do modelo atômico (relação ED).

A realização do teste final (reaplicação do instrumento de avaliação do repertório sobre elementos químicos) permitiu verificar que os participantes alcançaram o número máximo de acertos em todas as relações, indicando que a programação de ensino proposta foi eficaz para promover a aquisição de repertório de química, no caso referente aos elementos químicos.

O presente estudo evidenciou também a possibilidade de utilização do software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010) para repertórios complexos, como os referentes aos conteúdos de química, demonstrando que pelo menos parte de seu conteúdo pôde ser ensinado com uso de equipamentos disponíveis nas escolas, como é o caso dos computadores, abrindo outras possibilidades para o processo ensino-aprendizagem.

## Experimento 1

No experimento 1, teve-se como objetivo que o aluno identifique oralmente os elementos químicos, a partir de suas representações simbólicas e de seus respectivos números e modelos atômicos.

### Método

#### Participantes

Atendendo ao pedido do pesquisador, a Direção e a Coordenação Pedagógica solicitaram aos professores de Química do Ensino Médio, de diferentes turmas, a indicação dos alunos que apresentaram desempenho insatisfatório em química, tendo por base avaliações internas da escola.

Em função do convite, 50 alunos se dispuseram a participar do presente estudo: como não havia a possibilidade de todos participarem ao mesmo tempo, optou-se por fazer um sorteio para selecionar 20 alunos. Como houve desistência de um aluno, que alegou problemas particulares, 19 participaram do presente trabalho. Os 19 alunos tiveram seus repertórios avaliados. Foram, então, organizados dois grupos: um com os que passaram pelas sessões de ensino e o outro com alunos<sup>18</sup> que passaram apenas por avaliação do repertório. Inicialmente, adotou-se como critério para a composição dos grupos o desempenho dos alunos, incluindo no grupo de ensino os alunos com mais dificuldade. No entanto, como as sessões de ensino ocorriam após o horário regular das aulas da escola, alguns alunos não podiam permanecer, porque trabalhavam. Então, os grupos foram reorganizados, em função da disponibilidade dos alunos. Assim, oito alunos passaram a

---

<sup>18</sup> Alunos do grupo que não passaram pelo procedimento de ensino serão submetidos a ele no ano de 2014, conforme compromisso firmado pelo pesquisador.

compor o grupo submetido às sessões de ensino e 11 compuseram o grupo que foi submetido apenas ao Pré-Teste (antes do procedimento de ensino), ao Teste de Generalização e ao Pós-Teste (após o procedimento de ensino), conforme será detalhado posteriormente.

Participaram do estudo 19 alunos da 2ª série do Ensino Médio (identificados como P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19), sendo que P3, P4, P10, P11, P12, P15, P16 e P18 foram submetidos à intervenção. Para todos seguiu-se a Resolução CNS/MS nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice A), conforme protocolo número 077923/2013.

### **Local e Materiais**

As sessões foram conduzidas na mesma sala já descrita no estudo piloto. Os materiais utilizados nas sessões experimentais também foram os mesmos do estudo piloto.

### **Procedimento**

As condições experimentais, tal como no Estudo Piloto, foram: 1. Avaliação do repertório prévio (Pré-Teste). 2. Aplicação da programação de ensino de elementos químicos em duas etapas: 1ª etapa - Ensino das relações AB e BC e Teste das relações BA, CB, AC, CA, e da oralização do elemento químico a partir do símbolo (relação BD) e a partir do número atômico (relação CD); 2ª etapa - Ensino da relação BE e Teste das relações EB, AE, EA, CE, EC, e da oralização do elemento químico a partir do modelo atômico (relação ED). 3. Avaliação do repertório final (Pós-Teste).

Todos os alunos foram submetidos ao Pré-Teste. Conforme já informado, oito deles (P3, P4, P10, P11, P12, P15, P16 e P18) passaram pelo Ensino de Relações e Teste de Relações Emergentes e os outros 11 (P1, P2, P5, P6, P7, P8, P9, P13, P14, P17 e P19) não foram submetidos à intervenção. Finalizada a intervenção, todos foram submetidos, novamente, à avaliação do repertório (Pós-Teste).

### **Avaliação do Repertório Prévio referente aos Elementos Químicos (Pré-Teste)**

No Pré-Teste, utilizou-se a reformulação realizada a partir do estudo piloto (Apêndice E). Os 19 participantes foram submetidos ao Pré-Teste. A avaliação do repertório foi realizada no computador, e o desempenho foi registrado automaticamente. As instruções foram fornecidas pelo próprio software. O participante sentava-se em frente a um microcomputador e o pesquisador permanecia ao seu lado e clicava na escolha por ele feita. A sessão foi individual, com duração de, no máximo, 50 minutos.

Foram avaliadas as relações entre nome do elemento químico (A), símbolo do elemento químico (B), número atômico do elemento químico (C) e modelo atômico do elemento químico (E), AB, BA, BC, CB, AC, CA, BD, CD, BE, EB, AE, EA, EC, CE e ED.

Tal como no Estudo Piloto, nas relações AC, AB, BC, BE, AE, CE, os elementos químicos avaliados foram carbono, oxigênio, enxofre, cloro e iodo. Nas relações CA, BA, CB, EB, EA e EC, os elementos químicos avaliados foram hidrogênio, nitrogênio, flúor, bromo e ástato. Assim, cada elemento químico apareceu em seis relações.

## Ensino de Relações e Teste de Relações Emergentes

Conforme proposto no procedimento de ensino, na 1ª etapa, ensinou-se a relação AB (nome impresso-símbolo) e BC (símbolo-número atômico) e foram testadas as relações BA, CB, AC, CA, BD e CD<sup>19</sup>. Já na 2ª etapa, ensinou-se a relação BE (símbolo-modelo atômico) e foram testadas as relações EB, AE, EA, CE, EC, e ED<sup>20</sup>.

Para as sessões de ensino, os alunos se dirigiam à sala de informática da escola e sentavam-se em frente a um microcomputador. As atividades disponibilizadas no software já estavam à disposição dos participantes, os mesmos iniciavam as sessões de ensino seguindo as instruções dadas pelo pesquisador. Os participantes realizavam as tarefas de ensino, solicitavam a presença do pesquisador para o teste de emergência e no final acessavam o relatório e anotavam o desempenho obtido nas tarefas em planilha própria, para conferência do pesquisador.

Durante as sessões ensino, os participantes solicitavam o pesquisador para esclarecer dúvidas relacionadas à manipulação do software e sobre o conteúdo da tarefa. Quanto à manipulação do software, o pesquisador a esclarecia imediatamente, já com relação às dúvidas conceituais, o pesquisador as esclarecia após o encerramento das sessões.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração máxima de 40 minutos.

---

<sup>19</sup> Retomando: BA (símbolo-nome); CB (número atômico-símbolo); AC (nome- número atômico); CA (número atômico-nome); BD (oralização do elemento químico a partir do símbolo) e CD (oralização do elemento químico a partir do número atômico).

<sup>20</sup> Retomando: EB (modelo atômico-símbolo); AE (nome-modelo atômico); EA (modelo atômico-nome); CE (número atômico-modelo atômico); EC (modelo atômico-número atômico) e ED (oralização do elemento químico a partir do modelo atômico).

## Avaliação Final do Repertório referente aos Elementos Químicos (Pós-Teste)

Após o término das duas etapas da proposta de ensino, os 19 participantes foram submetidos, novamente, à avaliação do repertório sobre elementos químicos (reaplicação do Pré-Teste), conforme descrito no Estudo Piloto.

Como forma de sistematizar o Experimento 1, apresenta-se o diagrama de suas etapas.

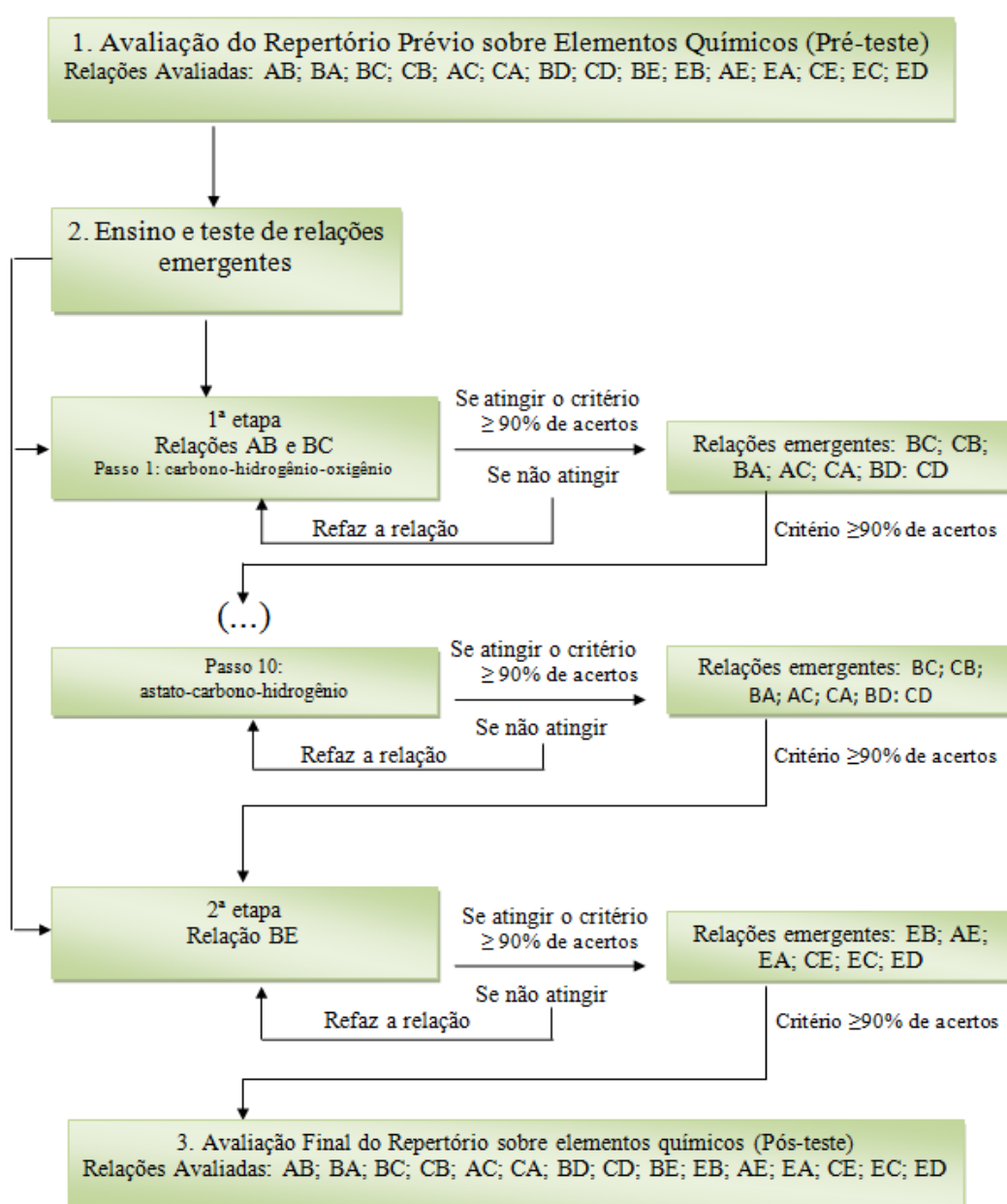


Figura 48. Diagrama representativo das condições experimentais do Experimento 1.

## Resultados

A seguir, será apresentado o desempenho dos participantes na identificação dos elementos químicos presentes nas diferentes relações (AB, BA, BC, CB, AC, CA, BD, CD, BE, EB, AE, EA, CE, EC e ED) avaliadas antes do ensino (Pré-Teste).

Para proceder à análise, optou-se por observar o desempenho dos participantes em dois conjuntos: nas relações entre os estímulos A, B, C e E (AB, AC, BC, AE, BE, CE, BA, CA, CB, EA, EB, EC) e na oralização dos elementos químicos (relações ED, BD e CD). Teve-se para a oralização o total de 10 tentativas por relação (n=10), e nas demais o total de cinco tentativas por relação (n=5).

Adotou-se como critério de desempenho o número de acertos. Nas relações AB, AC, BC, AE, BE, CE, BA, CA, CB, EA, EB, EC considerou-se satisfatório 5 e 4 acertos, insatisfatório 3 acertos e deficitário  $\leq$  a 2 acertos. Nas relações BD, CD e ED satisfatório correspondeu  $\geq$  a 8 acertos, insatisfatório 6 e 7 acertos e deficitário  $\leq$  a 5 acertos.

A Tabela 5 mostra o número de acertos dos participantes nas relações AB, AC, BC, AE, BE, CE, BA, CA, CB, EA, EB, EC <sup>21</sup> e a Tabela 6 mostra o número de acertos na oralização dos elementos químicos, a partir do símbolo, número atômico e modelo atômico (relações EB, EC, ED).

---

<sup>21</sup>Retomando: AB (nome-símbolo); BA (símbolo-nome); BC (nome-número atômico); CB (número atômico-símbolo); AC (nome- número atômico); CA (número atômico-nome); BE (símbolo-modelo atômico); EB (modelo atômico-símbolo); AE (nome-modelo atômico); EA (modelo atômico-nome); EC (modelo atômico-número atômico) e CE (número atômico-modelo atômico).

Tabela 5  
*Número de acertos dos participantes nas relações AB, AC, BC, AE, BE, CE, BA, CA, CB, EA, EB, EC*

Participante	Relações (n=5)											
	AB	BA	BC	CB	AC	CA	BE	EB	AE	EA	CE	EC
P1	5	5	3	3	3	4	5	4	4	4	5	5
P2	5	4	4	5	3	4	5	2	3	4	1	2
P3	4	4	2	4	2	4	5	3	3	3	4	5
P4	4	4	2	3	3	4	5	4	2	4	1	4
P5	5	5	3	2	3	5	0	4	0	3	2	5
P6	3	5	1	1	4	5	4	2	1	5	3	4
P7	5	5	5	3	3	2	1	4	1	4	3	4
P8	5	3	3	4	2	4	2	5	2	4	2	4
P9	4	5	3	2	4	4	1	2	2	4	2	4
P10	5	4	3	4	1	3	4	2	2	4	1	4
P11	5	4	3	4	2	3	2	4	1	3	3	5
P12	3	4	2	1	0	4	2	4	1	3	2	2
P13	5	4	4	3	2	3	0	3	2	3	2	2
P14	0	4	0	3	1	1	2	2	1	0	1	1
P15	4	4	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1
P16	3	3	0	2	2	2	2	1	4	1	2	2
P17	3	2	2	3	2	1	1	1	0	1	2	4
P18	4	3	0	2	0	1	3	2	1	2	0	1
P19	2	2	1	2	2	0	2	1	3	1	2	3

Tabela 6  
*Número de acertos dos participantes nas relações BD, CD e ED*

Participantes	Relações (n=10)		
	BD	CD	ED
P1	6	1	1
P2	4	2	3
P3	2	1	1
P4	2	0	0
P5	9	2	0
P6	7	2	3
P7	6	1	1
P8	5	1	0
P9	5	3	2
P10	5	1	0
P11	6	1	2
P12	6	0	0
P13	4	1	0
P14	9	1	1
P15	2	1	0
P16	5	0	0
P17	4	0	0
P18	4	0	0
P19	4	0	0

Os dados mostram que nas diferentes relações entre os estímulos apresentados (Tabela 5), a dificuldade de P1 encontra-se nas relações BC (símbolo-número atômico), CB (número atômico-símbolo) e AC (nome impresso-número atômico), com três acertos, no máximo. Verifica-se, assim, que a dificuldade de P1 encontra-se apenas no reconhecimento de algumas relações que envolvem o número atômico. Quanto à oralização (Tabela 6), o participante teve, no máximo, seis acertos quando se apresentava o símbolo (relação BD), sendo que quando se apresentou o número atômico e o modelo atômico, o participante acertou uma única tentativa. Os resultados indicam que o participante sabe oralizar parte dos elementos químicos a partir do símbolo, repertório que não garante que ocorra a oralização dos mesmos elementos químicos quando são apresentados os respectivos número e modelo atômico.

Quanto a P2, os dados mostram que nas diferentes relações entre os estímulos apresentados (Tabela 5), o pior desempenho ocorreu frente às relações CE (número atômico-modelo atômico), com um único acerto, EB (modelo atômico-símbolo) e EC (modelo atômico-número atômico), com dois acertos, e nas relações AC (nome impresso-número atômico) e AE (nome impresso-modelo atômico), com três acertos. Verifica-se, assim, que a dificuldade de P2 ocorre quando são apresentadas as relações que contêm o número atômico e o modelo atômico. Quanto à oralização (Tabela 6), o desempenho foi deficitário, pois o participante teve, no máximo, quatro acertos quando foi apresentado o símbolo (relação BD), sendo que quando foi apresentado o número atômico e o modelo atômico, acertou duas em três tentativas, respectivamente. Os resultados indicam que o participante não sabe oralizar a maioria dos elementos químicos a partir dos seus símbolos, números atômicos e modelos atômicos.

Com relação a P3, verifica-se, conforme Tabela 5, que o desempenho do participante foi pior nas relações BC (símbolo-número atômico) e AC (nome impresso-número atômico), com dois acertos, e nas relações EB (modelo atômico-símbolo), AE (nome impresso-modelo atômico), EA (modelo atômico-nome impresso) com três acertos. É possível observar que P3 teve dificuldade nas relações em que estão presentes o número atômico e o modelo atômico. Já na oralização (Tabela 6) do elemento químico, observa-se que a dificuldade do participante encontra-se presente quando lhe são apresentados tanto os símbolos, quanto os números atômicos e os modelos atômicos, pois obteve dois acertos no máximo.

Quanto a P4, observa-se, conforme a Tabela 5, que a dificuldade do participante encontra-se nas relações CE (número atômico-modelo atômico), com um único acerto, BC (símbolo-número atômico) e AE (nome impresso-modelo atômico), com dois acertos e CB (número atômico-símbolo) e AC (nome impresso-número atômico), com três acertos. Nota-se que o número atômico ou o modelo atômico está presente na maior parte dessas relações. Com relação à oralização dos elementos químicos (Tabela 6), verifica-se que P4 não sabe oralizá-los, seja a partir do símbolo, seja a partir do número e do modelo atômico.

Quanto a P5, os dados mostram que, nas diferentes relações entre os estímulos apresentadas (Tabela 5), a dificuldade do participante encontra-se nas relações BE (símbolo-modelo atômico) e AE (nome impresso-modelo atômico), com desempenho nulo, CB (número atômico-símbolo) e CE (número atômico-modelo atômico), com dois acertos, BC (símbolo-número atômico), AC (nome impresso-número atômico) e EA (modelo atômico-nome impresso), com três acertos. Nota-se que o número atômico ou o modelo atômico está presente nessas relações. Com relação à oralização (Tabela 6) dos elementos químicos, verifica-se que P5 não consegue oralizar os elementos químicos a partir do número e do modelo atômico (relações CD e ED); já na relação BD (oralização a

partir do símbolo), o desempenho do participante é suficiente, com nove acertos. Verifica-se que P5 identifica os elementos químicos, a partir de seus símbolos, portanto ele sabe o que tais símbolos representam. No entanto, ele não sabe os respectivos números e modelos atômicos.

Com relação a P6, verifica-se, conforme Tabela 5, que a dificuldade do participante ocorre frente às relações BC (símbolo-número atômico), CB (número atômico-símbolo) e AE (nome impresso-modelo atômico), com um único acerto, EB (modelo atômico-símbolo), com dois acertos, e AB (nome impresso-símbolo) e CE (número atômico-modelo atômico), com três acertos. Verifica-se que P6 tem mais dificuldade em parte das relações que contêm número atômico e modelo atômico. Já na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), observa-se que na relação BD obteve sete acertos, assim ele conhece a maior parte dos símbolos que representam os elementos químicos; no entanto, não oralizou-os quando lhe eram apresentados o número e o modelo atômico (relações CD e ED).

Quanto a P7, os dados mostram que ao serem apresentadas as diferentes relações entre os estímulos, conforme Tabela 5, o participante acertou uma única tentativa nas relações BE e AE, sendo que na relação CA (número atômico-nome impresso) teve dois acertos e nas relações CB (número atômico-símbolo), AC (nome impresso-número atômico) e CE (número atômico-modelo atômico) teve três acertos. Verifica-se que a dificuldade de P7 encontra-se em parte das relações que contêm o número atômico e o modelo atômico. Quanto à oralização (Tabela 6), P7 teve seis acertos quando foi apresentado o símbolo (relação BD), sendo que quando foi apresentado o número atômico e o modelo atômico, acertou uma única tentativa. Os resultados indicam que, embora o participante conheça parte dos símbolos representativos dos elementos químicos, não houve oralização dos mesmos a partir do número e o modelo atômico.

Com relação a P8, observa-se que, do conjunto das relações avaliadas (Tabela 5), a dificuldade do participante encontra-se nas relações AC (nome impresso-número atômico), BE (símbolo-modelo atômico), AE (nome impresso-modelo atômico) e CE (número atômico-modelo atômico), com dois acertos, e BA (símbolo-nome impresso) e BC (símbolo-número atômico), com três acertos. Com relação à oralização (Tabela 6), verifica-se que P8, embora a partir do símbolo consiga oralizar parte dos elementos químicos, não faz o mesmo quando o número e o modelo atômico lhe são apresentados.

Quanto a P9, verifica-se que do conjunto das relações apresentadas (Tabela 5), a dificuldade do participante está nas relações BE (símbolo-modelo atômico atômico), com um único acerto, CB (número atômico-símbolo), EB (modelo atômico-símbolo), AE (nome impresso-modelo atômico) e CE (número atômico-modelo atômico), com dois acertos, e BC (símbolo-número atômico), com três acertos. Os dados mostram a dificuldade de P9 em relações que contêm número atômico e modelo atômico. Na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), observa-se que tem dificuldade a partir do número atômico e do modelo atômico (relações CD e ED), pois obtem três acertos no máximo, embora conheça parte dos símbolos representativos dos elementos químicos (cinco acertos).

No caso de P10, verifica-se que das diferentes relações avaliadas (Tabela 5), P10 teve dificuldade nas relações AC (nome impresso-número atômico) e CE (número atômico-modelo atômico), com um acerto, EB (modelo atômico-símbolo) e AE (nome impresso-modelo atômico), com dois acertos, BC (símbolo-número atômico) e CA (número atômico-nome impresso), com três acertos. Quanto à oralização dos elementos químicos (Tabela 6), o participante não os oralizou quando lhe eram apresentados o número e o modelo atômico; no entanto, oralizou parte dos símbolos representativos dos elementos químicos (cinco acertos na relação BD).

Quanto a P11, observa-se, na Tabela 5, que a dificuldade do participante ocorre frente às relações AC (nome impresso-número atômico), BC (símbolo-número atômico), AE (nome impresso-modelo atômico), BE (símbolo-modelo atômico), CE (número atômico-modelo atômico), CA (número atômico-nome impresso) e EA (modelo atômico-nome impresso), com número de acertos variando de um a três. Nota-se que o número atômico ou o modelo atômico está presente na maior parte dessas relações. Com relação à oralização dos elementos químicos (Tabela 6), verifica-se que P11 não consegue oralizá-los a partir do número e do modelo atômico, no entanto, na oralização a partir do símbolo (relação BD), P11 apresenta melhor desempenho (seis acertos).

Com relação a P12, verifica-se que do conjunto das relações avaliadas, conforme Tabela 5, o participante apresentou melhor desempenho nas relações BA (símbolo-nome impresso), CA (número atômico-nome impresso) e EB (modelo atômico-símbolo), com quatro acertos. É possível observar a dificuldade de P12 nas demais relações entre o nome impresso, símbolo, número atômico e modelo atômico. Já na oralização (Tabela 6), observa-se que embora o participante tenha oralizado seis elementos químicos a partir do símbolo, não consegue oralizá-los a partir do número e do modelo atômico.

No caso de P13, verifica-se que o melhor desempenho do participante foi nas relações AB (nome impresso-símbolo), com cinco acertos, BA (símbolo-nome impresso) e BC (símbolo-número atômico), com quatro acertos. Nas demais relações obteve três ou menos acertos. Observa-se, portanto, a dificuldade de P13 na maior parte das relações entre o nome impresso, símbolo, número atômico e modelo atômico. Na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), P13 apresenta dificuldade, seja a partir do símbolo, do número ou do modelo atômico.

P14, por sua vez, apresenta o melhor desempenho na relação BA (símbolo-nome impresso), com quatro acertos, e na relação CB (número atômico-símbolo), com três acertos. É possível observar a dificuldade de P14 na quase totalidade das relações entre o nome impresso, símbolo, número atômico e modelo atômico, pois apresentou no máximo dois acertos. Já na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), a dificuldade de P14 ocorre quando deve ser feita a partir do número e do modelo atômico, já que ele oralizou nove dos 10 elementos químicos, a partir do símbolo. Ou seja, P14 tem conhecimento, praticamente, da totalidade dos símbolos representativos dos elementos químicos.

Quanto a P15, verifica-se que o melhor desempenho foi nas relações AB (nome impresso-símbolo) e BA (símbolo-nome impresso), com quatro acertos, seguido pela relação CA (número atômico-nome impresso), com três acertos. Observa-se a dificuldade de P15 na quase totalidade das relações entre o nome impresso, símbolo, número atômico e modelo atômico. Também, na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), P15 apresenta dificuldade nas três situações: a partir do símbolo, do número e do modelo atômico (relações BD, CD e ED).

Quanto a P16, conforme apresentado Tabela 5, o desempenho foi melhor na relação AE (nome impresso-modelo atômico), com quatro acertos, e nas relações AB (nome impresso-símbolo) e BA (símbolo-nome impresso), com três acertos. Nas demais relações entre o nome, símbolo, número atômico e modelo atômico, P16 apresentou desempenho deficitário, já que teve, no máximo, dois acertos. Na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), acertou cinco dos elementos a partir do símbolo (relação BD), porém, a partir do número e do modelo atômico, não obteve sequer um acerto.

Com relação a P17, observa-se, conforme Tabela 5, que o melhor desempenho do participante foi na relação EC (modelo atômico-número atômico), com quatro acertos e nas relações AB (nome impresso-símbolo) e CB (número atômico-símbolo), com três acertos. Na quase totalidade das relações avaliadas é possível notar a dificuldade de P17, já que teve no máximo dois acertos. Na oralização (Tabela 6), P17 acertou apenas quatro dos 10 elementos químicos a partir do símbolo (relação BD), sendo que apresentou desempenho nulo, quando se solicitou a oralização a partir do número e do modelo atômico (relações CD e ED).

Quanto a P18, verifica-se que o melhor desempenho do participante foi na relação AB (nome impresso-símbolo), com quatro acertos, e nas relações BA (símbolo-nome impresso) e BE (símbolo-modelo atômico), com três acertos. Nas demais relações, nota-se a dificuldade de P18, já que o melhor desempenho foi de dois acertos. Já na oralização (Tabela 6), P18 acertou apenas quatro dos 10 elementos químicos, a partir do símbolo (relação BD), sendo que apresentou desempenho nulo quando se solicitou a oralização a partir do número e do modelo atômico (relações CD e ED).

Com relação a P19, verifica-se, conforme Tabela 5, que o participante teve dificuldade em todas as relações, pois o melhor desempenho foi nas relações AE (nome impresso-modelo atômico) e EC (modelo atômico-número atômico), com três acertos. Também apresentou dificuldade na oralização dos elementos químicos (Tabela 6), pois acertou apenas quatro elementos, a partir do símbolo (relação BD).

Apresenta-se, na Tabela 7, o número de relações (excluídas as de oralização) por nível de desempenho alcançado pelos participantes. Partiu-se da Tabela 5 e contou-se, para cada participante, o número de relações em cada nível de desempenho (satisfatório, insatisfatório e deficitário).

Tabela 7  
Número de relações por nível de desempenho alcançado pelos participantes

Desempenho	P1	P3	P2	P4	P7	P6	P8	P10	P9	P11	P5	P13	P12	P15	P16	P17	P18	P14	P19
S ≥ a 4 acertos	9	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	3	3	2	1	1	1	1	0
I 3 acertos	3	3	2	2	3	2	2	2	1	4	3	4	2	1	2	2	2	1	2
D ≤ a 2 acertos	0	2	3	3	3	4	4	4	5	3	4	5	7	9	9	9	9	10	10

*Nota:* Retomando as relações AB, AC, BC, AE, BE, CE, BA, CA, CB, EA, EB, EC foram avaliadas com cinco tentativas cada uma.

Os dados mostram que nas relações avaliadas, os piores desempenhos foram os de P11, P5, P13, P12, P15, P16, P17, P18, P14, e P19, pois frente às 15 relações entre o nome dos elementos químicos e o respectivo símbolo, número atômico e modelo atômico avaliadas, em mais de 50 % apresentaram desempenho insatisfatório e deficitário.

Outro grupo de participantes (P3, P2, P4, P7, P6, P8, P10, P9) conseguiu atingir nível satisfatório em metade ou pouco mais da metade das 15 relações avaliadas, indicando um certo nível de conhecimento de química.

No caso de P1, este destacou-se por ter apresentado desempenho satisfatório em nove das 12 relações avaliadas, sendo o melhor desempenho do grupo.

A Figura 49 mostra, para cada um dos participantes, o desempenho frente às relações que exigiam a oralização (do símbolo/ BD; do número atômico/ CD e do modelo atômico/ ED).

Critério de desempenho		P5	P14	P6	P11	P1	P7	P12	P9	P8	P10	P16	P2	P13	P17	P18	P19	P3	P15	P4
S	≥ a 8 acertos	BD	BD																	
I	6 e 7 acertos			BD	BD	BD	BD	BD												
D	≤ a 5 acertos	CD ED	CD ED	ED CD	ED CD	CD ED	CD ED	CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD ED CD	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED	BD CD ED

*Figura 49.* Número de acertos nas relações BD, CD, ED, por participante.

*Nota:* As relações BD, CD e ED foram avaliadas com 10 tentativas cada uma.

Os dados revelam que, quando os símbolos eram apresentados (relação BD), dois participantes (P5 e P14) tiveram desempenho satisfatório (acertando nove dos elementos químicos) e outros cinco participantes (P6, P11, P1, P7 e P12) tiveram desempenho insatisfatório nessa relação (acertando seis dos elementos químicos quando seus símbolos eram apresentados). Os demais atingiram o nível deficitário, com no máximo cinco acertos.

Em relação à oralização dos elementos químicos a partir do número atômico (relação CD) e modelo atômico (relação ED), os participantes praticamente não apresentaram acertos, já que apenas P8 teve três acertos. Esses resultados revelam que, apesar de alguns participantes saberem nomear pelo menos parte dos elementos químicos, ao visualizarem seus símbolos, os mesmos não conseguiram nomeá-los a partir de seus respectivos números e modelos atômicos.

Em suma, considerando-se as relações testadas entre o nome impresso, o símbolo, o número atômico, o modelo atômico dos elementos químicos e a oralização dos mesmos, o pior desempenho desses participantes ocorreu na oralização, a partir do número atômico (relação CD) e do modelo atômico (relação ED). O Pré-Teste indicou, ainda, que é possível saber nomear o elemento químico a partir do símbolo (relação BD), como ocorreu com P14, sem identificar as relações entre nome impresso, símbolo, número atômico e modelo atômico. É possível identificar tais relações, sem conseguir oralizar o elemento químico a partir do símbolo, número atômico e modelo atômico.

### Desempenho dos participantes na 1ª etapa: ensino do nome impresso, símbolo e número atômico dos elementos químicos

Oito participantes (P3, P4, P10, P11, P12, P15, P16 e P18) passaram pela 1ª etapa do procedimento de ensino.

Conforme descrito no Estudo Piloto, foram ensinadas as relações AB e BC<sup>22</sup> e testadas as relações emergentes (CB, BA, AC, CA),<sup>23</sup> a oralização do elemento químico a partir do símbolo (relação BD)<sup>24</sup> e a oralização do elemento químico a partir do número atômico (relação CD)<sup>25</sup>.

A seguir, são apresentados os dados referentes ao desempenho dos participantes que foram submetidos à intervenção, retirados dos relatórios do *MestreLibras*.

Na Figura 50, apresenta-se o tempo, em horas, gasto por participante para realizar as atividades com os conjuntos de elementos químicos.

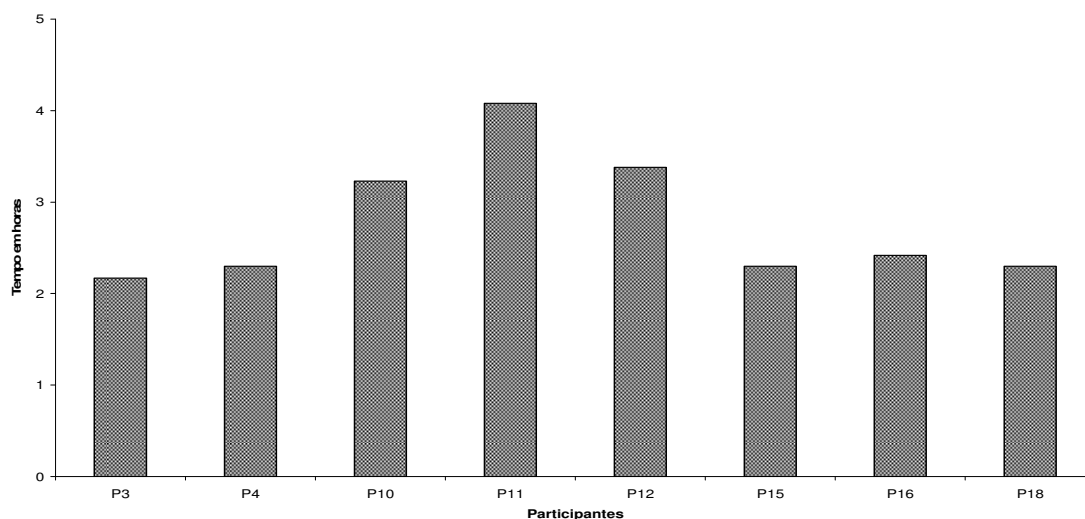


Figura 50. Tempo, em horas, que cada participante utilizou para realizar as atividades referentes aos elementos químicos.

<sup>22</sup> Relações ensinadas: AB (nome impresso – símbolo); BC (símbolo-número atômico).

<sup>23</sup> Relações emergentes: CB (número atômico-símbolo); BA (símbolo-nome impresso); AC (nome impresso-número atômico); CA (número atômico-nome impresso).

<sup>24</sup> Relação BD (símbolo-oralização).

<sup>25</sup> Relação CD (número atômico-oralização).

Observa-se que o tempo máximo para a realização das atividades foi de 4 horas e 8 minutos, sendo que o tempo mínimo foi de 2 horas e 17 minutos. Fica claro que o tempo despendido foi pequeno, pois mesmo as quatro horas despendidas por P11 não correspondem sequer a um período normal de atividades em sala de aula, uma vez que os alunos do Ensino Médio têm, em média, 5 horas e 20 minutos de aula por dia. É considerável a economia de tempo na realização das atividades (englobando as relações de ensino AB, BC, BE e o teste de relações emergentes CB, BA, AC, CA, BD, CD, EB, AE, EA, CE, EC e ED CD).

Comparando o tempo gasto por P11 (4 horas e 8 minutos), com o utilizado por P3 (2 horas e 17 minutos), para concluir as atividades (ensino e teste das relações emergentes), verifica-se que o ritmo de cada participante foi muito diferente. No entanto, embora P3 tenha levado menos tempo do que P11, ambos atingiram o patamar de desempenho esperado durante as atividades de ensino, como se verá posteriormente. Assim, fica claro que se pode promover o desempenho esperado, respeitando-se o ritmo do aluno.

A seguir, são apresentados os resultados referentes às relações ensinadas e testadas. Os resultados são apresentados por participante e estão na mesma ordem em que ocorreram o ensino das relações (AB e BC) e o teste de relações emergentes (CB, BA, AC, CA, BD e CD). As duas últimas relações apresentadas referem-se à oralização dos elementos químicos. A Tabela 8 apresenta o percentual de acertos dos diferentes participantes.

Tabela 8

Percentual médio<sup>26</sup> de acertos, por participante, nas relações ensinadas (AB e BC) e nas relações emergentes (CB, BA, AC, CA, BD e CD)

Participantes	Relações							
	Ensino		Emergentes					
	AB	BC	CB	BA	AC	CA	BD	CD
P3	100	94	100	100	98,4	100	100	100
P4	100	100	100	100	100	100	100	100
P10	100	97,6	99,2	100	99,2	100	100	100
P11	100	95,8	98,4	100	96,6	100	100	100
P12	100	93,2	99,3	99,3	97,9	99,3	100	100
P15	100	93,6	90,3	98,7	87,7	89,7	100	99,3
P16	100	100	99,2	100	99,2	99,2	100	100
P18	100	98,5	98,5	99,2	94	98,5	100	100

Nota: (A) nome impresso; (B) símbolo; (C) número atômico e (D) oralização.

Verifica-se que, nas relações ensinadas, todos os participantes obtiveram 100% de acertos na relação AB (nome impresso-símbolo) e, no mínimo, 93,6% de acertos na relação BC (símbolo-número atômico). Os participantes, com exceção de P4 e P16, repetiram em algum momento as tentativas da relação BC. No teste de emergência, o desempenho de todos os participantes foi excelente. O pior desempenho foi de P15, que teve em torno de 90% de acertos em três das cinco relações avaliadas. Os demais apresentaram porcentagens máxima de acertos, ou próximo dela. A partir do ensino de duas relações apenas, emergiram seis relações. É importante destacar que houve emergência da nomeação do elemento químico, tanto a partir do símbolo (100% de acertos), quanto do número atômico, nessa última com mínimo de 99,3% de acertos.

<sup>26</sup> Retomando, em cada relação ensinada e testada, foram somados os percentuais de acertos de cada passo de ensino e as suas eventuais repetições, a partir do relatório do MestreLibras, dividindo-se pelo número de passos, ou seja: % média =  $\frac{\sum \% \text{ passo } 1 + \% \text{ passo } 2 + \% \text{ passo } n}{\text{N}^\circ \text{ total de passos}}$

Verifica-se, portanto, que a programação proposta promoveu a emergência de relações não ensinadas diretamente, incluindo a oralização dos elementos químicos. Emergiram as relações simétricas, transitivas e de simetria da transitividade, indicando que os estímulos dos conjuntos A, B e C tornaram-se equivalentes.

### Desempenho dos participantes na 2ª etapa: ensino do modelo atômico

Nessa 2ª etapa, foi ensinada a relação BE<sup>27</sup>, a partir da qual houve a integração do conjunto E à classe de estímulos equivalentes e, testadas as relações emergentes (EB, AE, EA, CE, EC)<sup>28</sup> e a oralização do elemento químico a partir do modelo atômico (relação ED)<sup>29</sup>. Os dados obtidos nas relações de ensino BE e relações emergentes EB, AE, EA, CE, EC e ED são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9

*Percentual médio de acertos de P3, P4, P10, P11, P12, P15, P16, P18 na relação ensinada (BE) e no teste das relações emergentes (EB, AE, EA, CE, EC e ED)*

Participantes	Relações						
	Ensino	Emergentes					
	BE	EB	AE	EA	CE	EC	ED
P3	97,8	96	96,8	100	100	100	100
P4	98,5	100	100	100	98	100	100
P10	100	100	100	100	100	100	100
P11	95,8	100	100	100	100	100	100
P12	95,4	100	100	100	93,4	98,4	100
P15	96,6	100	100	100	98	100	100
P16	96,7	100	100	91,6	95	96,6	100
P18	100	100	100	100	100	100	100

*Nota:* (A) nome impresso; (B) símbolo; (C) número atômico (D) Oralização e (E) Modelo Atômico.

<sup>27</sup> Relação ensinada: BE (símbolo-modelo atômico).

<sup>28</sup> Relações emergentes: EB (modelo atômico-símbolo); AE (nome impresso-modelo atômico); EA (modelo atômico-nome impresso); CE (número atômico-modelo atômico); EC (modelo atômico-número atômico).

<sup>29</sup> Relação ED (modelo atômico-oralização).

Os dados mostram que P10 E P18 apresentaram 100% de acertos nas relações de ensino, sendo que os demais obtiveram desempenho ligeiramente inferior, com no mínimo, 95,4% de acertos. No teste das relações emergentes o desempenho foi excelente. Com exceção de P16, que apresentou 91,6% de acertos na relação EA, nas demais relações, todos os participantes apresentaram entre 95% e 100% de acertos incluindo a nomeação do símbolo a partir do modelo atômico (relação ED).

Tal como no Estudo Piloto, os participantes, ao se depararem com a integração do modelo atômico na atividade, aparentaram ter ficado surpresos com o estímulo, pois disseram: “professor, agora ficou difícil saber... deve ser a quantidade de bolinhas que aparece aqui que deve ser o elemento químico”. Há indícios, na fala dos participantes, de que eles estavam sob controle do número de elétrons apresentado pelas camadas eletrônicas do átomo que, em estado neutro, corresponde ao número atômico presente no núcleo da estrutura atômica.

Os resultados mostram que a partir de uma única relação ensinada, seis novas relações emergiram. Com a integração de um novo elemento (E), a partir de sua relação com um dos elementos da classe de estímulos equivalentes (A, B, C) emergiram novas relações entre o elemento integrado e os demais elementos pertencentes à classe de estímulos equivalentes. Conclui-se que os participantes aprenderam a relacionar o modelo atômico com os nomes, símbolos e números atômicos dos elementos químicos.

### **Desempenho dos participantes na avaliação final (Pós-Teste)**

Ao término da 2ª etapa do procedimento de ensino, os 19 participantes foram submetidos, novamente, à Avaliação do Repertório sobre Elementos Químicos (reaplicação do Pré-Teste). Tal avaliação permitiu verificar o que ocorreu com o

desempenho dos participantes após terem sido submetidos à programação de ensino. Permitiu, ainda, comparar tal desempenho com o dos alunos não submetidos à intervenção.

A Tabela 10 mostra o desempenho apresentado no Pré-Teste e no Pós-Teste dos participantes submetidos ao ensino.

Tabela 10  
Número de acertos apresentados no Pré-Teste e no Pós-Teste referente aos participantes que passaram pelo o ensino

Participantes	RELAÇÕES															
	AB		BA		BC		CB		AC		CA		BD		CD	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
P3	4	5	4	5	2	5	4	5	2	5	4	5	2	10	1	9
P4	4	5	4	5	2	5	3	5	3	5	4	5	2	10	0	6
P10	5	5	4	5	3	5	4	5	1	5	3	5	5	10	1	9
P11	5	5	4	5	3	5	4	5	2	5	3	5	6	10	1	9
P12	3	5	4	5	2	4	1	5	0	4	4	5	6	10	0	8
P15	4	5	4	5	1	5	2	5	1	5	3	5	2	10	1	8
P16	3	5	3	5	0	5	2	4	2	5	2	5	5	10	0	8
P18	4	5	3	5	0	5	2	5	0	5	1	5	4	10	0	10

Participantes	RELAÇÕES													
	BE		EB		AE		EA		CE		EC		ED	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
P3	5	5	3	5	3	5	3	5	4	5	5	5	1	8
P4	5	5	4	5	2	5	4	5	1	5	4	5	0	9
P10	4	5	2	5	2	5	4	5	1	5	4	5	0	10
P11	2	5	4	5	1	5	3	5	3	5	5	5	2	10
P12	2	5	4	5	1	5	3	5	2	4	2	5	0	5
P15	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	0	9
P16	2	5	1	4	4	5	1	5	2	4	2	5	0	9
P18	3	5	2	5	1	5	2	5	0	5	1	5	0	10

Nas relações entre nome do elemento químico, símbolo, número atômico (AB, BA, BC, CB, AC, CA, BE, EB, AE, EA, CE, EC), comparando-se os dois momentos de teste, verifica-se melhoria no desempenho de todos os participantes no Pós-Teste. Em todas as relações, os participantes acertaram todas as tentativas, com exceção de P12, nas relações BC e CE e P16, nas relações CB, EB, CE, ambos com quatro acertos.

Em outras palavras, nas relações frente às quais o participante escolhia a alternativa, em poucos casos o número de acertos não foi máximo.

No que se refere à oralização dos elementos químicos (relações BD, CD e ED), também, verificou-se que houve alteração positiva, com duas exceções: P4, na oralização a partir do número atômico (relação CD) e P12, na oralização a partir do modelo atômico (relação ED), respectivamente, com seis e cinco acertos.

Os demais participantes apresentaram mudança evidente, tendo obtido, após o ensino, entre oito e 10 acertos. Fica claro, pois, que houve alteração positiva no repertório de todos os participantes submetidos ao procedimento de ensino.

A comparação do desempenho desses participantes com o desempenho dos demais alunos que, pré-testados, não passaram pelo procedimento de ensino será feita a seguir.

A tabela 11 mostra o desempenho apresentado no Pré-Teste e no Pós-Teste dos participantes não submetidos ao ensino.

Tabela 11  
Número de acertos apresentados no Pré-Teste e no Pós-Teste referente aos participantes que não passaram pelo ensino

Participantes	RELAÇÕES															
	AB		BA		BC		CB		AC		CA		BD		CD	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
P1	5	5	5	4	3	4	3	5	3	5	4	5	6	10	1	4
P2	5	5	4	5	4	3	5	5	3	4	4	5	4	6	2	3
P5	5	5	5	5	3	4	2	4	3	5	5	5	9	9	2	3
P6	3	5	5	5	1	4	1	4	4	2	5	5	7	8	2	2
P7	5	4	5	5	5	2	3	3	3	2	3	6	5	1	2	
P8	5	5	3	4	3	1	4	5	2	4	4	5	5	3	1	1
P9	4	4	5	5	3	4	2	4	4	3	4	2	5	9	3	3
P13	5	3	4	3	4	2	3	2	2	2	3	2	4	4	1	0
P14	0	4	4	2	0	2	3	2	1	2	1	2	9	5	1	0
P17	3	5	2	4	2	3	3	3	2	1	1	3	4	4	0	0
P19	2	3	2	3	1	2	2	3	2	2	0	3	4	1	0	0

Participantes	RELAÇÕES															
	BE		EB		AE		EA		CE		EC		ED			
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós		
P1	5	5	4	5	4	4	4	5	5	3	5	5	1	5		
P2	5	3	2	4	3	2	4	4	1	3	2	5	3	1		
P5	0	3	4	5	0	2	3	5	2	1	5	4	0	0		
P6	4	3	2	5	1	4	5	5	3	1	4	1	3	2		
P7	1	2	4	4	1	4	4	4	3	5	4	5	1	1		
P8	2	0	5	5	2	1	4	3	2	1	4	5	0	0		
P9	1	0	2	5	2	3	4	3	2	0	4	5	2	0		
P13	0	2	3	1	2	2	3	1	2	0	2	1	0	0		
P14	2	2	2	2	1	2	0	1	1	1	1	2	1	0		
P17	1	1	1	2	0	1	1	2	2	2	4	3	0	0		
P19	2	0	1	2	3	2	1	3	2	4	3	3	0	0		

Nota: As relações BD, CD e ED com 10 tentativas; as demais com cinco tentativas.

Nas 12 relações avaliadas (AB, BA, BC, CB, AC, CA, BE, EB, AE, EA, CE, EC), comparando-se o Pré-Teste e o Pós-Teste dos alunos não submetidos ao procedimento, verifica-se que na maioria das relações poucos alunos atingiram entre quatro e cinco acertos. Três participantes evidenciam melhora no desempenho frente à maioria das relações: P1, P5 e P6. Para os demais, a melhora é pouco evidente.

Na oralização do elemento químico, a partir do símbolo (relação BD), quatro participantes (P1, P5, P6 e P9) apresentaram entre oito e 10 acertos no Pós-Teste, indicando que, mesmo não tendo passado pelo procedimento de ensino, aprenderam a nomear, provavelmente a partir das atividades escolares. Os demais não melhoraram o desempenho, tendo atingido, no máximo, seis acertos.

Quanto à oralização frente ao número atômico (relação CD) e modelo atômico (relação ED), o desempenho dos alunos que não participaram do procedimento não se alterou positivamente, em relação ao Pré-Teste. O melhor desempenho foi de P1, com quatro acertos na relação CD e cinco acertos na relação ED.

A comparação do desempenho dos participantes submetidos à intervenção com o dos alunos que a ela não foram submetidos mostra que, enquanto nesse último grupo a melhora foi muito pequena e para poucos, no caso dos que passaram pela intervenção, quase a totalidade teve mudanças positivas no desempenho, atingindo patamares esperados (entre oito e 10 acertos).

Em suma, ao serem comparados os dados do Pré-Teste com os do Pós-Teste, é possível verificar que houve avanços no repertório dos alunos que passaram pelo procedimento experimental, com destaque para as relações com o modelo atômico como estímulo, e para a oralização dos elementos químicos, a partir do símbolo, do número atômico e do modelo atômico. Isso nos mostra que o procedimento de ensino foi eficaz,

permitiu ensinar o aluno a oralizar os elementos químicos, a partir de suas representações simbólicas e de seus respectivos números e modelos atômicos, objetivo do presente estudo.

### **Discussão**

O objetivo do presente estudo foi levar o aluno a identificar oralmente os elementos químicos, a partir de suas representações simbólicas e de seus números e modelos atômicos. Para isso, foi proposta, para alunos que frequentaram aulas regulares na 2ª série do Ensino Médio, uma programação de ensino de discriminações condicionais, com base no modelo de equivalência de estímulos, com auxílio do software MestreLibras e em contexto coletivo.

As condições propostas foram: Avaliação do repertório prévio (Pré-Teste); Aplicação da programação de ensino de elementos químicos em duas etapas: ensino das relações AB e BC e teste das relações BA, CB, AC, CA, BD, CD (1ª etapa) e ensino da relação BE e teste das relações EB, AE, EA, CE, EC, ED (2ª etapa), Avaliação do repertório final (Pós-Teste). Foram avaliados, antes do ensino, 19 alunos dos quais oito foram submetidos à intervenção; os outros 11 alunos a ela não foram submetidos. Todos os 19 foram avaliados ao término.

Em relação ao repertório inicial dos participantes, os resultados desse estudo mostraram que apresentaram desempenho satisfatório nas relações entre nome e símbolo (relações AB e BA). No entanto, tiveram dificuldades em relacionar os símbolos e os nomes dos elementos químicos com seus respectivos números atômicos e modelos atômicos.

Nas relações de oralização do elemento químico, seja ela a partir do símbolo, ou do número atômico, ou ainda, do modelo atômico, os participantes apresentaram bastante dificuldade, exceto P5 e P14 que obtiveram nove acertos na oralização do elemento químico a partir do símbolo (relação BD).

Verificou-se que aqueles participantes que escolhiam corretamente as alternativas que correspondiam às relações entre o nome e símbolo dos elementos químicos não conseguiam oralizar os elementos químicos a partir de sua representação simbólica, de seu número atômico e de seu modelo atômico. Ficou claro, pois, serem repertórios distintos. Verificou-se, também, que pôde ocorrer a oralização do símbolo do elemento químico, mas não a oralização a partir do número atômico e do modelo atômico, pois também são repertórios distintos. Os dados indicaram que a oralização de um elemento químico é um repertório mais complexo.

Quanto à proposta de ensino, os dados indicaram que os participantes realizaram as tarefas praticamente sem erro (ou com poucos) em todas as relações ensinadas, exceto P12 e P15, que refizeram as tentativas durante o ensino. Os alunos realizaram as atividades de ensino de acordo com seu próprio ritmo, sendo que a maioria atingiu o patamar de desempenho esperado, dispendendo entre 2 horas e 4 horas e 8 minutos de ensino. Esse é um resultado importante no presente trabalho, pois evidencia que é possível ensinar mais coisas em menos tempo, desde que as contingências de ensino sejam planejadas, conforme destacado por Skinner (1968/1972).

Observou-se que todos os alunos, ao se depararem pela primeira vez com o modelo atômico, verbalizaram sobre a complexidade do estímulo, alegando dificuldade para realização da tarefa; logo em seguida, porém, começaram a parear a quantidade de elétrons que estava nas camadas eletrônicas dos átomos, ao redor de seu núcleo, com seus

respectivos números atômicos, aprendidos na 1ª etapa do experimento, indicando que os alunos ficaram sob controle das especificidades das características desse tipo de estímulo (modelo atômico).

Realizou-se o procedimento de ensino em situação coletiva, condição educacional mais próxima à de sala de aula, embora a quantidade de participantes da programação fosse reduzida, comparando-se ao número de alunos de uma sala de aula regular na qual o professor interage com, em média, 40 a 45 alunos, por classe. Por ocorrer em contexto coletivo (os oito participantes estavam dispostos na mesma sala de informática), algumas situações, que não ocorreriam caso a aplicação fosse individual, estiveram presentes. Durante as atividades houve interferências externas que prejudicaram, no momento da interação do participante com a programação de ensino, tais como: alunos batiam na porta e davam recados aos participantes, os próprios monitores<sup>30</sup> interagiam com os participantes, perguntando o registro de matrícula do aluno para cadastrá-lo no sistema da Secretaria Estadual de Educação, para utilização do computador da Sala do Acesso Escola. Também, observou-se que houve interação entre os próprios participantes, como por exemplo, argumentação da dificuldade da tarefa e as comparações entre os ritmos de execução das tarefas. Ainda, embora as tarefas a serem realizadas pelos participantes fossem previamente selecionadas pelo pesquisador, ao seu término o participante chamava o pesquisador para avaliar a oralização do elemento químico e/ou para pedir informações sobre a tarefa. Às vezes acontecia de mais de um participante terminar ao mesmo tempo, o que demandava espera para um ou outro participante ser atendido, nesse intervalo, as conversas paralelas surgiam e causavam desatenção dos demais participantes.

O pesquisador atuava no sentido de manter os alunos interagindo com a programação de ensino, solicitava atenção nas tarefas propostas, fornecia as instruções

---

<sup>30</sup>Alunos contratados pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo que participam do Programa Acesso Escola e são responsáveis pela otimização da sala de informática.

para a realização das atividades, observava o grupo-classe atuando, acompanhava o aluno interagindo com o programa de ensino, ajudava o aluno na utilização do software, respondia as solicitações dos alunos, práticas essas que favoreceram a apresentação de comportamentos acadêmicos pelos alunos (comportamentos que indicavam interação produtiva com a programação de ensino).

A utilização do contexto coletivo indicou que o aluno do Ensino Médio tinha um nível de autonomia, adquirida em situações diárias, que favorecia sua interação com recursos tecnológicos. Por exemplo, eles acessavam o gerenciador de tarefas do software e o relatório de desempenho, anotavam em planilha própria os próprios desempenhos obtidos nas tarefas, independentemente da conferência pelo pesquisador, selecionavam as tarefas indicadas pelo pesquisador, entre outras ações.

O presente estudo mostra que foi possível utilizar, em contexto coletivo, o software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010), e que com o ensino de discriminações condicionais foi possível ensinar conteúdos de química. Destacando-se, pois, a viabilidade de usar equipamentos disponíveis nas escolas, como é o caso dos computadores, para o ensino de disciplinas que compõem a grade curricular, abrindo outras possibilidades para o processo ensino-aprendizagem. Assim, se o professor planejar adequadamente a instrução, poderá utilizar os equipamentos disponíveis, contando com a atuação dos próprios estudantes para manusear as programações, estabelecendo novas contingências para o processo ensino-aprendizagem no contexto educacional.

Os Testes de Emergência das Relações CB, BA, AC, CA foram aplicados após o ensino das relações AB (nome impresso-símbolo) e BC (símbolo-nome impresso). Os resultados evidenciaram que houve emergência de relações simétricas e transitivas, sem que tivessem sido diretamente ensinadas, o que vai ao encontro do que foi proposto pelo

modelo de equivalência de estímulos (Sidman, 1971; Sidman & Tailby, 1982). Segundo o modelo, a partir do ensino de algumas relações emergem novas não diretamente ensinadas.

Ocorreu a emergência de novos repertórios, porém não apenas os receptivos (de escolha da alternativa correspondente ao modelo). Verificou-se que houve oralização dos elementos químicos, com sua emergência a partir do símbolo (relação BD) e do número atômico (relação CD), na 1ª etapa do procedimento. Os testes indicaram que foram formadas classes de estímulos equivalentes entre três grupos de estímulos: nome impresso do elemento químico, símbolo do elemento químico e número atômico do elemento químico.

Na 2ª etapa do Experimento 1, acoplou-se o estímulo E ( modelo atômico) a um dos componentes da classe de estímulos equivalentes, no caso, o estímulo B (símbolo). Ensinou-se a relação BE, sendo que os Testes de Emergência das Relações EB, AE, EA, CE, EC foram aplicados logo após o ensino da relação BE (símbolo-modelo atômico). Os resultados evidenciaram que também houve emergência de todas as relações, sem ensino explícito.

Na relação BE (símbolo-modelo atômico), os resultados foram surpreendentes, pois todos os participantes atingiram patamar máximo de desempenho. Em outras palavras, os resultados indicaram que, tendo os participantes atingido o critério de desempenho estabelecido no ensino da relação BE, única relação ensinada que continha o modelo atômico, ocorreu a emergência de cinco novas relações (EB, AE, EA, CE, EC), além da oralização do elemento químico a partir do modelo atômico (relação ED), sem que essas tivessem sido diretamente ensinadas.

A emergência dessa última relação é importante, já que indica que a integração de um novo estímulo (E: modelo atômico) à classe de estímulos equivalentes possibilitou a ampliação das relações emergentes. Segundo o modelo de equivalência de estímulos, não é

necessário ensinar explicitamente todas as relações quando um novo elemento é acoplado a uma classe de estímulos equivalentes. Basta que o novo membro seja acrescentado à classe de estímulos equivalentes, a partir do ensino de apenas uma relação, o que é suficiente para as demais poderem emergir. Conforme destacado por De Rose (2005):

Estas relações são a princípio independentes, mas podem se integrar à medida que algumas delas são aprendidas. Quando esta integração ocorre, novas relações não explicitamente ensinadas podem emergir: o ensino de algumas delas resulta em transferência para novas relações, com pouco ou nenhum ensino explícito destas novas relações (p. 42).

A realização do teste final (reaplicação do instrumento utilizado para avaliar o repertório prévio sobre elementos químicos) para todos os alunos, incluindo os que não foram submetidos ao ensino, permitiu verificar clara diferença entre os repertórios de ambos os grupos. Os que não se submeteram ao procedimento de ensino não apresentaram melhoras no desempenho, com exceção de quatro participantes, que apresentaram melhoras pontuais: na oralização do número atômico e modelo atômico, porém, o desempenho de todos permaneceu deficitário.

Diferentemente, os participantes submetidos ao procedimento de ensino apresentaram, na totalidade, melhora de desempenho, inclusive na oralização (relações BD, CD e ED), alcançando o número máximo de acertos em quase todas as relações. A evidente diferença entre ambos os grupos é mais um dado a indicar que a programação de ensino proposta foi eficaz para promover o aperfeiçoamento de repertório de química, no caso o relativo aos elementos químicos.

## Experimento 2

No Experimento 2 foi focalizado o repertório referente às diferentes representações de cadeias carbônicas. As cadeias carbônicas podem ser representadas por diferentes fórmulas: estrutural plana, linha, estrutural condensada e molecular. Podem ser classificadas a partir de três critérios: 1) Quanto à existência ou não de extremidades livres (acíclica ou cíclica<sup>31</sup>); 2) Quanto ao tipo de ligações existentes entre os átomos de carbono (saturada ou insaturada); 3) Quanto à presença ou não do heteroátomo (homogênea ou heterogênea).

Este estudo teve por objetivos ensinar o aluno a: 1) oralizar os diferentes tipos de fórmulas de cadeias carbônicas, 2) identificar diferentes representações de uma mesma cadeia carbônica, e; 3) classificar cadeias carbônicas a partir dos três critérios.

## Método

### Participantes

Participaram do estudo 18 alunos<sup>32</sup> da 2ª série do Ensino Médio (identificados como P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, e P19). Tal como no Experimento 1, os alunos compuseram dois grupos. Sete deles (P3, P4, P10, P11, P12, P15 e P16) deram continuidade à sua participação, sendo submetidos a todas as

---

<sup>31</sup> A literatura em Química denomina que as cadeias acíclicas podem ser chamadas de abertas e as cíclicas de fechadas.

<sup>32</sup> Um dos alunos (P18) deixou de participar, após o Experimento 1.

condições experimentais do Experimento 2; os outros 11 alunos participaram apenas das avaliações inicial (Pré-Teste) e final (Pós-Teste) do repertório e do Teste de Generalização. Seguiu-se, também, a Resolução CNS/MS nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, com o protocolo número 077923/2013.

### **Local e Materiais**

A coleta de dados foi realizada em uma sala ambiente de informática (denominada ACESSA Escola), da própria instituição de ensino, fora do horário da aula de química, como já descrito no Experimento 1 - Estudo Piloto.

Estímulos. Foram utilizados os seguintes grupos de estímulos: Nome ditado do tipo de fórmula (I): /Fórmula Estrutural Plana;/ /Fórmula de Linha;/ Fórmula Estrutural Condensada;/ /Fórmula Molecular/. Representação do tipo de fórmula (II): representação da fórmula estrutural plana (A); representação da fórmula de linha (B); representação da fórmula estrutural condensada (C); representação da fórmula molecular (D). Nome impresso do tipo de fórmula (III): fórmula estrutural plana; fórmula de linha; fórmula estrutural condensada; fórmula molecular. Nome impresso da extremidade (E1): acíclica e cíclica. Nome impresso do tipo de ligação (E2): saturada e insaturada. Nome impresso referente à existência ou não de heteroátomo (E3): homogênea e heterogênea.





Nesses conjuntos de estímulos estão presentes cadeias carbônicas abertas, fechadas, saturadas, insaturadas, homogêneas e heterogêneas. Para ensinar os diferentes tipos de fórmulas, foram utilizadas as cadeias abertas  $\text{CH}_4$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8$ ;  $\text{C}_3\text{H}_4$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_5\text{H}_8$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ;  $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$  e as fechadas  $\text{C}_3\text{H}_4$ ;  $\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8$ ;  $\text{C}_5\text{H}_8$ ;  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_8\text{H}_{16}$ .

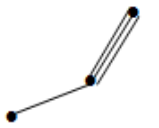
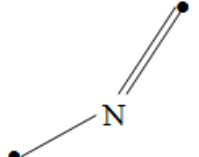

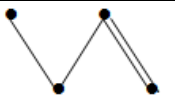
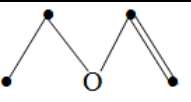

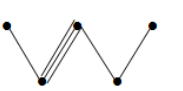
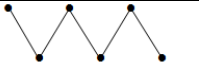


Para a classificação das cadeias carbônicas, no que se refere à existência ou não de extremidades livres (E1), foram utilizadas as cadeias carbônicas abertas  $\text{CH}_4$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_5\text{H}_8$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ;  $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ;  $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$ , e as fechadas  $\text{C}_3\text{H}_4$ ;  $\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8$ ;  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ ;  $\text{C}_8\text{H}_{16}$ .

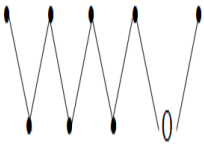
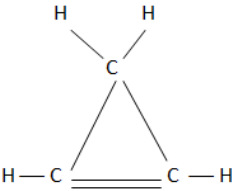
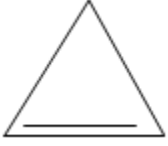
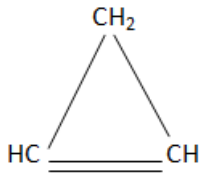
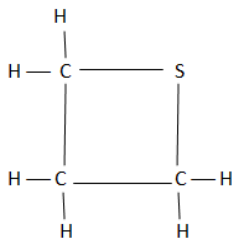

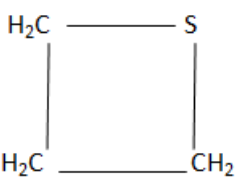
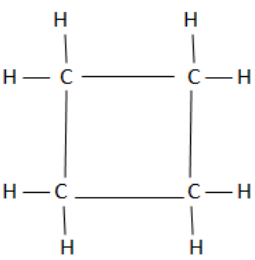

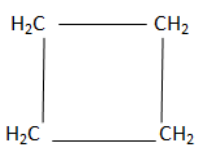
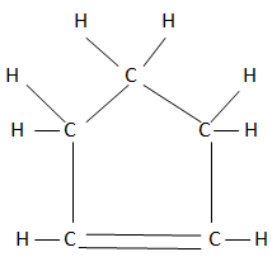
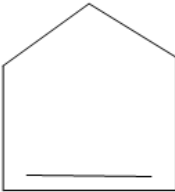
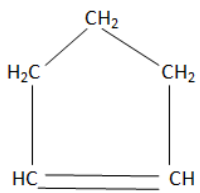
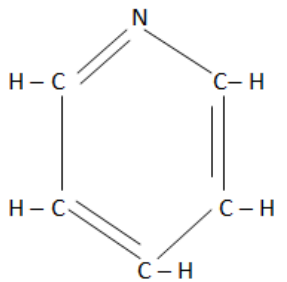
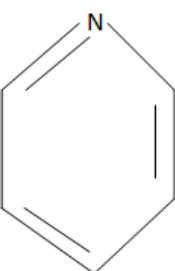
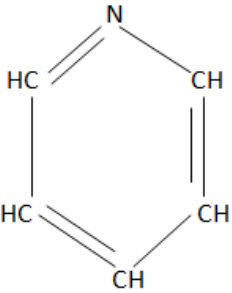
Para a classificação, quanto à presença da insaturação entre os átomos de carbono (E2), foram utilizadas as cadeias abertas  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;  $\text{C}_3\text{H}_6$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_6$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ;  $\text{C}_5\text{H}_8$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  e  $\text{C}_7\text{H}_{14}$  e as cadeias fechadas  $\text{C}_3\text{H}_4$ ;  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_6$  e  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ .

Em relação à presença do heteroátomo entre os átomos de carbono (E3), foram utilizadas as cadeias abertas  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$  e  $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$  e cadeias fechadas  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$ ;  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ;  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$  e  $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{N}$ .

Na Figura 51, são apresentadas as cadeias, em suas diferentes representações, utilizadas no ensino e teste de relações emergentes.

<b>A</b> <b>FÓRMULA ESTRUTURAL PLANA</b> (das cadeias carbônicas)	<b>B</b> <b>FÓRMULA DE LINHA</b> (das cadeias carbônicas)	<b>C</b> <b>FÓRMULA ESTRUTURAL CONDENSADA</b> (das cadeias carbônicas)	<b>D</b> <b>FÓRMULA MOLECULAR</b> (das cadeias carbônicas)
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$		$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \text{H}_3$	$\text{C}_2\text{H}_6$
$\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$		$\text{HC} \equiv \text{CH}$	$\text{C}_2\text{H}_2$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_8$

$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$	$\text{C}_3\text{H}_4$
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{N}=\text{CH}_2$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \\   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\text{C}_4\text{H}_8$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \   \quad \quad   \\ \text{H} \ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \ \text{H} \\   \quad \quad \quad   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_8$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\text{C}_6\text{H}_{12}$
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\text{C}_7\text{H}_{14}$

$  \begin{array}{cccccccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   &   &   &   &   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   &   &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$
			$\text{C}_3\text{H}_4$
			$\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$
			$\text{C}_4\text{H}_8$
			$\text{C}_5\text{H}_8$
			$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

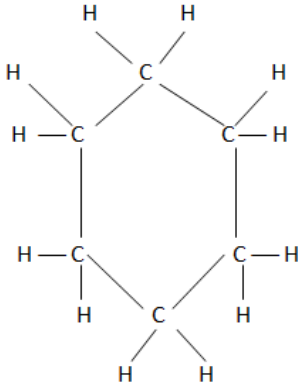
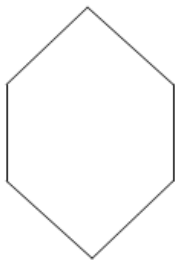
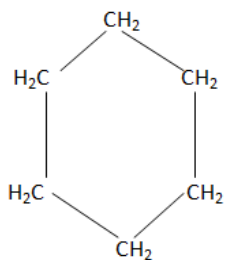
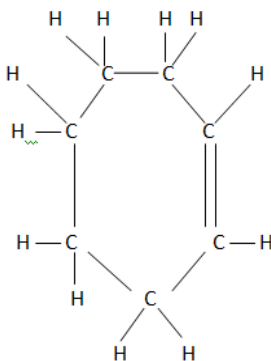
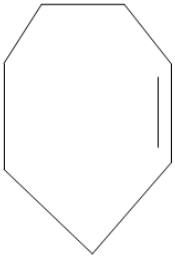
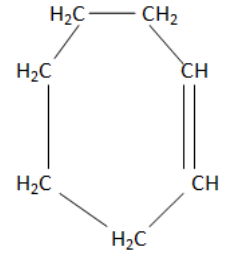
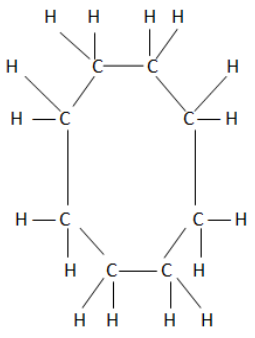
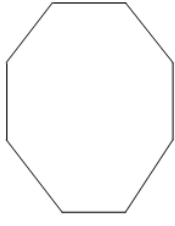
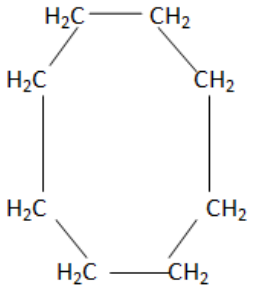


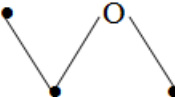




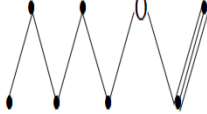
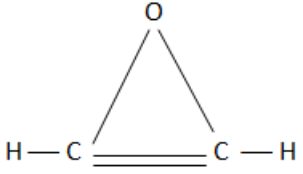
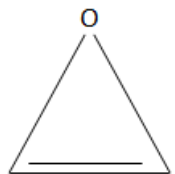
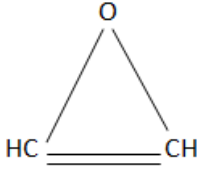
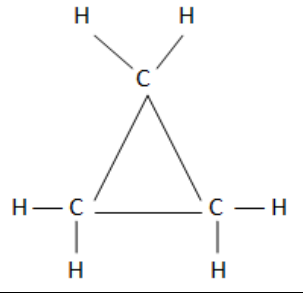
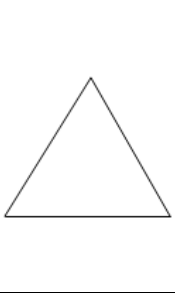
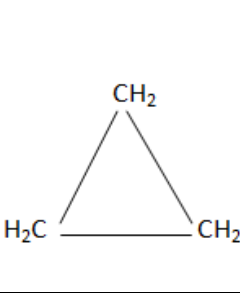
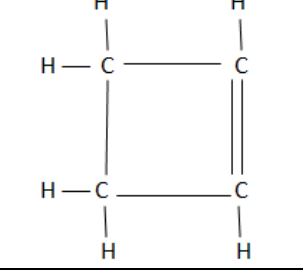
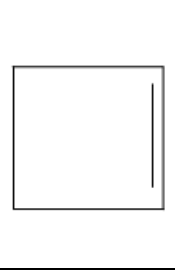
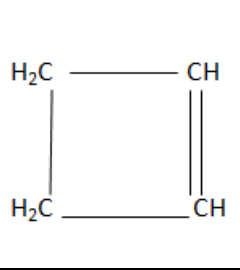
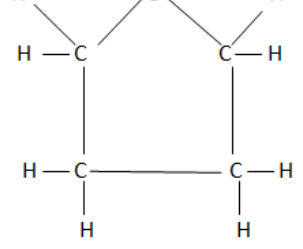
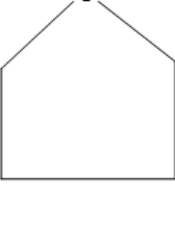
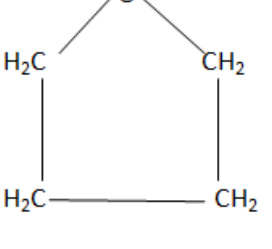
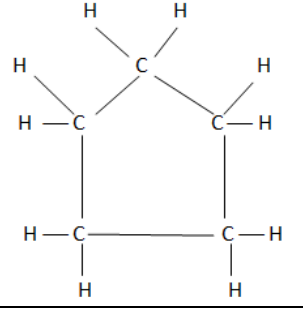

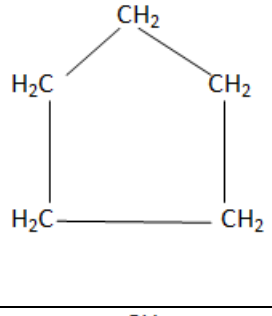
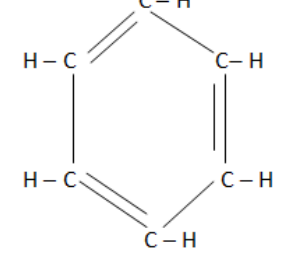
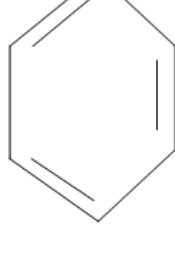
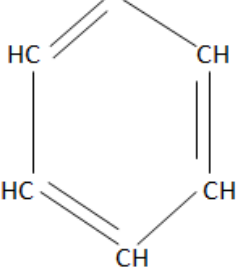
			$C_6H_{12}$
			$C_7H_{12}$
			$C_8H_{16}$

Figura 51. Estímulos utilizados no Ensino e no Teste de Emergência de Relações.

Na Figura 52, são apresentadas as fórmulas utilizadas no Teste de Generalização.

<b>A</b> <b>FÓRMULA ESTRUTURAL PLANA</b> (das cadeias carbônicas)	<b>B</b> <b>FÓRMULA DE LINHA</b> (das cadeias carbônicas)	<b>C</b> <b>FÓRMULA ESTRUTURAL CONDENSADA</b> (das cadeias carbônicas)	<b>D</b> <b>FÓRMULA MOLECULAR</b> (das cadeias carbônicas)
$\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_2\text{C} = \text{C} \text{H}_2$	$\text{C}_2\text{H}_4$
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$	$\text{C}_3\text{H}_6$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_6$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{10}$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$	$\text{C}_6\text{H}_{10}$
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} \equiv \text{CH} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} \equiv \text{CH}$	$\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}$

			$C_2H_2O$
			$C_3H_6$
			$C_4H_6$
			$C_4H_8O$
			$C_5H_{10}$
			$C_6H_6$

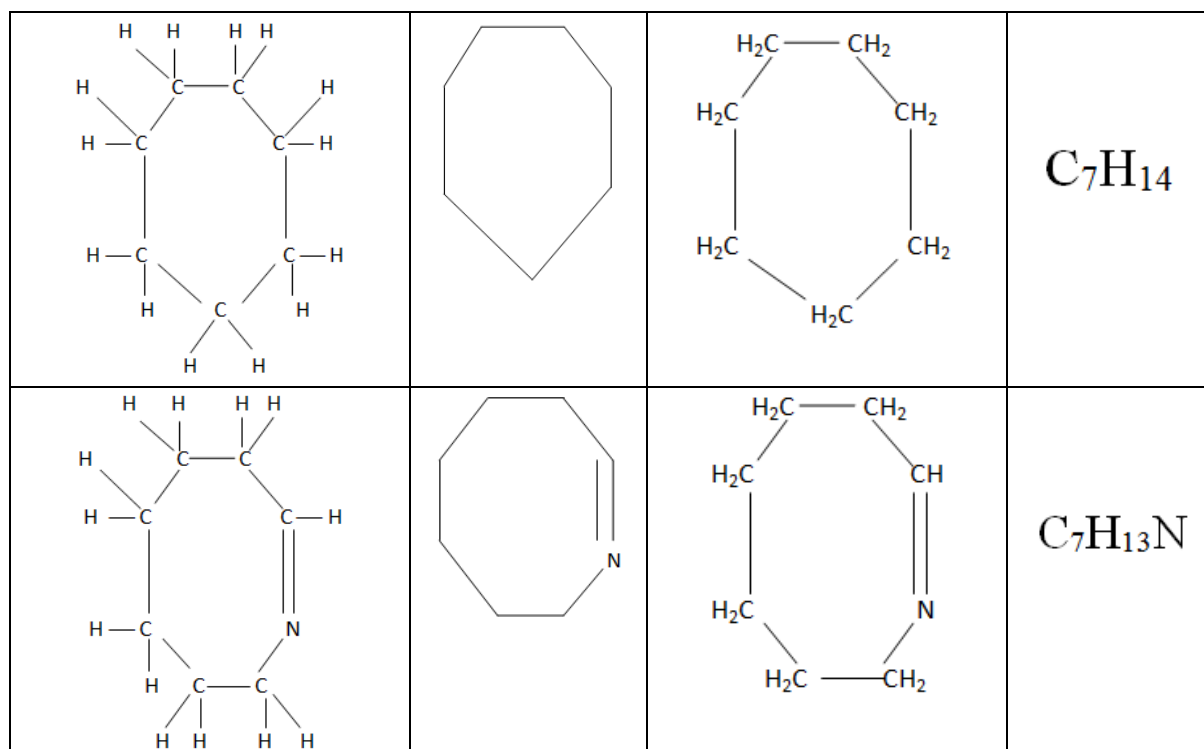


Figura 52. Estímulos utilizados no Teste de Generalização.

Na sequência, são apresentados exemplos de atividades de ensino no MestreLibras (relações I-II, II-III, AB, CB e AC , respectivamente Figuras 53, 54, 55, 56 e 57).

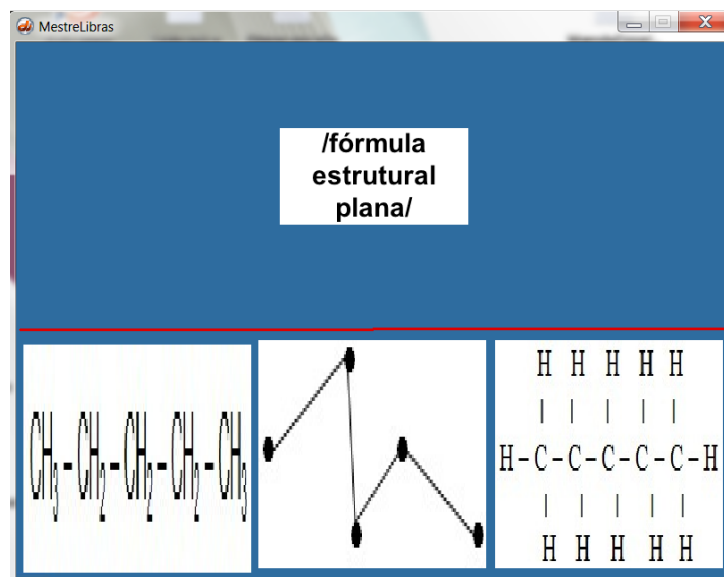


Figura 53. Relação I-II (tipo de fórmula ditada-imagem): a partir do ditado /fórmula estrutural plana/, como modelo, o aluno deverá clicar na imagem correspondente.

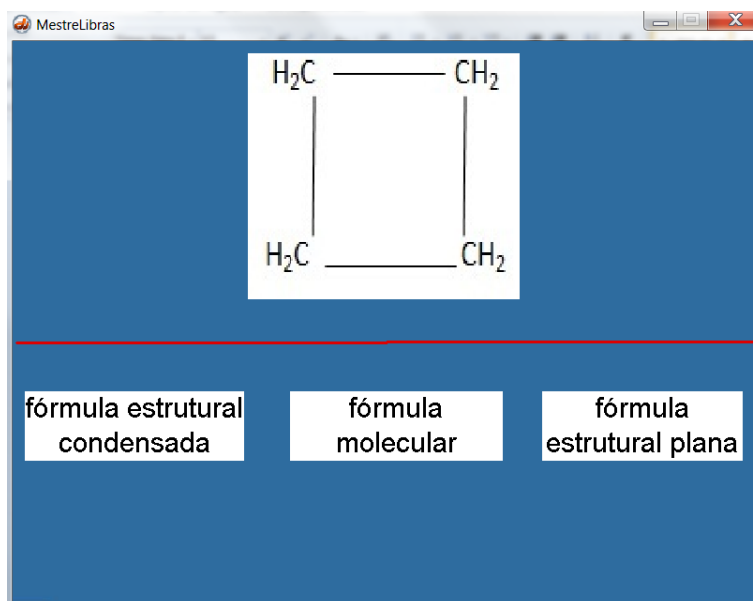


Figura 54. Relação II-III (imagem do tipo de fórmula-nome impresso): a partir da imagem do tipo de fórmula, como modelo, o aluno deverá clicar no nome impresso do tipo de fórmula.

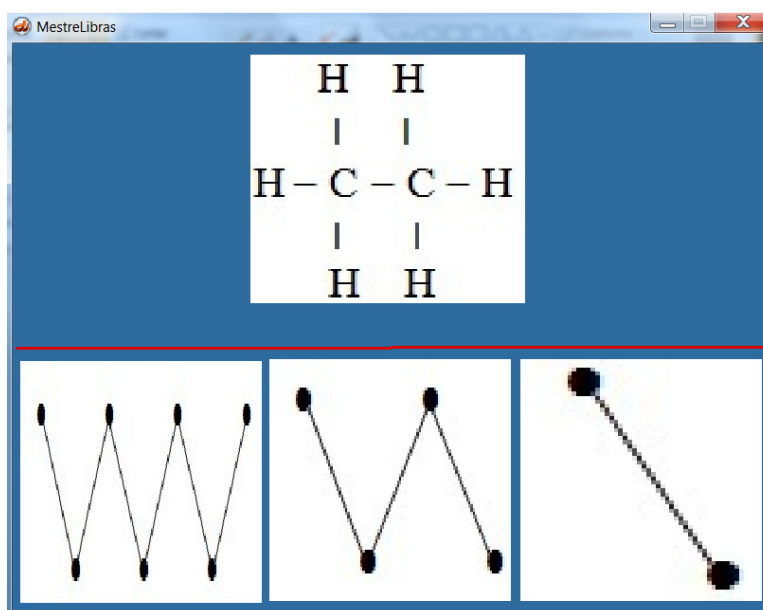


Figura 55. Relação AB (fórmula plana-fórmula linha): a partir da fórmula estrutural plana, como modelo, o aluno deverá clicar na fórmula de linha correspondente.

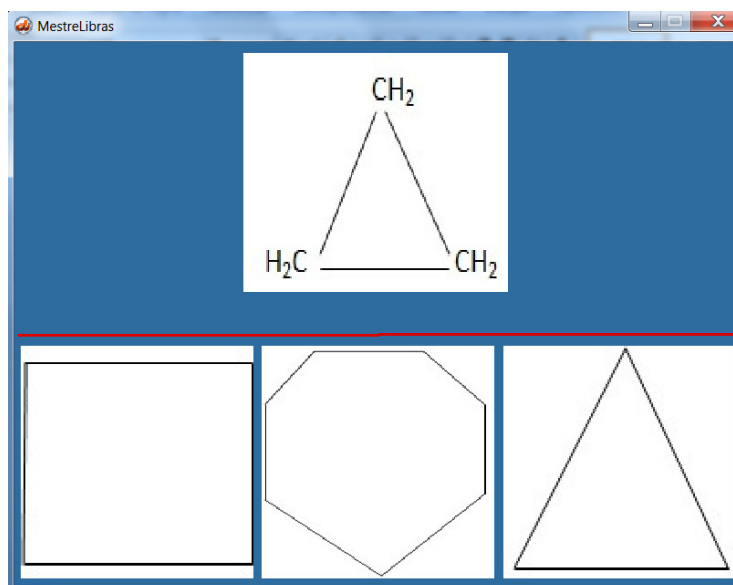


Figura 56. Relação CB (fórmula condensada-fórmula linha): a partir da fórmula estrutural condensada, como modelo, o aluno deverá clicar na fórmula de linha correspondente.

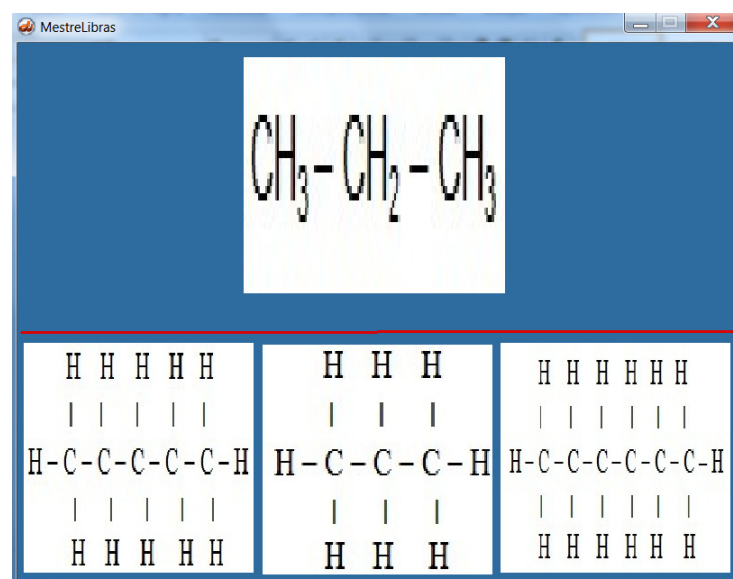


Figura 57. Relação AC (fórmula condensada-fórmula plana): a partir da fórmula estrutural condensada, como modelo, o aluno deverá clicar na fórmula estrutural plana a ele correspondente.

## Procedimento

No Experimento 2, os alunos foram divididos em dois grupos. Sete deles foram submetidos ao procedimento de ensino e os demais só participaram da avaliação do repertório, pois as sessões de ensino ocorriam fora do horário regular das aulas de química, e esses alunos não podiam frequentá-las.

Embora, apenas P3, P4, P10, P11, P12, P15 e P16 tenham sido submetidos ao procedimento de ensino, todos os alunos foram submetidos a três avaliações sobre cadeias carbônicas: Pré-Teste (antes do procedimento de ensino), Teste de Generalização e Pós-Teste (após o procedimento de ensino).

As condições propostas foram: 1. Avaliação do Repertório Prévio sobre Cadeias Carbônicas (Pré-Teste). 2. Aplicação da Programação de Ensino de Cadeias Carbônicas: etapa preparatória – Ensino de Relações I-II e Teste das Relações II-III, III-II e II-O; 1ª etapa - Ensino de Relações AB e AC e Teste das Relações BC, CB, BA e CA; 2ª etapa – Ensino da Relação AD e Teste das Relações DA, BD, DB, CD, DC; 3ª etapa – Ensino da Relação CE1 e Teste das Relações E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D; 4ª etapa – Ensino da Relação CE2 e Teste das Relações E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D; 5ª etapa – Ensino da Relação CE3 e Teste das Relações E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D. 3. Teste de Generalização para Novas Cadeias Carbônicas. 4. Avaliação do Repertório Final sobre Cadeias Carbônicas (Pós-Teste).

### **Avaliação do Repertório Prévio sobre Cadeias Carbônicas (Pré-Teste)**

Os alunos tiveram seus repertórios avaliados, individualmente. Essa avaliação foi realizada em folha de papel sulfite e o desempenho do aluno foi registrado manualmente.

A avaliação do repertório prévio sobre cadeias carbônicas foi composta por oito questões, cada qual contendo entre quatro a oito tentativas (Apêndice F). Foi avaliada a representação das cadeias carbônicas nas suas diferentes fórmulas (estrutural plana, linha, estrutural condensada, molecular) e a sua classificação quanto à existência, ou não, de extremidades livres, quanto ao tipo de ligação existente entre os átomos de carbono e quanto à presença, ou não, do heteroátomo entre os átomos de carbono.

No Pré-Teste<sup>33</sup>, os participantes foram reunidos em uma sala de aula e cada um sentou-se em uma carteira. O Pré-Teste ocorreu em contexto coletivo. O teste foi aplicado, apresentando-se uma questão por vez, em folha de papel sulfite. O pesquisador distribuiu, para cada um, a 1ª questão; após o aluno respondê-la, esta foi recolhida e a 2ª questão foi apresentada, e assim sucessivamente até a questão final. A aplicação foi coletiva, foram utilizadas 2 horas e 15 minutos em uma única sessão.

### **Ensino de Relações e Teste de Relações Emergentes**

As cadeias carbônicas utilizadas no ensino e no teste de relações emergentes (simetria, transitividade e simetria da transitividade) foram as que continham um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete e oito carbonos, das cadeias abertas, e dois, três, quatro, cinco, seis, sete e oito carbonos, das cadeias fechadas (conforme Figura 51). Utilizou-se para a

---

<sup>33</sup> Adota-se como critério de análise do desempenho na avaliação de repertório prévio: satisfatório  $\geq$  a 80% de acertos; insatisfatório: 60 a 79% de acertos e deficitário: abaixo de 60% de acertos.

elaboração da programação de ensino o procedimento de escolha de acordo com o modelo (MTS).

A seguir, são descritas as diferentes etapas do procedimento de ensino.

**Etapa preparatória:** Iniciou-se o procedimento de ensino dos diferentes tipos de fórmulas das cadeias carbônicas. Foi ensinada a relação I-II (nome ditado do tipo de fórmula-representação do tipo de fórmula). Como a relação I-III (nome ditado do tipo de fórmula- nome impresso do tipo de fórmula) já fazia parte do repertório do aluno, após o ensino da relação I-II passou-se ao teste de relações emergentes. Verificou-se a ocorrência da emergência das relações II-III (representação do tipo de fórmula-nome impresso do tipo de fórmula) e sua simétrica (relação III-II), e a oralização do tipo de fórmula, a partir da sua representação (relação II-O). Esse procedimento ocorreu em cada um dos oito passos programados. Por passo, foram 12 tentativas por relação, totalizando 48 tentativas (12 da relação I-II e 36 do teste de relações emergentes).

As cadeias carbônicas utilizadas em cada um dos oito passos foram:  $\text{CH}_4$  ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  (Passo 1);  $\text{C}_3\text{H}_8$  ,  $\text{C}_3\text{H}_4$  ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$  (Passo 2);  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  ,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  (Passo 3);  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  ,  $\text{C}_5\text{H}_8$  ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  (Passo 4);  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  ,  $\text{C}_7\text{H}_{14}$  ,  $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$  (Passo 5);  $\text{C}_3\text{H}_4$  ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$  ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  (Passo 6);  $\text{C}_5\text{H}_8$  ,  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$  ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  (Passo 7);  $\text{C}_7\text{H}_{12}$  ,  $\text{C}_8\text{H}_{16}$  ,  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$  (Passo 8), conforme descrito no Apêndice G.

No ensino, o critério de desempenho estabelecido foi de  $\geq 90\%$  de acertos; quando o participante não atingia a meta desejada, ele refazia as tentativas. No teste de relações emergentes, teve-se como critério o desempenho  $\geq 90\%$  de acertos, não atingindo, o aluno refazia as tentativas da relação de ensino e tornava a ser submetido ao teste de emergência.

A Figura 58, a seguir, representa as relações que foram ensinadas e avaliadas:

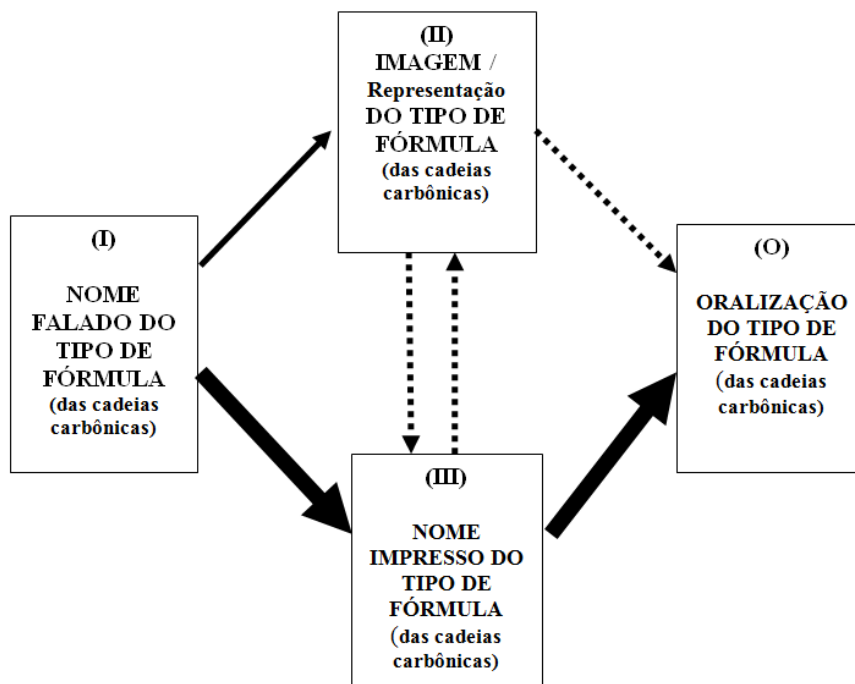


Figura 58. Relações ensinadas e emergentes.

A relação I-III, com seta cheia grossa, indica o repertório existente, a relação I-II, representada pela seta cheia, é a relação a ser ensinada. Já as relações II-III, III-II e II-O, representadas pelas setas pontilhadas, são as relações emergentes avaliadas.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração de, no máximo, 40 minutos.

**1ª etapa:** Nesta etapa teve-se por objetivo ensinar o aluno a identificar, para cada cadeia carbônica, as três representações de fórmula (estrutural plana, de linha, estrutural condensada). Para o ensino e teste de relações emergentes foram organizados conjuntos de três estímulos cada, distribuídos em oito passos de ensino, das cadeias carbônicas:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  (Passo 1);  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_3\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$  (Passo 2);  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  (Passo 3);  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_8$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  (Passo 4);  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$  (Passo 5);  $\text{C}_3\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  (Passo 6);  $\text{C}_5\text{H}_8$ ,  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  (Passo 7);  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{16}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  (Passo 8), conforme descrito no Apêndice H.

Em cada passo, foram ensinadas as relações AB (fórmula plana-fórmula linha) e AC (fórmula plana-fórmula condensada). Terminada a sequência de ensino (relações AB e AC) do 1º passo, foi realizado o teste das relações emergentes (BC, CB, BA e CA).

No ensino, o critério de desempenho estabelecido foi  $\geq$  a 90% de acertos, quando o aluno não atingia a meta desejada, ele refazia as tentativas, até atingi-la. Também, teve-se o critério de desempenho  $\geq$  a 90% de acertos nas relações emergentes. Caso não atingisse, o participante voltava a refazer as tentativas de ensino, apenas quando atingia a meta, iniciava-se um novo passo.

A Figura 59, a seguir, representa as relações que foram ensinadas e avaliadas.

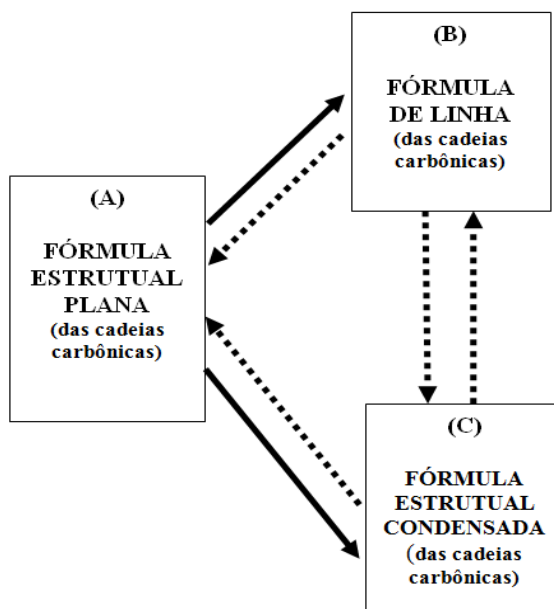


Figura 59. Relações ensinadas e testadas.

As relações AB e AC, representadas pelas setas cheias, são as relações ensinadas; já as relações BC, CB, BA e CA, representadas pelas setas pontilhadas, são as relações emergentes avaliadas.

Para a 1ª etapa foram programadas 12 tentativas por relação, totalizando 72 tentativas, 24 das relações ensinadas e 48 do teste de relações emergentes, por passo.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração de, no máximo, 40 minutos.

**2ª etapa:** Para a 2ª etapa do procedimento, utilizou-se para o ensino e teste de relações emergentes os mesmos conjuntos de estímulos de cadeias carbônicas da 1ª etapa. Na 2ª etapa foi utilizada a fórmula molecular (D). Teve-se por objetivo ensinar, para cada cadeia carbônica, a fórmula molecular correspondente. Em cada passo, foi ensinada a relação AD (fórmula plana-fórmula molecular). Terminado o ensino da relação AD do primeiro passo, foi realizado o teste das relações emergentes (DA, BD, DB, CD e DC). Os critérios de desempenho foram semelhantes aos da 1ª etapa, bem como a sequência de passos.

A seguir, na Figura 60, apresenta-se a classe de estímulo “D” sendo integrada à classe de estímulos utilizada na 1ª etapa, especificando as possíveis relações emergentes.

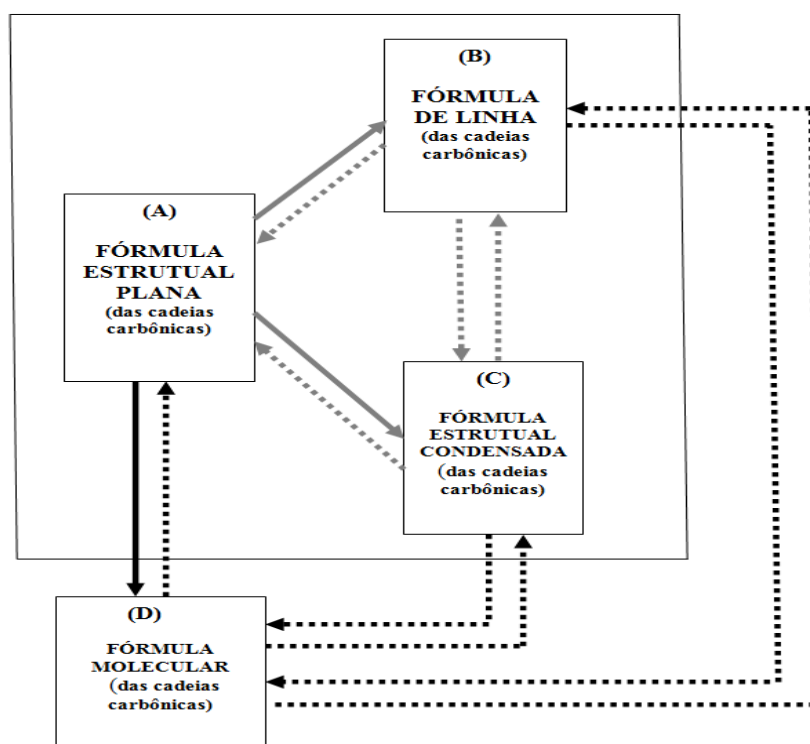


Figura 60. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro. Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).

A relação AD, representada pela seta cheia, é a relação ensinada, já as relações DA, BD, DB, CD e DC, representadas pelas setas pontilhadas, são as relações emergentes avaliadas. Na segunda etapa, foram programadas 18 tentativas para a relação de ensino AD (fórmula plana-fórmula molecular) e 12 tentativas para o teste de emergência de cada uma das relações DA (fórmula molecular-fórmula plana), BD (fórmula linha-fórmula molecular), DB (fórmula molecular-fórmula linha), CD (fórmula condensada-fórmula molecular) e DC (fórmula molecular-fórmula condensada), totalizando 78 tentativas por passo, conforme descrito no Apêndice I.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração de 40 minutos no máximo.

**3ª etapa:** Na 3ª etapa do procedimento, teve-se por objetivo ensinar a classificar as cadeias carbônicas quanto à existência, ou não, de extremidades livres (E1), isto é, em *Acíclica* ou *Cíclica*. Para tanto, ensinou-se a relação CE1, testando-se a emergência das relações E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D.

As cadeias carbônicas utilizadas em cada passo foram:  $C_3H_4$ ,  $C_2H_6$  (Passo 1);  $C_3H_6S$ ,  $C_2H_2$  (Passo 2);  $C_4H_8$ ,  $C_3H_8$  (Passo 3);  $C_5H_8$ ,  $C_2H_5N$  (Passo 4);  $C_5H_5N$ ,  $C_4H_{10}$  (Passo 5);  $C_6H_{12}$ ,  $C_4H_8O$  (Passo 6);  $C_7H_{12}$ ,  $C_5H_{12}$  (Passo 7);  $C_8H_{16}$ ,  $C_6H_{14}$  (Passo 8), conforme apresentado no Apêndice J.

Na Figura 61, tem-se a classe de estímulo “E1” sendo integrada à classe de estímulo C, utilizadas nas etapas anteriores, com as possíveis relações emergentes.

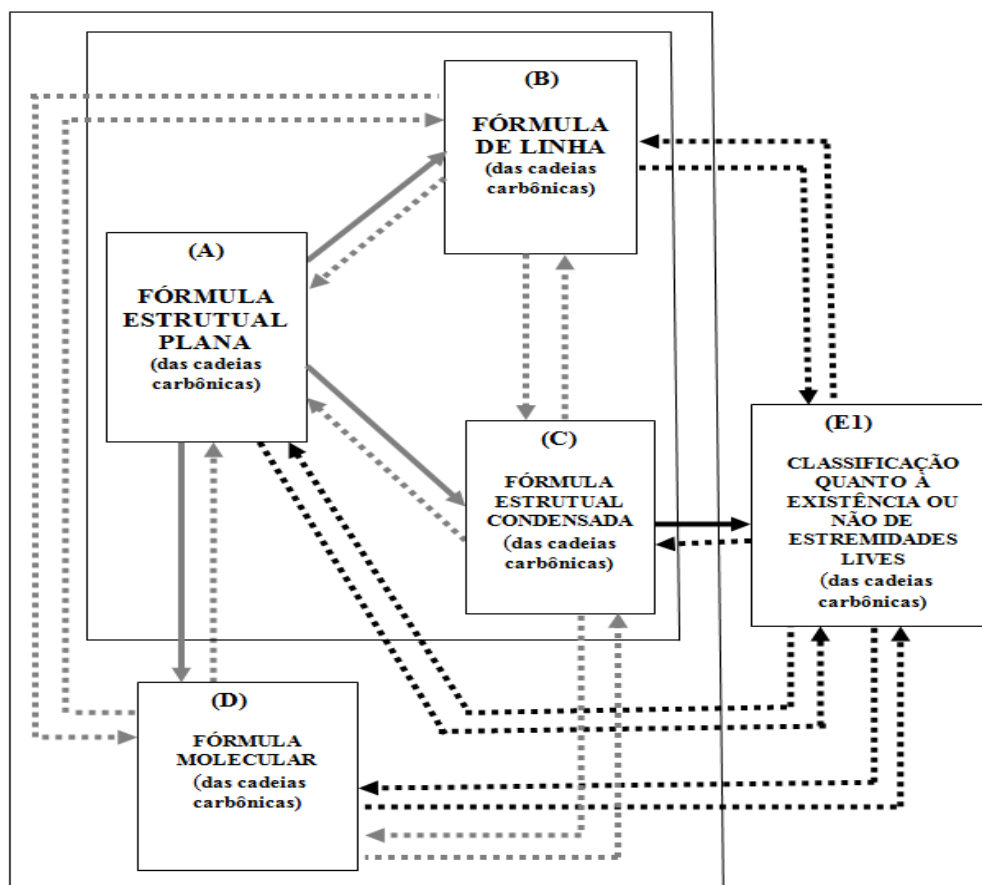


Figura 61. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro (E1). Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).

A relação CE1 foi a relação ensinada e as relações com o pontilhado em preto (E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1 e E1D) foram as relações testadas.

Os critérios de desempenho, no ensino e no teste de relações emergentes, bem como o procedimento frente a eles foram os mesmos das etapas anteriores.

Foram programados oito passos de ensino, com 18 tentativas para a relação de ensino CE1 (fórmula condensada-classificação1) e 12 tentativas para o teste de emergência de cada uma das relações E1C (classificação1-fórmula condensada), AE1 (fórmula plana-classificação1), E1A (classificação1-fórmula plana), BE1 (fórmula linha-classificação1), E1B (classificação1-fórmula linha), DE1 (fórmula molecular-classificação1) e E1D (classificação1-molecular), totalizando 102 tentativas por passo.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração máxima de 40 minutos.

**4ª etapa:** Na 4ª etapa do procedimento teve-se por objetivo ensinar a classificar as cadeias carbônicas quanto ao tipo de ligação existente entre os átomos de carbono (E2), isto é, em *Saturada* ou *Insaturada*. Para tanto, ensinou-se a relação CE2, testando-se as relações E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D. As cadeias carbônicas utilizadas em cada passo foram:  $C_2H_2$ ,  $C_2H_6$  (Passo 1);  $C_3H_4$ ,  $C_3H_8$  (Passo 2);  $C_4H_8$ ,  $C_4H_{10}$  (Passo 3);  $C_5H_8$ ,  $C_5H_{12}$  (Passo 4);  $C_6H_{12}$ ,  $C_6H_{14}$  (Passo 5);  $C_3H_4$ ,  $C_4H_8$  (Passo 6);  $C_5H_8$ ,  $C_6H_{12}$  (Passo 7);  $C_7H_{12}$ ,  $C_8H_{16}$  (Passo 8), tal como apresentadas no Apêndice L.

Na Figura 62 tem-se a classe de estímulo “E2” sendo integrada à classe de estímulo C, utilizadas nas etapas anteriores, com as possíveis relações emergentes.

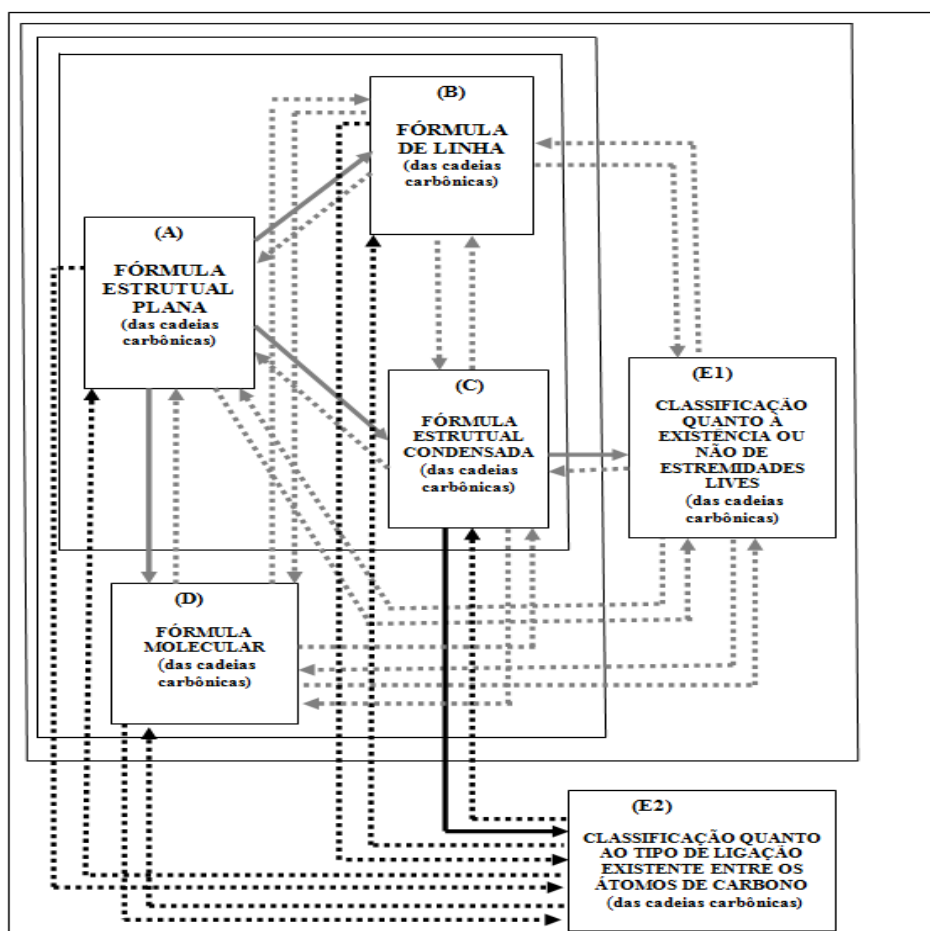


Figura 62. Diagrama esquemático que mostra a integração de um novo membro (E2). Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).

A relação CE2 foi ensinada, tendo sido testadas as relações E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2 e E2D (identificadas em pontilhado escuro).

Os critérios de desempenho no ensino e nas relações testadas, bem como o procedimento com relação a eles, foram semelhantes aos das etapas anteriores.

Foram programados oito passos de ensino, com 18 tentativas para a relação de ensino CE2 (fórmula condensada-classificação<sup>2</sup>) e 12 tentativas para o teste de emergência de cada uma das relações E2C (classificação<sup>2</sup>-fórmula condensada), AE2 (fórmula plana-classificação<sup>2</sup>), E2A (classificação<sup>2</sup>-fórmula plana), BE2 (fórmula linha-classificação<sup>2</sup>), E2B (classificação<sup>2</sup>-fórmula linha), DE2 (fórmula molecular-classificação<sup>2</sup>), E2D (classificação<sup>2</sup>-molecular), totalizando 102 tentativas por passo.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração máxima de 40 minutos.

**5ª etapa:** Na 5ª etapa do procedimento teve-se por objetivo ensinar a classificar as cadeias carbônicas quanto à presença, ou não, do heteroátomo entre os átomos de carbono (E3), isto é, em *Homogênea* ou *Heterogênea*. Para tanto, ensinou-se a relação CE3 e foram testadas as relações E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3 e E3D. As cadeias carbônicas utilizadas em cada passo foram: C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>N, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> (Passo 1); C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> (Passo 2); C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>O, C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> (Passo 3); C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>S, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> (Passo 4); C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N, C<sub>7</sub>H<sub>12</sub> (Passo 5), tal como indicadas no Apêndice M.

Na Figura 63, tem-se a classe de estímulo “E3” sendo integrada à classe de estímulos C, utilizadas nas etapas anteriores, com as possíveis relações emergentes.

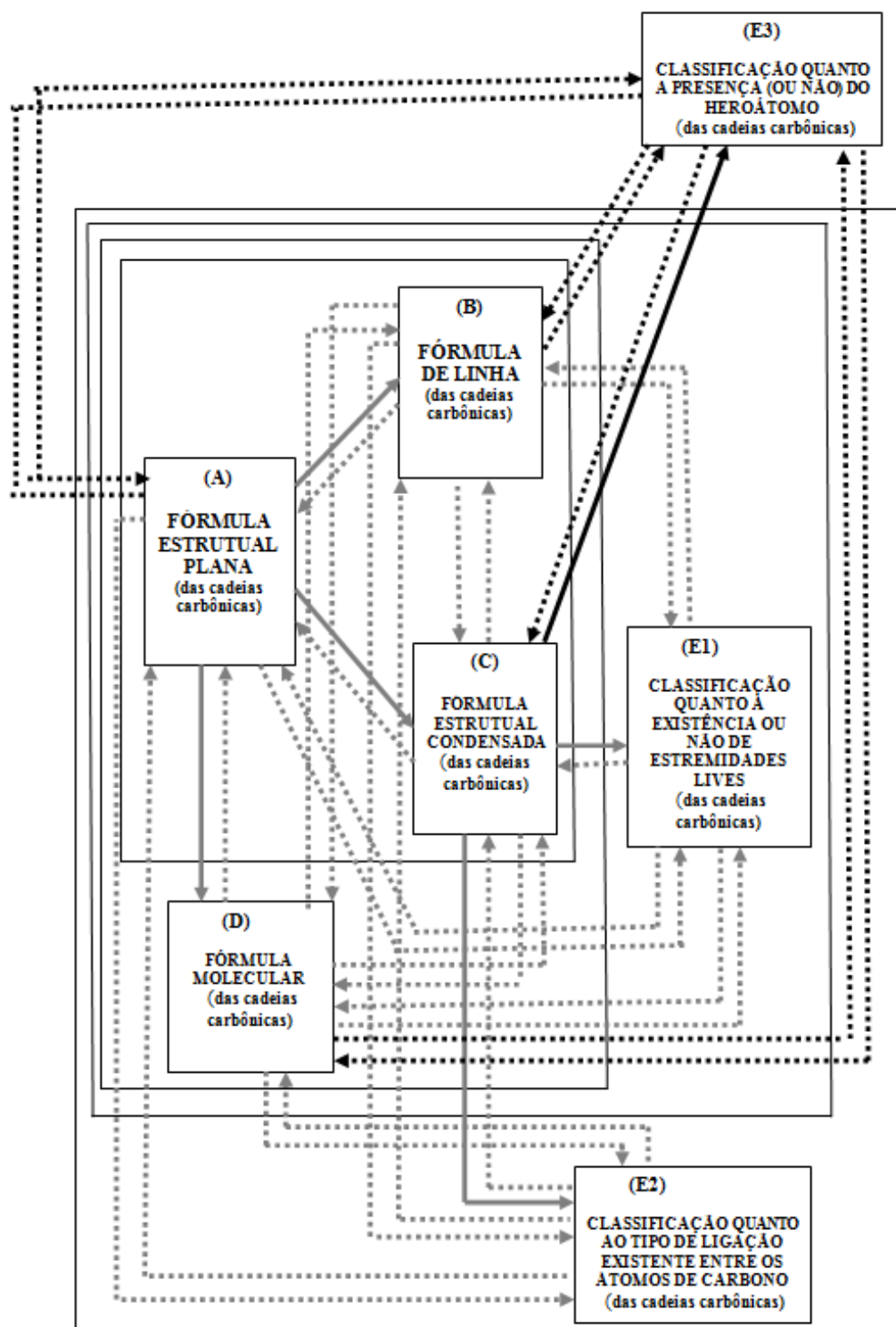


Figura 63. Diagrama esquemático que mostra a incorporação de um novo membro (E3). Elaboração a partir do diagrama de De Rose (2005).

A relação CE3 foi a ensinada, sendo que as relações com pontilhado escuro (E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3 e E3D) foram as testadas.

Os critérios de desempenho, no ensino e no teste de relações emergentes, bem como o procedimento em relação a eles, foram os mesmos das etapas anteriores.

Foram programados cinco passos de ensino, com 18 tentativas para a relação de ensino CE3 (fórmula condensada-classificação<sup>3</sup>) e 12 tentativas para o teste de emergência de cada uma das relações E3C (classificação<sup>3</sup>-fórmula condensada), AE3 (fórmula plana-classificação<sup>3</sup>), E3A (classificação<sup>3</sup>-fórmula plana), BE3 (fórmula linha-classificação<sup>3</sup>), E3B (classificação<sup>3</sup>-fórmula linha), DE3 (fórmula molecular-classificação<sup>3</sup>) e E3D (classificação<sup>3</sup>-fórmula molecular), totalizando 102 tentativas por passo.

Foram realizadas três sessões por semana, cada uma com duração máxima de 40 minutos.

A seguir, na Figura 64, são apresentadas as instruções que foram dadas aos participantes durante o Experimento 2.

	<b>Relação</b>	<b>Instrução</b>
<b>ENSINO</b>	I-II	Observe o tipo de fórmula e escolha a imagem correspondente.
	II-III	Observe o tipo de fórmula e escolha o nome a ela correspondente.
	AB	Observe a fórmula estrutural plana e escolha a fórmula de linha a ela correspondente.
	AC	Observe a fórmula plana e escolha a fórmula estrutural condensada a ela correspondente.
	AD	Observe a fórmula estrutural plana e escolha a fórmula molecular a ela correspondente.
	CE1	Observe a fórmula estrutural condensada e classifique quanto à extremidade.
	CE2 CE3	Observe a fórmula estrutural condensada e classifique quanto ao tipo de ligação. Observe a fórmula estrutural condensada e classifique quanto à presença do heteroátomo.
<b>TESTE</b>	III-II	Observe o nome do tipo de fórmula e escolha a imagem a ele correspondente.
	II-O	Observe o tipo de fórmula a partir da imagem correspondente.
	BA	Observe a fórmula de linha e escolha a fórmula estrutural plana a ela correspondente.
	CB	Observe a fórmula estrutural condensada e escolha a fórmula de linha a ela correspondente.
	DC	Observe a fórmula molecular e escolha a fórmula estrutural condensada a ela correspondente.

BC	Observe a fórmula de linha e escolha a fórmula estrutural condensada a ela correspondente.
CA	Observe a fórmula estrutural condensada e escolha a fórmula estrutural plana a ela correspondente.
BD	Observe a fórmula de linha e escolha a fórmula molecular a ela correspondente.
DB	Observe a fórmula molecular e escolha a fórmula de linha a ela correspondente.
CD	Observe a fórmula estrutural condensada e escolha a fórmula molecular a ela correspondente.
DA	Observe a fórmula molecular e escolha a fórmula estrutural plana a ela correspondente.
E1C	Observe a classificação da cadeia carbônica e escolha a fórmula estrutural condensada.
E2C	Observe a classificação da cadeia carbônica e escolha a fórmula estrutural condensada.
E3C	Observe a classificação da cadeia carbônica e escolha a fórmula estrutural condensada.
AE	Observe a fórmula estrutural plana e escolha a classificação a ela correspondente.
EA	Observe a classificação da cadeia carbônica e escolha a fórmula estrutural plana a ela correspondente.
BE	Observe a fórmula de linha e escolha a classificação a ela correspondente.
EB	Observe a classificação da cadeia carbônica e escolha a fórmula de linha a ela correspondente.
DE	Observe a fórmula molecular e escolha a classificação a ela correspondente.
ED	Observe a classificação e escolha a fórmula molecular a ela correspondente.

Figura 64. Instruções fornecidas aos participantes em cada relação do Experimento 2.

### Teste de Generalização para novas cadeias carbônicas

Uma vez terminado o ensino de todos os passos e realizados os respectivos testes de emergência, foi realizado o Teste de Generalização, para tanto, utilizaram-se novas cadeias carbônicas, compostas por diferentes números de carbono (já especificadas na Figura 52, p. 104). As cadeias carbônicas utilizadas para o Teste de Generalização são as que contêm dois, três, quatro, cinco, seis carbonos das cadeias abertas, e dois, três, quatro, cinco, seis e

sete carbonos das cadeias fechadas (nenhuma foi utilizada no ensino e teste de relações emergentes).

O Teste de Generalização, no qual foram testadas as relações BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, AE1, AE2, AE3, E1C, E2C, E3C, foi realizado no computador, em situação coletiva. Foram programadas 16 tentativas para cada uma das relações BC (fórmula linha-fórmula condensada), CB (fórmula condensada-fórmula linha), BA (fórmula linha-fórmula plana), CA (fórmula condensada-fórmula plana), DA (fórmula molecular-fórmula plana), BD (fórmula linha-fórmula molecular), DB (fórmula molecular-fórmula linha), CD (fórmula condensada-fórmula molecular) e DC (fórmula molecular-fórmula condensada).

No teste de generalização, as cadeias carbônicas utilizadas para as relações BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC (referentes às 1ª e 2ª etapas) foram:  $C_2H_4$ ,  $C_3H_6$  (aberta e fechada),  $C_3H_8O$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_6$  (aberta e fechada),  $C_5H_{10}$ ,  $C_6H_{10}$ ,  $C_8H_{12}O$ ,  $C_2H_2O$ ,  $C_4H_8O$ ,  $C_5H_{10}$ ,  $C_6H_{10}$ ,  $C_7H_{14}$ ,  $C_7H_{13}N$ . As cadeias carbônicas utilizadas para as relações AE1 e E1C (3ª etapa) foram:  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2O$ ,  $C_3H_6$ <sup>34</sup> (aberta e fechada),  $C_3H_8O$ ,  $C_4H_6$ <sup>35</sup> (aberta e fechada),  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_8O$ ,  $C_6H_{10}$ ,  $C_5H_{10}$ ,  $C_6H_{12}O$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_7H_{14}$ ,  $C_7H_{13}N$ . As cadeias carbônicas utilizadas para as relações AE2 e E2C (4ª etapa) foram:  $C_3H_8$ ,  $C_3H_6$  (aberta e fechada),  $C_3H_8O$ ,  $C_4H_6$  (aberta),  $C_4H_{10}$ ,  $C_5H_{10}$ <sup>36</sup> (aberta e fechada),  $C_6H_{10}$ ,  $C_4H_8O$ ,  $C_2H_2O$ ,  $C_7H_{14}$ ,  $C_6H_6$ . As cadeias carbônicas utilizadas para as relações AE3 e

---

<sup>34</sup> De acordo com Solomons e Fryhle (2009) “Os isômeros são diferentes compostos que têm a mesma fórmula molecular” (p. 177).  $C_3H_6$  é um isômero constituído por duas representações, ou seja, aberta contendo uma dupla ligação e ao mesmo tempo fechada contendo ligações simples.

<sup>35</sup>  $C_4H_6$  é um isômero constituído por duas representações, ou seja, aberta contendo uma tripla ligação e ao mesmo tempo fechada contendo uma dupla ligação.

<sup>36</sup>  $C_5H_{10}$  é um isômero constituído por duas representações, ou seja, aberta contendo uma dupla ligação e ao mesmo tempo fechada contendo ligações simples.

E3C (5ª etapa) foram:  $C_5H_{10}$  (aberta e fechada),  $C_3H_8O$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_6H_{12}O$ ,  $C_4H_6$  (aberta),  $C_2H_2O$ ,  $C_4H_8O$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_7H_{13}N$ , tal como apresentadas no Apêndice N.

Tanto os alunos que se submeteram à intervenção, quanto os alunos que a ela não foram expostos, fizeram o Teste de Generalização. Para tanto, os alunos foram reunidos na sala de informática, cada qual em um computador. O pesquisador deu a instrução geral para que, em cada atividade, observassem a figura-modelo e escolhessem a figura correspondente.

### **Avaliação Final do Repertório sobre Cadeias Carbônicas (Pós-teste)**

Após o término do teste de generalização, os participantes foram submetidos, ao mesmo instrumento de avaliação do repertório sobre cadeias carbônicas, utilizado no Pré-Teste, com o objetivo de verificar os efeitos da programação de ensino. O procedimento foi o mesmo do utilizado na avaliação do repertório prévio.

A seguir, apresenta-se o diagrama das etapas do Experimento 2.

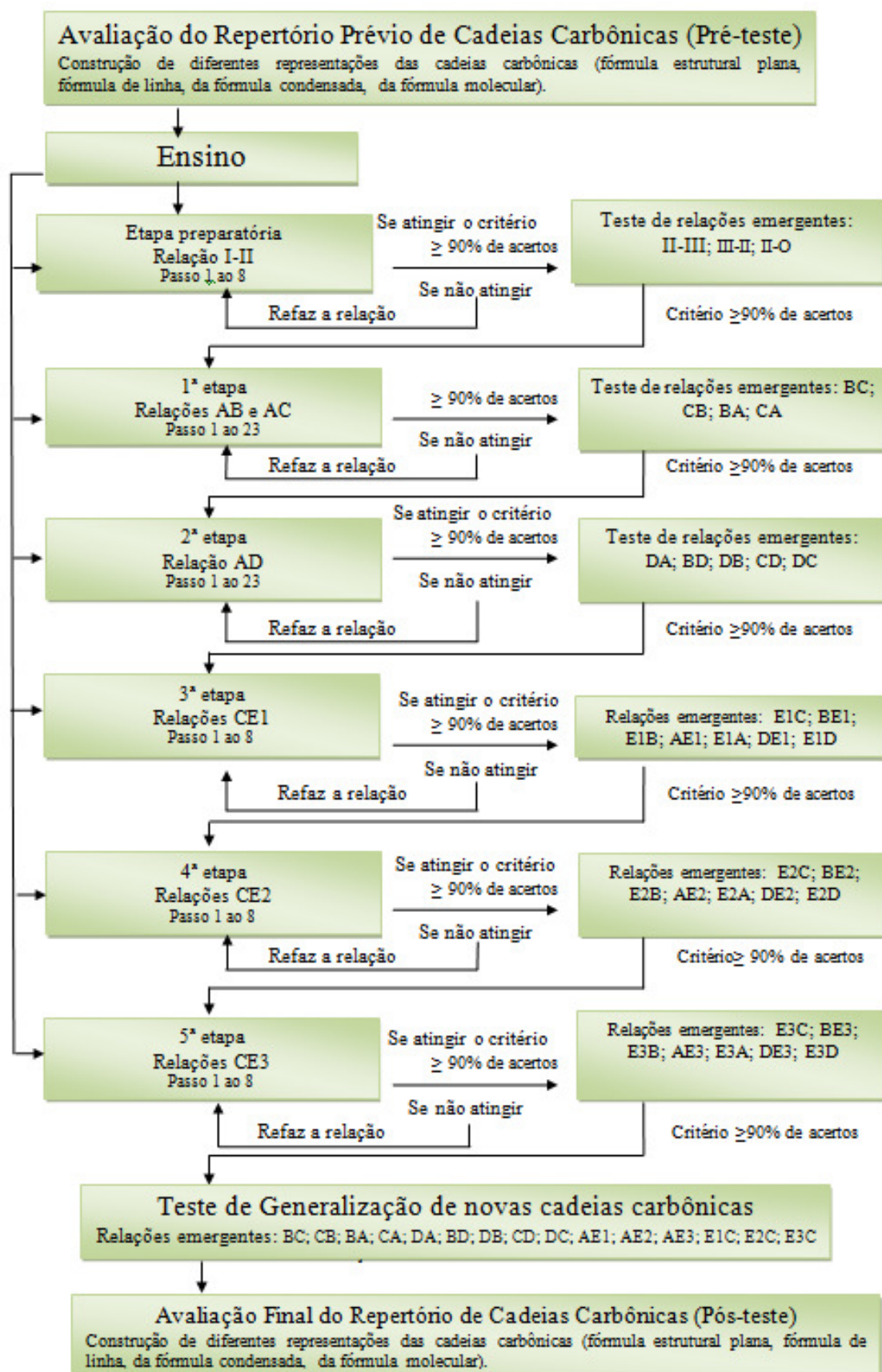


Figura 65. Diagrama representativo das condições experimentais do Experimento 2.

## Resultados

A seguir, será apresentado o desempenho dos participantes na oralização do tipo de fórmula; na identificação das diferentes representações de uma mesma cadeia carbônica (fórmula plana, de linha, condensada e molecular) e na sua classificação quanto à extremidade (cíclica ou acíclica), ao tipo de ligação (saturada ou insaturada) e a presença ou não do heteroátomo (homogenia ou heterogênea).

Teve-se para a nomeação do tipo de fórmula um total de quatro tentativas (n=4), para a construção das representações um total de cinco tentativas (n=5) e para a classificação um total de oito tentativas (n=8).

Para cada tentativa, que compôs cada questão, classificou-se a resposta como correta ou incorreta.

A seguir, o desempenho de P3, P4, P10, P11, P12, P15 e P16, antes de terem sido submetidos à intervenção. Finalmente, serão descritos, individualmente, os erros cometidos na construção das cadeias carbônicas (fórmula plana, de linha, condensada e molecular).

A Tabela 12 mostra o número de acertos na oralização do tipo de fórmula, na identificação das diferentes representações (fórmula plana, de linha, condensada, molecular) e na classificação das cadeias carbônicas.

Tabela 12

*Número de acertos dos participantes na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas*

Participante	Nome (n=4)	Construção (n=5)				Classificação (n=8)		
		FEP	FL	FEC	FM	CL1	CL2	CL3
3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	7	7
10	0	0	0	0	0	5	3	5
11	0	2	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	2	0	2
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	4	0

*Nota:* FEP – Fórmula Estrutural Plana; FL – Fórmula de Linha; FEC – Fórmula Estrutural Condensada; FM – Fórmula Molecular; CL1 – Classificação quanto à extremidade; CL2 – Classificação quanto à ligação; CL3 – Classificação quanto à presença do heteroátomo.

Os dados mostram que, na nomeação e construção das cadeias carbônicas, todos os participantes tiveram desempenho nulo, com exceção de P3 que teve um acerto na nomeação e P11 que teve dois acertos na construção da fórmula plana. Com relação à classificação das cadeias carbônicas, P4 e P10 tiveram o melhor desempenho, respectivamente com sete acertos e cinco acertos em duas das três classificações e P16 acertou metade dos itens da classificação quanto ao tipo de ligação (CL2).

Em seguida, serão descritos o desempenho e os erros emitidos pelos participantes na nomeação, construção e classificação das cadeias carbônicas.

P3 conseguiu escrever apenas o nome de um único tipo de fórmula, nas demais escreveu “não sei”. Já na construção da representação e na classificação das cadeias carbônicas, escreveu “não sei” ou “nunca vi” em todas as tentativas.

P4 não conseguiu escrever os nomes dos tipos de fórmula apresentados. Na construção da representação das cadeias carbônicas, P4 respondeu “não sei” para todas as cadeias. Já na classificação, o desempenho é variado, ou seja, quanto à extremidade (CL1) obteve acerto nulo; quanto ao tipo de ligação (CL2) e quanto à presença do heteroátomo (CL3), P4 apresentou sete acertos, indicando que tinha conhecimento de ambas as classificações.

P10 não escreveu os nomes das cadeias apresentadas, tendo escrito “não sei” e “nunca vi”. Já na construção da representação da fórmula estrutural plana das cadeias carbônicas P10 acertou o número de carbono e hidrogênio, mas errou na posição das ligações e no número de ligações entre os átomos de carbono. Nas demais (fórmula condensada, de linha e molecular), P10 escreveu “nunca vi” ou desenhou sinal de interrogação. O melhor desempenho de P10 foi na classificação das cadeias, quanto à extremidade (CL1) e quanto à presença do heteroátomo (CL3), tendo obtido cinco acertos, conforme apresentado no Apêndice O.

P11 não conseguiu escrever os nomes das fórmulas apresentadas. Em relação à construção da representação das cadeias carbônicas, P11 obteve dois acertos ao representar a fórmula estrutural plana, nas três últimas tentativas errou o número e a posição das ligações covalentes entre os átomos de carbono e hidrogênio, bem como a posição dos átomos de carbono e hidrogênio, misturando-os entre si. Na construção da representação da fórmula de linha, em vez de representar a referida fórmula, P11 representou a fórmula molecular trocando a posição dos átomos de carbono e hidrogênio, embora tenha acertado a quantidade de átomos de carbono e hidrogênio que constituem a representação molecular. Na representação das fórmulas molecular e estrutural condensada, bem como em suas respectivas classificações, escreveu “nunca estudei”.

P12 teve acertos apenas na classificação das fórmulas: obteve dois acertos quanto à extremidade das cadeias carbônicas (CL1) e quanto à presença do heteroátomo (CL3). Não conseguiu nomear os tipos de fórmulas, bem como não representou as fórmulas estrutural plana, linha, estrutural condensada e molecular, tendo escrito “não sei” para todas as tentativas.

P15 não nomeou, não representou e não classificou as cadeias carbônicas; em todas as tentativas escreveu “não sei”, “nunca fiz”, “não sei o que significa”.

P16 escreveu “Ácido” em vez de “fórmula molecular”, porém, nas demais, em vez de escrever o nome, copiou a fórmula molecular e, em uma única tentativa escreveu “não sei”. Já, na construção da representação da fórmula estrutural plana, P16 representou a quantidade de átomos de carbono e hidrogênio corretamente, mas todos separados e com ausência de ligações covalentes entre eles. Na construção da representação da fórmula de linha, P16, em vez de representar a referida fórmula, representou a fórmula molecular com o número de carbono e hidrogênio corretamente, porém, em ordem invertida, ou seja, primeiro o hidrogênio e depois o carbono. Nas demais, escreveu “não sei” em todas as

tentativas. Na classificação quanto à extremidade das cadeias carbônicas (CL1), P16 escreveu “não sei” em todas as tentativas.

Em suma, os dados mostram o desconhecimento dos participantes na nomeação do tipo de fórmula, na construção das representações das fórmulas estruturais plana e condensada, de linha e molecular, com exceção de P4, P10 e P16 que demonstraram conhecer, em parte, a classificação das cadeias carbônicas.

Tal como ocorreu no Experimento 1, um grupo de alunos não foi submetido ao procedimento de ensino, no entanto, esses alunos também tiveram seus desempenhos avaliados, sendo submetido ao Pré-Teste do presente experimento.

A Tabela 13 mostra o número de acertos dos alunos que não foram submetidos à intervenção: na nomeação do tipo de fórmula, na construção das representações (fórmulas estrutural plana, de linha, estrutural condensada e molecular) e na classificação das cadeias carbônicas.

Tabela 13

*Número de acertos, dos alunos não submetidos ao procedimento de ensino, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas*

Participante	Nome (n=4)	Construção (n=5)				Classificação (n=8)		
		FEP	FL	FEC	FM	CL1	CL2	CL3
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	2	3	5
5	2	0	0	0	0	4	3	3
6	1	0	0	0	0	2	2	6
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	2	0	0	0	4	4	4
13	0	0	0	0	0	3	6	3
14	0	0	0	0	0	4	4	4
17	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2	0	0	0	0	5	6	6

*Nota:* FEP – Fórmula Estrutural Plana; FL – Fórmula de Linha; FEC – Fórmula Estrutural Condensada; FM – Fórmula Molecular; CL1 – Classificação quanto à extremidade; CL2 – Classificação quanto à ligação; CL3 – Classificação quanto à presença do heteroátomo.

Os dados mostram que na nomeação das cadeias carbônicas, os participantes quase não tiveram acertos, o máximo de dois acertos foi obtido, por P2, P5, P9 e P19. Eles não

construíram as representações dos diferentes tipos de fórmulas, com exceção de P9, que teve dois acertos na fórmula estrutural plana. Na classificação das cadeias carbônicas, P19 teve o melhor desempenho, com cinco e seis acertos, seguindo-se P9 e P14, com quatro acertos nas três classificações. P2, P6, P13 tiveram entre cinco e seis acertos em uma das três classificações, sendo que os demais não tiveram acertos ou estes foram mínimos.

Portanto, verifica-se que esse grupo de alunos também não apresentou conhecimento do conteúdo avaliado, muito embora, com relação à classificação das cadeias carbônicas, o desempenho desses alunos tenha sido melhor do que o do grupo submetido ao ensino.

Em suma, a avaliação do repertório prévio revelou que a maioria dos 18 alunos pré-testados não nomeou corretamente os tipos de fórmulas, não construiu suas representações e não as classificou adequadamente.

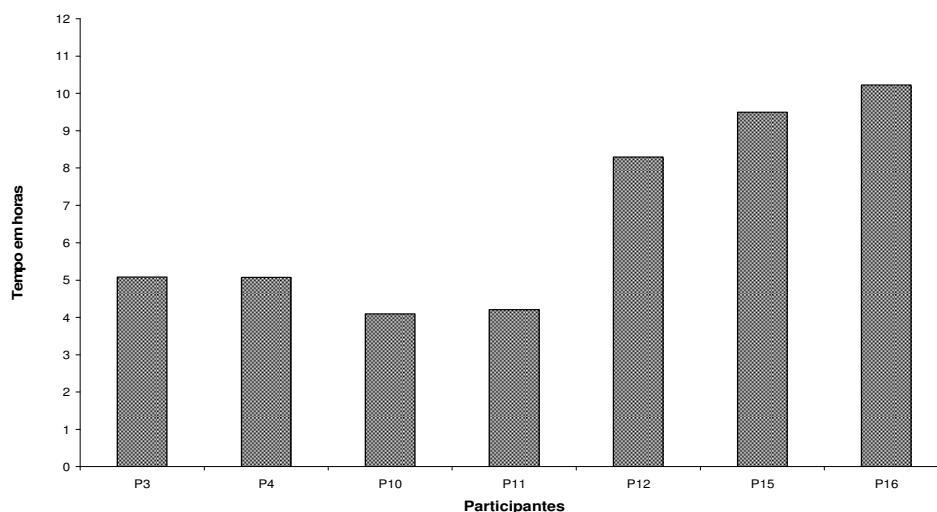
### **Desempenho dos participantes na etapa preparatória: ensino dos tipos de fórmulas orgânicas**

De acordo com o procedimento, na etapa preparatória foi ensinada a relação I-II (nome falado do tipo de fórmula-imagem/representação do tipo de fórmula) e testada as relações emergentes (II-III, III-II, II-O)<sup>37</sup>.

A seguir, apresenta-se, na Figura 66, o tempo, em horas, gasto por participante para realizar a etapa preparatória.

---

<sup>37</sup>Retomando: II-III (Imagem/ representação do tipo de fórmula-nome impresso do tipo de fórmula); III-II (nome impresso do tipo de fórmula- Imagem/ representação do tipo de fórmula); II-O (oralização do tipo de fórmula, a partir da sua representação).



*Figura 66.* Tempo, em horas, utilizado para realizar as atividades (ensino e teste de relações emergentes), por participante.

Observa-se que o tempo máximo de atividades foi de 10 horas e 23 minutos, sendo que o tempo mínimo ficou em torno de quatro horas e nove minutos.

Vale destacar que quatro horas não correspondem a um período normal de atividades em sala de aula, uma vez que os alunos do Ensino Médio têm, em média, 5 horas e 20 minutos de aula por dia. É, pois, considerável a economia de tempo na realização das atividades (englobando as relações de ensino e as de teste de relações emergentes).

Comparando-se o tempo gasto por P10 (4 horas e 9 minutos) com o utilizado por P16 (10 horas e 23 minutos) para trabalhar com os 45 conjuntos de cadeias carbônicas, verifica-se que o ritmo de ambos foi muito diferente. Porém, embora P16 tenha levado mais tempo do que P10, ambos atingiram o patamar de desempenho esperado durante as atividades de ensino, como se verá posteriormente, o que indica ser extremamente importante respeitar o ritmo do aluno para promover a aprendizagem.

A seguir, são apresentados os dados referentes ao desempenho dos participantes no ensino da relação I-II e no teste das relações emergentes (II-III, III-II, II-O).

A Tabela 14 apresenta o percentual de acertos<sup>38</sup>, por participante.

Tabela 14  
*Percentual médio de acertos na relação ensinada (I-II) e no teste das relações (II-III, III-II, II-O), por participante*

Participantes	Relações			
	Ensino	Emergentes		
	I-II	II-III	III-II	II-O
P3	97	95,4	99	100
P4	98	100	100	100
P10	99	98	100	99
P11	94,5	97,2	100	100
P12	91,7	98	99	100
P15	97,5	99,1	100	100
P16	97	99	100	100

*Nota:* (I) Nome falado do tipo de fórmula; (II) Imagem/ representação do tipo de fórmula; (III) Nome impresso do tipo de fórmula; (O) Oralização do tipo de fórmula.

Os dados mostram que na relação ensinada (I-II) o desempenho foi, no mínimo, 91,7% e no máximo 99% de acertos. No teste de emergência, os participantes tiveram no mínimo 95,4% de acertos, sendo que na oralização (relação II-O) o desempenho ficou entre 99% e 100% de acertos. Verifica-se, portanto, que a programação proposta promoveu, a partir de uma única relação, a emergência de quatro relações não ensinadas, incluindo a oralização dos tipos de fórmula das cadeias carbônicas.

<sup>38</sup>Em cada relação de ensino, foram somados os percentuais de acertos de cada passo de ensino, e as suas eventuais repetições, a partir do relatório do Mestre, dividindo-se pelo número de passos. Ou seja: % média =  $\frac{\sum \% \text{passo1} + \% \text{passo 2} + \% \text{passo 3} + \% \text{passo n}}{\text{N}^\circ \text{ total de passos}}$

**Desempenho dos participantes na 1ª etapa: ensino das três representações das cadeias carbônicas (fórmula estrutural plana, fórmula de linha e fórmula estrutural condensada)**

Conforme proposto no procedimento, ensinou-se a relação AB (fórmula plana-fórmula linha) e AC (fórmula plana-fórmula condensada) e foram testadas as relações emergentes (BC, CB, BA e CA)<sup>39</sup>.

Os dados obtidos na 1ª etapa do procedimento de ensino (relação AB e AC) e no teste de emergência (relações BC, CB, BA e CA) são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15

*Percentual médio de acertos de P3, P4, P10, P11, P12, P15 e P16, nas relações ensinadas (AB e AC) e testadas (BC, CB, BA e CA)*

Participantes	Relações					
	Ensino		Emergentes			
	AB	AC	BC	CB	BA	CA
P3	96	97	97,2	98	99	100
P4	100	100	97,5	100	96,3	100
P10	99	100	99	99	98	99
P11	96,4	96,3	97,2	100	100	96,7
P12	97,3	99,1	90,1	96,7	100	99,1
P15	90,9	85,7	99	99	98	99
P16	90,4	93,4	91,6	85,8	98,2	99

*Nota:* (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada.

Os dados mostram que, com exceção de P15 na relação AC, os demais participantes atingiram o critério de desempenho estabelecido, com no mínimo 90,9% de

<sup>39</sup>Retomando: BC (fórmula de linha-fórmula condensada); CB (fórmula condensada-fórmula de linha); BA (fórmula de linha-fórmula plana); CA (fórmula condensada-fórmula plana).

acertos. P15 obteve desempenho de 85,7% de acertos durante as relações ensinadas, pois refez duas vezes as atividades do passo 3 ( $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_4H_8O$ ) e por três vezes o passo 4 ( $C_5H_{12}$ ,  $C_5H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ). Já P4 foi o único que atingiu 100% de acertos nas relações ensinadas. No teste de emergência, com exceção de P16, cuja porcentagem média de acertos foi de 85,8% na relação CB, os demais participantes atingiram o patamar estabelecido em todas as relações. Portanto, a partir do ensino de duas relações, houve a emergência de quatro relações (BC, CB, BA e CA) não ensinadas, indicando que os estímulos se tornaram equivalentes.

Os resultados mostram que os participantes aprenderam a relacionar as três representações das cadeias carbônicas (fórmula estrutural plana, fórmula de linha e fórmula estrutural condensada).

### **Desempenho dos participantes na 2ª etapa: ensino da representação da fórmula molecular das cadeias carbônicas**

Conforme descrito no procedimento da 2ª etapa, foi ensinada a relação AD (fórmula plana-fórmula molecular) e testadas as relações emergentes (DA, BD, DB, CD e DC)<sup>40</sup>.

Os dados obtidos na 2ª etapa do procedimento de ensino com a integração da relação AD e o teste de emergência das relações DA, BD, DB, CD e DC são apresentados na Tabela 16.

---

<sup>40</sup>Retomando: DA (fórmula molecular-fórmula plana); BD (fórmula de linha-fórmula molecular); DB (fórmula molecular-fórmula de linha); CD (fórmula condensada-fórmula molecular); DC (fórmula molecular-fórmula condensada).

Tabela 16

Percentual médio de acertos, na relação ensinada (AD) e no teste das relações emergentes (DA, BD, DB, CD e DC), por participante

Participantes	Relações					
	Ensino	Emergentes				
		AD	DA	BD	DB	CD
P3	97,7	99	89	95,5	99	97
P4	100	100	99	100	100	100
P10	100	100	100	99	98,1	99
P11	97,7	96,1	95,4	99	97,2	95,4
P12	99	99	90	91,6	99	100
P15	99,3	99,1	85,8	89,8	100	98,2
P16	100	99	97	99	99	98

Nota: (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada; (D) Fórmula Molecular.

Os dados mostram que o percentual médio de acertos variou entre 97,7% e 100% na relação AD, P4, P10 e P16 destacaram-se obtendo desempenho de 100% de acertos, durante as sessões de ensino. No teste de emergência, com exceção de P15 (85,8 %) que durante as atividades do passo 1 ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ) teve que refazer por três vezes o conjunto, os demais participantes apresentaram desempenho esperado, com no mínimo 90% de acertos. Foi possível observar que a partir do ensino de uma única relação (AD), emergiram cinco relações (DA, BD, DB, CD, DC), sem ensino explícito.

Os resultados mostram que os participantes aprenderam a relacionar a fórmula molecular com as demais fórmulas (estrutural plana, de linha e estrutural condensada) e que o estímulo D foi integrado à classe de estímulos equivalentes.

Portanto, a programação proposta foi eficaz para ensinar a identificação dos tipos de representação (fórmulas estrutural plana, de linha, estrutural condensada e molecular) das cadeias carbônicas.

### Desempenho dos participantes na 3ª etapa: ensino da classificação das cadeias carbônicas quanto à existência ou não de extremidades livres

Nesta 3ª etapa do procedimento, foi ensinada a relação CE1 (fórmula condensada-classificação quanto ao tipo de extremidade) e testadas as relações emergentes (E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D)<sup>41</sup>.

Os dados obtidos na 3ª etapa do procedimento, com o ensino da relação CE1 e o teste de emergência das relações E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D, são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17

Percentual médio de acertos, na relação ensinada (CE1) e no teste das relações emergentes (E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D), por participante

Participantes	Relações							
	Ensino	Emergentes						
	CE1	E1C	AE1	E1A	BE1	E1B	DE1	E1D
P3	96,7	98	100	99	100	99	98	99
P4	99,2	99	100	99	100	100	98,1	99
P10	98,5	99	100	99	100	100	93,5	100
P11	96	95,8	88	88,8	100	100	94,5	100
P12	99,2	100	95,6	98	98	98	98	94,2
P15	94,8	99,1	100	99,1	87,8	99,2	93,8	98,2
P16	99,2	99	99	99	99	100	96,2	97

Nota: (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada; (D) Fórmula Molecular; (E1) Classificação quanto à existência ou não de extremidades livres.

Os dados mostram que os participantes atingiram o patamar estabelecido, com no mínimo 94,2% de acertos, na relação de ensino (CE1). No teste de emergência, apenas P11

<sup>41</sup>Retomando: E1C(classificação1-fórmula condensada); AE1(nome impresso-classificação1); E1A(classificação1-nome impresso); BE1(fórmula de linha-classificação1); E1B(classificação1-fórmula de linha); DE1(fórmula molecular-classificação1); E1D(classificação1-fórmula molecular).

e P15 tiveram desempenho próximo a 90 % de acertos, ambos refizeram uma vez as atividades do passo 1 ( $C_3H_4$ ;  $C_2H_6$ ) e do passo 3( $C_4H_8$ ;  $C_3H_8$ ) por não terem atingido patamar  $\geq$  a 90% de acertos no teste de emergência. Os demais participantes obtiveram desempenho superior, chegando a atingir 100% de acertos. Observa-se, portanto, que com o ensino de apenas uma relação (CE1), emergiram sete relações (E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1 e E1D) não ensinadas.

Os resultados mostram que os participantes aprenderam a classificar as fórmulas quanto ao tipo de extremidade apresentada e que o estímulo E1 foi integrado à classe de estímulos equivalentes.

#### **Desempenho dos participantes na 4ª etapa: ensino da classificação das cadeias carbônicas quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono**

Conforme descrito no procedimento, na 4ª etapa foi ensinada a relação CE2 (fórmula condensada-classificação quanto ao tipo de ligação) e testadas as relações emergentes (E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D) <sup>42</sup>.

Os dados obtidos na 4ª etapa do procedimento, com o ensino da relação CE2 e o teste de emergência das relações E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D, são apresentados na Tabela 18.

---

<sup>42</sup>Retomando: E2C(classificação2-fórmula condensada); AE2(nome impresso-classificação2); E2A(classificação2-nome impresso); BE2(fórmula de linha-classificação2); E2B(classificação2-fórmula de linha); DE2(fórmula molecular-classificação2); E2D(classificação2-fórmula molecular).

Tabela 18

Percentual médio de acertos, na relação ensinada (CE2) e no teste das relações emergentes (E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D, por participante

Participantes	Relações							
	Ensino	Emergentes						
	CE2	E2C	AE2	E2A	BE2	E2B	DE2	E2D
P3	97,7	98	99	96	100	98	97	97
P4	100	100	100	100	99	100	100	99
P10	100	100	100	99	100	100	99	100
P11	98,1	98,5	99,1	98,1	100	99	93,2	100
P12	98,5	99	99	100	98	90	96	92,6
P15	98,1	100	98,1	100	99	100	91,8	100
P16	100	99	99	99	100	100	99	99

Nota: (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada (D) Fórmula Molecular; (E2) Classificação quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono.

Os dados mostram que os participantes atingiram o patamar esperado no ensino da relação CE2, tendo obtido o mínimo de 97,7% de acertos. No teste de emergência, todos os participantes atingiram o patamar estabelecido, já que tiveram no mínimo 90% de acertos (relação E2B). Observa-se, portanto, que a partir do ensino da relação CE2, ocorreu a emergência de sete novas relações, mesmo não tendo sido diretamente ensinadas.

Os resultados mostram que os participantes aprenderam a classificar as cadeias carbônicas quanto ao tipo de ligação existente entre os átomos de carbono, ficou evidente a integração do estímulo E2 à classe de estímulos equivalentes.

**Desempenho dos participantes na 5ª etapa: ensino da classificação das cadeias carbônicas quanto à presença do heteroátomo entre os átomos de carbono**

Na última etapa do experimento, ocorreu o ensino da relação CE3 (fórmula condensada-classificação quanto à presença ou não do heteroátomo) e o teste das relações emergentes (E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D)<sup>43</sup>.

Os dados obtidos na 5ª etapa do procedimento, com o ensino da relação CE3 e o teste de emergência das relações E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D, são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19

*Percentual médio de acertos, na relação ensinada (CE3) e no teste das relações emergentes (E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D), por participante*

Participantes	Relações							
	Ensino	Emergentes						
	CE3	E3C	AE3	E3A	BE3	E3B	DE3	E3D
P3	97,6	95,2	100	98,4	95,2	100	95,2	100
P4	100	100	100	100	100	100	100	100
P10	98,1	100	100	100	100	100	100	100
P11	97,1	98,4	100	100	98,6	100	100	100
P12	96,1	98,4	95,8	98,4	98,4	100	98,4	98,4
P15	93,3	100	100	100	98,4	100	98,6	94,5
P16	98,8	100	100	100	100	98,4	100	100

*Nota:* (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada; (D) Fórmula Molecular; (E3) Classificação quanto à presença do heteroátomo entre carbonos.

<sup>43</sup>Retomando: E3C(classificação3-fórmula condensada); AE3(nome impresso-classificação3); E3A(classificação3-nome impresso); BE3(fórmula de linha-classificação3); E3B(classificação3-fórmula de linha); DE3(fórmula molecular-classificação3); E3D(classificação3-fórmula molecular).

Os dados mostram que os participantes apresentaram o desempenho esperado, atingindo o patamar entre 97,1% e 100% de acertos no ensino da relação CE3. No teste de emergência, o desempenho atingiu patamares entre 94,5% de acertos, chegando a 100% de acertos. É possível observar que o ensino da relação CE3 promoveu a emergência de relações (E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D), não ensinadas diretamente. Os dados evidenciaram que o estímulo E3 foi integrado à classe de estímulos equivalentes.

Em suma, a partir dos resultados conclui-se que os participantes aprenderam a classificar as cadeias carbônicas quanto à presença ou não do heteroátomo, portanto, a programação de ensino foi eficaz.

### **Desempenho dos participantes no Teste de Generalização para novas cadeias carbônicas**

Conforme descrito no procedimento, terminado o ensino de todas as etapas da programação, realizou-se o Teste de Generalização com novas cadeias carbônicas, compostas por diferentes números de carbono. Esse teste de generalização foi feito no computador, conforme já exposto e foram avaliadas as relações BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, AE1, AE2, AE3, E1C, E2C, E3C.

Para análise dos resultados, considerou-se satisfatório  $\geq$  a 80% de acertos; Insatisfatório de 60 a 79% de acertos e Insatisfatório  $\leq$  a 59% de acertos.

Os 18 participantes foram submetidos ao Teste de Generalização. Então, inicia-se a apresentação dos resultados obtidos pelos participantes submetidos ao procedimento de ensino, resultados que são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20

*Percentual de acertos, no Teste de Generalização (BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, AE1, AE2, AE3, E1C, E2C, E3C) para novas cadeias, participantes submetidos à programação de ensino*

Participantes	Relações														
	Representação das fórmulas									Classificação das fórmulas					
	BC	CB	BA	CA	DA	BD	DB	CD	DC	AE1	AE2	AE3	E1C	E2C	E3C
P3	100	100	100	94	100	88	88	94	100	100	88	94	100	100	100
P4	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	81	100	100	100	100
P10	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	88	100	100	100	100
P11	94	100	100	100	100	94	100	94	100	56	44	44	100	88	60
P12	100	100	100	100	88	94	94	94	100	94	88	100	94	100	90
P15	100	100	100	100	100	81	88	94	100	44	69	63	88	73	90
P16	75	94	94	100	100	81	81	94	94	100	94	94	100	93	100

*Nota:* (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada; (D) Fórmula Molecular; (E1) Classificação quanto à existência ou não de extremidades livres; (E2) Classificação quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono; (E3) Classificação quanto à presença do heteroátomo entre os átomos de carbono.

Os dados mostram que nas relações de representação das fórmulas os participantes atingiram patamares acima de 80% de acertos, exceto P16 que na relação BC obteve 75% de acertos. Mesmo sendo cadeias carbônicas não utilizadas no ensino, os participantes souberam os quatro tipos de diferentes representação, resultado que indica desempenho generalizado.

Já na classificação das cadeias carbônicas seis participantes apresentaram desempenho satisfatório (acima de 80%). No entanto, P11 e P15 apresentaram desempenho aquém do esperado. P15 apresentou desempenho entre 63% e 73% de acertos em três relações, e 44% em uma outra. P11 teve o pior desempenho, apresentando entre 44% e 60% de acertos em quatro relações.

Em suma, embora dois dos participantes apresentassem desempenho aquém do esperado no Teste de Generalização, os dados apontaram que a maioria dos participantes foi capaz de generalizar para novas cadeias carbônicas o conteúdo aprendido.

A seguir, apresenta-se o desempenho dos 11 participantes não submetidos à intervenção.

Tabela 21

*Percentual de acertos no Teste de Generalização (BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, AE1, AE2, AE3, E1C, E2C, E3C) por relação, 16 tentativas, para novas cadeias, dos participantes não submetidos à programação de ensino*

Participantes	Relações														
	Representação das fórmulas									Classificação das fórmulas					
	BC	CB	BA	CA	DA	BD	DB	CD	DC	AE1	AE2	AE3	E1C	E2C	E3C
P2	81	88	75	94	81	56	56	88	88	75	63	94	38	80	50
P5	44	56	69	63	88	63	63	5	50	31	56	69	19	53	70
P6	44	63	50	94	94	63	69	81	75	19	44	69	13	53	60
P7	50	15	44	88	75	25	50	94	31	25	44	69	44	40	75
P8	56	50	31	69	25	31	25	38	44	19	56	44	31	40	50
P9	100	88	88	100	94	56	38	75	31	56	63	69	69	60	60
P13	63	44	75	38	63	63	44	56	25	56	40	63	69	20	30
P14	56	56	38	44	44	31	56	19	31	56	44	69	44	60	40
P17	44	56	50	63	81	63	50	38	56	75	56	38	56	53	40
P19	50	15	44	88	75	25	50	94	31	25	44	69	44	40	75

*Nota:* (A) Fórmula Estrutural Plana; (B) Fórmula de Linha; (C) Fórmula Estrutural Condensada; (D) Fórmula Molecular; (E1) Classificação quanto à existência ou não de extremidades livres; (E2) Classificação quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono; (E3) Classificação quanto à presença do heteroátomo entre os átomos de carbono.

Os dados mostram que a maioria dos participantes apresentou desempenho insuficiente (60% a 79% de acertos) ou deficitário (abaixo de 50 % de acertos) em quase todas as relações que envolvem a representação das cadeias carbônicas, exceto P2, nas relações BC CB, CA, DA, CD, DC, P5, na relação DA, P6, nas relações CA, DA e CD, P7, nas relações CA e CD, P9, nas relações BC, CB, BA, CA, DA, P17, na relação DA, e P19 na relação CA e CD (atingiram acima de 80% de acertos).

Na classificação das cadeias carbônicas, o desempenho foi pior, pois apenas P2 atingiu nível satisfatório ( $\geq 80\%$  de acertos) nas relações AE3 e E2C.

Comparando-se os resultados dos participantes submetidos à intervenção com os dados que a ela não foram submetidos, verifica-se evidente diferença. Enquanto dos sete submetidos à intervenção, dois não atingiram desempenho esperado, o resultado dos 11 que não se submeteram à intervenção foi oposto, apenas dois se aproximaram, em parte, das relações avaliadas, do desempenho esperado.

### **Avaliação Final do Repertório sobre Cadeias Carbônicas (Pós-Teste)**

A seguir, será apresentado o desempenho dos participantes no que se refere: 1) escrever o tipo de fórmula; 2) construir as representações das fórmulas estruturais plana e condensada, de linha e molecular e 3) escrever a classificação das cadeias carbônicas quanto ao tipo de extremidade (cíclica ou acíclica), quanto ao tipo de ligação (saturada ou insaturada) e quanto à presença ou não do heteroátomo (homogênea ou heterogênea). Finalmente serão descritos, individualmente, os erros cometidos na construção das representações das cadeias carbônicas.

Retomando, teve-se, para a escrita de cada do tipo de fórmula, quatro tentativas (n=4), para a construção de cada tipo de representação, cinco tentativas (n=5) e para a classificação, oito tentativas (n=8), conforme Apêndice F.

Considerou-se a resposta como correta ou incorreta.

A apresentação dos resultados será feita, comparando-se o desempenho prévio (Pré-Teste) com o desempenho final (Pós-Teste), iniciando-se com o grupo de participantes submetidos à intervenção.

A Tabela 22 mostra o número de acertos no Pré-Teste e Pós-Teste, por participante, na nomeação do tipo de fórmula, na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas.

Tabela 22

*Número de acertos no Pré-Teste e Pós-Teste, por participante, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas*

Participante	Nome (n=4)		Construção (n=5)								Classificação (n=8)					
			FEP		FL		FEC		FM		CL1		CL2		CL3	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
3	1	4	0	3	0	5	0	4	0	5	0	7	0	8	0	7
4	0	4	0	3	0	5	0	5	0	5	0	7	7	7	7	8
10	0	4	0	4	0	5	0	5	0	5	5	7	3	8	5	8
11	0	4	2	2	0	4	0	0	0	5	0	7	0	5	0	3
12	0	4	0	4	0	3	0	5	0	5	2	7	0	6	2	8
15	0	4	0	2	0	1	0	0	0	3	0	4	0	3	0	8
16	0	4	0	4	0	2	0	1	0	5	0	7	4	7	0	6

*Nota:* FEP – Fórmula Estrutural Plana; FL – Fórmula de Linha; FEC – Fórmula Estrutural Condensada; FM – Fórmula Molecular; CL1 – Classificação quanto à extremidade; CL2 – Classificação quanto à ligação; CL3 – Classificação quanto à presença do heteroátomo.

Os dados mostram que na nomeação das cadeias carbônicas, todos os participantes tiveram, após o ensino, número de acertos máximos. Com relação à construção das cadeias carbônicas, verifica-se variação no desempenho, tanto entre os tipos de fórmula, quanto entre os participantes.

P15 apresentou o pior desempenho, pois conseguiu, no máximo, três acertos na fórmula molecular. P11 e P16 apresentaram desempenho aquém do esperado na construção de dois dos quatro tipos de fórmula. Os demais participantes apresentaram desempenho indicativo de que aprenderam a construir os quatro diferentes tipos de fórmulas das cadeias carbônicas.

Observando o desempenho por tipo de fórmula, verifica-se que o pior desempenho dos participantes ocorreu na construção da fórmula estrutural plana, talvez devido à disposição espacial dos átomos e das ligações covalentes na cadeia carbônica.

Quanto à classificação das cadeias carbônicas, a variação de desempenho foi menor. No que se refere à extremidade, apenas P15 teve quatro acertos, sendo que os demais tiveram sete acertos; no que se refere à presença do heteroátomo, apenas P11 teve três acertos e P16 seis acertos, sendo que os demais tiveram, no mínimo, sete acertos,

finalmente, quanto à ligação, P15, P11 e P12 tiveram, respectivamente, três, cinco e seis acertos, sendo que os demais sete acertos, no mínimo.

Comparando-se o Pré-Teste e o Pós-Teste, verifica-se que o desempenho é superior no Pós-Teste, para a maioria dos participantes, muito embora na construção da fórmula estrutural plana a diferença não tenha sido tão evidente para três participantes.

Em seguida, será detalhado o desempenho de cada participante na nomeação, na construção e na classificação das cadeias carbônicas.

P10 acertou praticamente todos os itens componentes do Pós-Teste de um total de 48 tentativas, acertou 46, tendo errado uma tentativa na avaliação de construção da representação da fórmula estrutural plana (o número de ligação covalente e o número de hidrogênio estabelecido na cadeia carbônica) e uma tentativa na classificação das cadeias carbônicas (erro na extremidade cíclica). A mudança, para melhor, do repertório de P10 foi evidente, conforme apresentado no Apêndice P.

P4 acertou todas as tentativas na nomeação, na construção de três tipos de fórmula e na classificação quanto a extremidades da cadeia carbônica. Do total de 48 tentativas avaliadas, errou quatro tentativas, sendo duas tentativas na avaliação de construção da representação da fórmula estrutural plana (errou o número de ligações estabelecidas entre os átomos de carbono, colocando tripla ligação em vez de dupla ligação e, também, errou a posição da ligação entre os átomos de carbono, na cadeia carbônica) e duas tentativas na classificação das cadeias carbônicas (uma na extremidade cíclica e a outra no tipo de ligação). Comparando o repertório prévio com o apresentado ao final, verifica-se mudança positiva evidente.

P3 acertou todas as tentativas na nomeação; na construção da fórmula de linha e na fórmula molecular e, ainda, na classificação quanto ao tipo de ligação. Do total de 48 tentativas, errou cinco tentativas, sendo duas tentativas na construção da representação da

fórmula estrutural plana (estabeleceu o número de carbono e de ligações covalentes incorretamente na cadeia carbônica, ou seja, trocou a dupla ligação pela tripla ligação), uma tentativa na representação da fórmula estrutural condensada (errou o número de hidrogênio) e duas tentativas na classificação das cadeias carbônicas (não identificou uma extremidade cíclica e a outra quanto à presença ou não do heteroátomo entre os átomos de carbono). O desempenho de P3, no Pós-Teste, indicou que ele aprendeu o conteúdo abordado.

P12 também apresentou mudança positiva no Pós-Teste, comparativamente ao Pré-Teste. De um total de 48 tentativas, acertou 42 tentativas, tendo cometido erros na avaliação de construção da representação da fórmula estrutural plana (errou o número de hidrogênio na cadeia carbônica), na avaliação de construção da representação da fórmula de linha (errou a posição da ligação tripla entre os átomos de carbono) e na classificação das cadeias carbônicas (um erro na extremidade cíclica e dois erros quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono). Embora tenha cometido erros, houve evidente melhora do desempenho no Pós-Teste, comparativamente ao do Pré-Teste.

P16 também teve número máximo de acertos, ou próximo a isso, na nomeação dos tipos de fórmulas, na construção da fórmula estrutural plana e fórmula molecular e na classificação quanto ao tipo de extremidade, ao tipo de ligação e à presença ou não do heteroátomo (nesta última, seis acertos em oito tentativas), no entanto, na fórmula de linha e na fórmula estrutural condensada teve baixo número de acertos. Do total de 48 tentativas, acertou 36 tentativas. Quanto aos erros, P16 errou uma tentativa de construção da representação da fórmula estrutural plana (no número de ligação covalente e no número de hidrogênio na cadeia carbônica). Na construção da representação da fórmula de linha errou três tentativas (no número de ligação covalente entre os átomos de carbono e no tipo de extremidade da cadeia carbônica) e na representação da fórmula estrutural condensada

errou quatro tentativas (na forma de representação, representando a fórmula molecular em vez da condensada, na extremidade da cadeia e no número de carbonos e hidrogênios estabelecidos na cadeia carbônica). Quanto à classificação das cadeias carbônicas, apresentou um erro quanto ao tipo de extremidade, um erro quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono e dois erros quanto à presença ou não do heteroátomo. Verifica-se que a maior dificuldade de P16 foi na construção da fórmula de linha e na fórmula estrutural condensada. Sendo assim, embora se possa afirmar mudança positiva no desempenho, na construção das fórmulas tal mudança não foi expressiva.

P11 apresentou mudanças positivas no desempenho, já que apresentou número máximo de acertos ou próximo a isso, na nomeação, na construção de duas fórmulas (de linha e molecular) e na classificação quanto à extremidade e a ligação (nesta última, com cinco acertos). No entanto, na construção das fórmulas estruturais plana e condensada e na classificação quanto ao heteroátomo, teve baixo número de acertos (no máximo três acertos), do total de 48 tentativas, acertou 30 tentativas, apresentou três erros na construção da representação da fórmula estrutural plana (o número de ligações estabelecidas entre os átomos de carbono e o número de hidrogênio), teve um erro na representação da fórmula de linha (o tipo de ligação estabelecida - ligação tripla - entre os átomos de carbono) e não teve acertos na construção da representação da fórmula estrutural condensada. Na classificação das cadeias carbônicas, P11 apresentou um erro na extremidade cíclica, três erros quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono e cinco erros quanto à presença ou não do heteroátomo na cadeia carbônica. Esses resultados indicam mudança positiva no repertório de P11, porém, não no nível esperado, pois apresentou erros na construção das representações das fórmulas estruturais plana e condensada e na classificação das cadeias carbônicas quanto à presença ou não do heteroátomo.

P15 foi o participante que apresentou o menor número de acertos. Obteve o número máximo de acertos apenas na nomeação do tipo de fórmula e na classificação das cadeias carbônicas quanto à presença ou não do heteroátomo. Nos demais itens, apresentou baixo número de acertos. Do total de 48 tentativas, P15 acertou 25 tentativas (em torno de 50% de acertos). Quanto aos erros, P15 errou duas tentativas na construção da representação da fórmula estrutural plana (o número de ligação covalente na cadeia carbônica). Na construção da fórmula de linha errou quatro tentativas (a posição da ligação tripla entre os átomos de carbono, a posição e o número de átomos de carbono na cadeia carbônica e no tipo de extremidade da cadeia carbônica). Na construção da representação da fórmula estrutural condensada errou todas as tentativas (na extremidade e no número de hidrogênios estabelecidos). Na construção da representação da fórmula molecular errou duas tentativas (o número de hidrogênio, bem como a posição dos átomos de nitrogênio e hidrogênio na cadeia carbônica). No que se refere à classificação das cadeias carbônicas, P15 apresentou três erros quanto ao tipo de extremidade da cadeia e cinco erros quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono. Comparando-se o Pré-Teste e o Pós-Teste, verifica-se que houve poucas mudanças no repertório de P15. Vale destacar que P11 e P15 apresentaram os piores desempenhos quando avaliada a generalização. Assim, fica claro que essa programação de ensino não foi suficiente para ambos atingirem o desempenho esperado.

Em suma, observando o desempenho de cada participante, verificou-se que a maior dificuldade foi na construção da representação da fórmula estrutural plana, seguida da fórmula de linha e da fórmula estrutural condensada. Os participantes erraram o número de ligações covalentes entre os átomos de carbono, bem como a posição dessas ligações e, em alguns casos, erraram o número de átomos (carbono, hidrogênio e nitrogênio) na cadeia carbônica.

A seguir, será apresentado o desempenho dos alunos que não passaram pelo ensino e cujos repertórios foram avaliados (Pré-Teste e Pós-Teste).

A Tabela 23 mostra o número de acertos no Pré-Teste e no Pós-Teste, por participante, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas.

Tabela 23

*Número de acertos, dos participantes não submetidos ao ensino, na nomeação do tipo de fórmula; na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas*

Participante	Nome (n=4)		Construção (n=5)								Classificação (n=8)						
			FEP		FL		FEC		FM		CL1		CL2		CL3		
			Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	5
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	5	5	5
5	2	1	0	2	0	1	0	0	0	4		4	4	3	2	3	4
6	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0		2	4	2	5	6	5
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
9	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0		4	5	4	2	4	5
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		3	4	6	5	3	4
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	4	4	4	4	4
17	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		0	5	0	2	0	3
19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5	4	6	3	6	4

*Nota:* FEP – Fórmula Estrutural Plana; FL – Fórmula de Linha; FEC – Fórmula Estrutural Condensada; FM – Fórmula Molecular; CL1 – Classificação quanto à extremidade; CL2 – Classificação quanto à ligação; CL3 – Classificação quanto à presença do heteroátomo.

Os dados mostram que na nomeação do tipo de fórmula, o melhor desempenho foi de P9, com três acertos, os demais participantes tiveram, no máximo, um acerto. Na construção das representações das cadeias carbônicas, com exceção de P5 que teve quatro acertos na fórmula molecular, os demais não tiveram acertos. Com relação à classificação das cadeias carbônicas, o melhor desempenho foi o de cinco acertos, alcançado por P9 e P17 na classificação quanto ao tipo de extremidade (CL1), por P2, P6 e P13 na classificação quanto ao tipo de ligação (CL2) e por P1, P2, P6 e P9 na presença ou não do heteroátomo (CL3).

Comparando os desempenhos de ambos os grupos no Pré-Teste e Pós-Teste, verifica-se que os participantes submetidos ao procedimento de ensino tiveram desempenho claramente superior ao do grupo que não foi submetido ao procedimento de ensino. Se a comparação do desempenho de cada participante antes e após o ensino permitiu verificar que houve melhora do repertório, a comparação com o desempenho dos alunos que não passaram pelo procedimento de ensino permitiu verificar que tal melhora não se deve a outras atividades desenvolvidas nas aulas regulares de química, mas se deve à proposta de ensino implementada.

### **Discussão**

No presente estudo, ensinou-se o aluno a oralizar os nomes dos tipos de fórmulas de cadeias carbônicas, representar de diferentes formas uma mesma cadeia carbônica e a classificá-las a partir de três critérios: 1) Quanto à existência ou não de extremidades livres; 2) Quanto ao tipo de ligações existentes entre os átomos de carbono (saturada ou insaturada); 3) Quanto à presença ou não do heteroátomo (homogênea ou heterogênea). Para isso, foi proposta uma programação de ensino de discriminações condicionais, com base no modelo de equivalência de estímulos, para alunos que frequentavam aulas regulares na 2ª série do Ensino Médio. A programação foi implementada com auxílio do software MestreLibras, em contexto coletivo.

O estudo foi composto por: Avaliação do Repertório Prévio sobre Cadeias Carbônicas (Pré-Teste); Aplicação da Programação de Ensino de Cadeias Carbônicas: Etapa preparatória – Ensino de Relações I-II e Teste das Relações II-III, III-II e II-O; 1ª etapa - Ensino de Relações AB e AC e Teste das Relações BC, CB, BA e CA; 2ª etapa – Ensino da Relação AD e Teste das Relações DA, BD, DB, CD, DC; 3ª etapa – Ensino da

Relação CE1 e Teste das Relações E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D; 4ª etapa – Ensino da Relação CE2 e Teste das Relações E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D; 5ª etapa – Ensino da Relação CE3 e Teste das Relações E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D; Teste de Generalização para Novas Cadeias Carbônicas; Avaliação do Repertório Final sobre Cadeias Carbônicas (Pós-Teste).

Foram avaliados, antes do ensino, 18 alunos dos quais sete foram submetidos ao ensino, os outros 11 alunos não foram submetidos ao procedimento. Todos os 18 participantes foram avaliados ao término do processo de ensino (Pós-Teste).

Em relação ao repertório inicial sobre cadeias carbônicas, os resultados desse estudo mostraram que os participantes apresentaram baixo desempenho na nomeação, na construção e na classificação das cadeias carbônicas. Nas tentativas de nomeação do tipo de fórmula das cadeias carbônicas, fosse ela representada pela fórmula estrutural plana, fórmula de linha, fórmula estrutural condensada e fórmula molecular, os participantes obtiveram no máximo dois acertos. Nas tentativas de construção da representação das cadeias carbônicas, o desempenho foi nulo para todos os participantes, tendo a maioria escrito “não sei”. Com relação à classificação das cadeias carbônicas, o desempenho dos participantes foi um pouco melhor, comparativamente ao repertório de nomeação e de construção, ou seja, parte da classificação já era de conhecimento de alguns participantes.

O Pré-Teste indicou que a maioria dos participantes não sabia nomear corretamente os tipos de fórmulas, construir suas representações e classificá-las adequadamente. Ficou evidente, que os participantes, ao representarem as cadeias carbônicas, também, não sabiam estabelecer o número de ligações entre os átomos de carbono, posicionar o átomo de carbono e hidrogênio na cadeia carbônica, repertório fundamental para construir a representação das estruturas das cadeias carbônicas.

Quanto à proposta de ensino, os dados indicaram que os participantes realizaram 45 conjuntos de cadeias carbônicas praticamente sem erro (ou com poucos), em todas as relações ensinadas, exceto P12, P15 e P16 que refizeram as tentativas durante o ensino.

Os alunos realizaram as atividades de ensino de acordo com seu próprio ritmo, sendo que a maioria atingiu o patamar de desempenho esperado dispendendo entre 4 horas e 9 minutos e 10 horas e 23 minutos de ensino no Experimento 2. O tempo gasto nas atividades de ensino evidenciou que é possível ensinar muito mais coisas em menos tempo, desde que as contingências de ensino sejam bem planejadas, conforme destacado por Skinner (1968/1972).

Observou-se que todos os alunos, ao se depararem pela primeira vez com as fórmulas das cadeias carbônicas, apresentaram reações sobre a complexidade do estímulo, alegando dificuldade para realização da tarefa; logo em seguida, porém, ao observarem tal fórmula começaram a relacionar a quantidade de átomos de carbono e suas respectivas ligações (duplas e triplas) com as fórmulas de linha apresentadas, eles relacionaram, também, o número de carbono e hidrogênio e o número de ligação (dupla ou tripla), bem como sua posição nas fórmulas estruturais planas e condensadas. Durante a realização da tarefa contavam a quantidade de átomos de carbono, hidrogênio, enxofre, nitrogênio e oxigênio nas respectivas fórmulas moleculares que haviam sido aprendidas nas etapas do experimento. Tais comportamentos são indicativos de que os alunos ficaram sob controle das características específicas das cadeias carbônicas.

Os Testes de Emergência das Relações II-III, III-II e II-O, da etapa preparatória, foram aplicados após o ensino da relação I-II (nome falado do tipo de fórmula-representação do tipo de fórmula), os resultados evidenciaram que houve emergência de relações simétricas e transitivas, sem que tivessem sido diretamente ensinadas, o que vai ao encontro do proposto pelo modelo de equivalência de estímulos (Sidman & Tailby,

1982). Segundo o modelo de equivalência de estímulos, a partir do ensino de algumas relações emergem novas relações não diretamente ensinadas. De fato, verificou-se que novas relações emergiram e que isso ocorreu também com a oralização dos tipos de fórmulas. Os testes indicaram que foram formadas classes de estímulos equivalentes entre os três grupos de estímulos: nome falado do tipo de fórmula, representação do tipo de fórmula e nome impresso do tipo de fórmula.

Na 1ª etapa, os Testes de Emergência das Relações BC, CB, BA e CA foram aplicados após o ensino da relação AB (fórmula plana-fórmula de linha) e AC (fórmula plana-fórmula condensada). Os resultados evidenciaram que houve emergência de relações simétricas e transitivas, sem que tivessem sido diretamente ensinadas, ou seja, a partir do ensino de duas relações emergiram quatro novas relações não diretamente ensinadas. Os testes indicaram que foram formadas classes de estímulos equivalentes entre outros três grupos de estímulos: fórmula estrutural plana, fórmula de linha e fórmula estrutural condensada.

Na 2ª etapa, acoplou-se o estímulo D (Fórmula Molecular) a um dos componentes da classe de estímulos equivalentes, no caso, ao estímulo A (Fórmula Estrutural Plana). Ensinou-se a relação AD (fórmula plana-fórmula molecular), sendo que os Testes de Emergência das Relações DA, BD, DB, CD e DC foram aplicados logo após o ensino dessa relação. Os resultados evidenciaram que também houve emergência de todas as relações sem ensino explícito. Isto ocorreu porque, segundo De Rose (2005), uma rede de relações envolve classes de estímulos que exercem controle sobre classes de respostas e “classes de estímulos podem receber o acréscimo de novos membros e quando isso acontece, novas relações entre estímulos emergem” (p. 41). A classe de estímulos equivalentes, formada pela programação desenvolvida na 1ª etapa, foi ampliada, a partir da relação entre um novo elemento com um dos membros daquela classe.

Na 3ª etapa, acoplou-se o estímulo E1 (classificação quanto à existência ou não de extremidades livres) a um dos componentes da classe de estímulos equivalentes, no caso o estímulo C (Fórmula Estrutural Condensada). Ensinou-se a relação CE1, sendo que os Testes de Emergência das Relações E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1 e E1D foram aplicados logo após o ensino de tal relação. Os resultados evidenciaram que também houve emergência de todas as relações sem ensino explícito, conforme salientado por De Rose (2005), emergem relações entre o novo membro e todas as respostas controladas pela classe. Com o ensino de uma única relação, integrada a um dos componentes da classe de estímulos equivalentes, emergiram sete novas relações, sem terem sido diretamente ensinadas.

Na 4ª etapa, acoplou-se um novo estímulo E2 (classificação quanto ao tipo de ligação existente entre os átomos de carbono) ao estímulo C (Fórmula Estrutural Condensada), componente da classe de estímulos equivalentes. Ensinou-se a relação CE2 (fórmula condensada-classificação quanto ao tipo de ligação entre os átomos de carbono), sendo que os Testes de Emergência das Relações E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2 e E2D foram aplicados logo após o ensino dessa relação. Os resultados evidenciaram que também houve emergência de todas as relações sem ensino explícito. Novamente, a partir do ensino de uma única relação acoplada a um dos componentes da classe de estímulos equivalentes emergiram sete novas relações.

Na 5ª etapa do Experimento 2, acoplou-se um terceiro estímulo E3 (classificação quanto à presença ou não do heteroátomo entre os átomos de carbono) ao componente da classe de estímulos equivalentes, no caso, o estímulo C (Fórmula Estrutural Condensada). Ensinou-se a relação CE3 (fórmula condensada-classificação segundo a presença ou não do heteroátomo), sendo que os Testes de Emergência das Relações E3C, AE3, E3A, BE3,

E3B, DE3 e E3D foram aplicados logo após o ensino dessa relação. Os resultados se replicaram: novamente houve emergência de todas as relações sem ensino explícito, ou seja, a partir do ensino de uma relação acoplada à classe de estímulos equivalentes houve a emergência de sete novas relações.

Os resultados indicaram que, tendo os participantes atingido o critério de desempenho estabelecido no ensino de quatro relações (AD, CE1, CE2, CE3), acopladas a um dos elementos das classes de estímulos equivalentes, foi possível a emergência de seis novas relações com a fórmula molecular (DA, BD, DB, CD, DC), além das 21 novas relações a partir das classificações das cadeias carbônicas (E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D, E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D, E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3, E3D), sem que essas 26 relações tivessem sido diretamente ensinadas. Deve-se destacar que um dos comportamentos que emergiram foi a construção (desenho) da representação das cadeias carbônicas, repertório não diretamente ensinado. Conforme ressaltado por De Rose (2005), “As classes de respostas também, podem se expandir com o acréscimo de novos membros (p. 41)”.

O presente estudo evidenciou que, uma vez formadas as relações de equivalência entre estímulos, é possível a expansão das relações de equivalência pelo pareamento de um novo estímulo com somente um dos membros.

Após o ensino e teste das relações emergentes, os participantes do ensino e os alunos que a ele não foram submetidos realizaram o Teste de Generalização para novas cadeias carbônicas, isto é, cadeias que não fizeram parte da programação de ensino. Este teste, realizado no software, indicou que houve uma grande diferença entre os repertórios de ambos os grupos, pois, dos que não foram submetidos ao ensino, a grande maioria não apresentou acertos, ou seja, o desempenho foi pouco modificado, apesar de estarem frequentando a escola. Diferentemente, o grupo submetido ao ensino obteve resultados

excelentes, já que, todos os participantes atingiram o número máximo de acertos em quase todas as relações avaliadas. A evidente diferença entre ambos os grupos indica que os participantes submetidos à programação de ensino foram capazes de generalizar, para novas cadeias, o conhecimento aprendido, isto é, adquiriram repertórios que se generalizaram para novas situações.

A realização do Pós-Teste (reaplicação do instrumento utilizado para avaliar o repertório prévio sobre cadeias carbônicas) para todos os alunos, incluindo os que não foram submetidos ao ensino, permitiu evidenciar clara diferença entre ambos os grupos. Dos que não foram submetidos ao procedimento de ensino, a maioria dos participantes apresentou resultados muito baixos, praticamente nulos, nas relações de nomeação e representação de cadeias carbônicas; alguns participantes apresentaram desempenhos variando entre zero a seis acertos nas classificações das cadeias carbônicas, o que evidencia o repertório pouco modificado, permanecendo a maioria dos participantes, em nível de desconhecimento dos conteúdos de química orgânica.

Diferentemente, os participantes submetidos ao procedimento de ensino apresentaram melhora de desempenho, inclusive na nomeação do tipo de fórmula, na construção das representações e na classificação das cadeias carbônicas, muito embora para dois deles a melhora tenha sido menor.

O desempenho no Pós-Teste é importante porque um dos repertórios exigidos é complexo: construir diferentes tipos de fórmulas das cadeias carbônicas. Sendo assim, os níveis de desempenho alcançados indicam que o procedimento foi eficaz.

A literatura (Haydu, Costa & Pullin, 2006; Tulon, 2008; Rossit & Goyos, 2009; Silva, 2010; Cezar, 2010; Batitucci, 2007; Reis & De Rose, 2009; Machado & Borloti, 2009) indicou que com base no modelo de equivalência de estímulos são elaboradas propostas de ensino para a instalação e aperfeiçoamento de diferentes repertórios, como

leitura e escrita (Peres & Carrara, 2004; Medeiros & Nogueira, 2005; Sudo, Soares, Souza & Haydu, 2008; Llausas, 2008 e César, 2009; Leite & Hübner, 2009; Melo & Serejo, 2009; Amorese & Haydu, 2010; Medeiros, 2011; Fernandes & Moroz, 2011; Ponciano & Moroz, 2012). Ferro (1993) já havia realizado proposta para o ensino de Química. O presente estudo indica que de fato, até mesmo repertórios complexos podem ser instalados para o ensino de discriminações condicionais e programações com base no modelo de equivalência de estímulos.

## Considerações Finais

O ensino de Química para o Ensino Médio é estruturado de forma a selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados através de "temas estruturadores" (Brasil, 2002). Tendo como foco de estudo as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos, são sugeridos nove temas estruturadores no ensino de Química, cinco dos quais enfatizam a transformação química em diferentes níveis de complexidade.

No tema Química e Biosfera que abrange as competências e habilidades a serem desenvolvidas para os alunos da 3ª série do Ensino Médio, é proposto o estudo dos compostos orgânicos de origem vegetal e animal como fontes de recursos necessários à sobrevivência humana: suas composições, propriedades, funções, transformações e usos.

Espera-se que o aluno, ao final da 3ª série do Ensino Médio, tenha adquirido, dentre outras, habilidade para elaborar suas próprias representações (esquemas, modelos, gráficos, tabelas), bem como reconhecer as diferentes fórmulas das cadeias carbônicas, identificar de diferentes formas as representações de uma mesma cadeia carbônica e classificar os compostos orgânicos.

De acordo com Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (São Paulo, 2010) - único instrumento que avalia o ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), a cada dois anos, iniciado em 2008 - a maioria dos alunos da 3ª série do Ensino Médio encontra-se nos níveis *Abaixo do Básico* e *Básico*, o que nos mostra que o ensino de Ciências da Natureza ainda é muito precário, requerendo a busca de procedimentos de ensino que tornem o ensino de Ciências da Natureza eficiente.

A Análise do Comportamento tem dado sua contribuição para a educação produzindo conhecimentos que favorecem o ensino de diferentes repertórios pautados no modelo de equivalência de estímulos. Esses estudos experimentais como leitura (Medeiros & Silva, 2002; Hanna, De Souza, De Rose & Fonseca, 2004; Leite & Hübner, 2009; Melo & Serejo, 2009; Amorese & Haydu, 2010; Medeiros, 2011; Fernandes & Moroz, 2011; Ponciano & Moroz, 2012), escrita (Medeiros, Fernandes, Pimentel & Simone, 2004; Medeiros, Vettorazi, Kliemann, Kurban & Mateus, 2007; Sudo, Soares, Souza & Haydu, 2008), matemática (Haydu, Costa & Pullin, 2006; Tulon, 2008; Rossit & Goyos, 2009), arte (Silva, 2010), concordância verbal (Cezar, 2010) e música (Batitucci, 2007; Reis & De Rose, 2009; Machado & Borloti, 2009), demonstraram que, com a aplicação desse modelo, pode-se ensinar, com alto grau de produtividade, repertórios complexos.

No ensino de Química, no entanto, não há estudos suficientes com base no modelo de equivalência, tanto no Brasil como no exterior. O único estudo encontrado foi o de Ferro (1993), um estudo espanhol, que tem como proposta não somente ensinar o conceito de metais e não-metais, utilizando como recurso as relações de equivalência, mas também verificar se a partir do ensino o aluno estabelece uma *regra* de forma *intraverbal*, isto é, verificar se as relações de equivalência seriam condição suficiente para produzir uma *regra* sobre o conceito/ conteúdo químico abordado.

Ferro (1993), portanto, indicou a possibilidade de, a partir do modelo de equivalência de estímulos, elaborar programação de ensino em Química. Nessa direção, foram propostos os Experimentos 1 e 2. No Experimento 1, teve-se por objetivo ensinar o aluno a identificar oralmente os elementos químicos a partir de suas representações simbólicas, e seus respectivos números e modelos atômicos. Os resultados indicaram que os participantes submetidos ao ensino atingiram o patamar de desempenho esperado nas

relações ensinadas (AB, BC e BE) e no teste de emergência. É importante destacar que, a partir do ensino de três relações, emergiram 12 novas relações (BA, CB, AC, CA, EB, AE, EA, CE, EC) e a oralização do elemento químico, a partir do símbolo, do número atômico e do modelo atômico (relações BD, CD, ED). Portanto, a programação proposta promoveu a emergência de relações não ensinadas, incluindo a oralização dos elementos químicos tal como preconizado pelo modelo de equivalência de estímulos (Sidman & Tailby, 1982).

Conclui-se que os participantes aprenderam a relacionar o modelo atômico com os nomes, símbolos e números atômicos dos elementos químicos, repertório necessário para área de Química Orgânica.

No Experimento 2 teve-se por objetivo ensinar o aluno a oralizar os diferentes tipos de fórmulas de cadeias carbônicas, identificar diferentes representações (fórmulas) de uma mesma cadeia carbônica e classificar as cadeias carbônicas quanto à existência ou não de extremidades livres, quanto ao tipo de ligações existentes entre os átomos de carbono e quanto à presença ou não do heteroátomo. Os resultados indicaram que os participantes submetidos ao ensino, tal como no Experimento 1, atingiram o patamar de desempenho esperado nas relações ensinadas (I-II, AB e AC, AD, CE1, CE2, CE3), o mesmo ocorrendo nas relações testadas

Tal como no Experimento 1, a partir do ensino de algumas relações (sete), emergiram 33 novas relações (II-III, III-II, BC, CB, BA, CA, DA, BD, DB, CD, DC, E1C, AE1, E1A, BE1, E1B, DE1, E1D, E2C, AE2, E2A, BE2, E2B, DE2, E2D, E3C, AE3, E3A, BE3, E3B, DE3 e E3D), além da nomeação do tipo de fórmula (relações II-O). Portanto, a programação proposta foi eficaz para ensinar a nomeação dos diferentes tipos de fórmulas, a identificação, os tipos de representação (fórmulas estrutural plana, de linha, estrutural condensada e molecular) e a classificação das cadeias carbônicas quanto ao tipo

de extremidade e ao tipo de ligação existente entre os átomos de carbono e a presença ou não do heteroátomo.

O Teste de Generalização indicou que a maioria dos participantes submetidos ao ensino apresentaram o nível de desempenho satisfatório ( $\geq 80\%$  de acertos) diante de estímulos novos (não utilizados no ensino), enquanto que a quase totalidade dos que não se submeteram ao procedimento de ensino sequer se aproximou de tal nível.

A comparação do desempenho dos participantes entre o Pré-Teste e o Pós-Teste evidenciou novamente a diferença do repertório dos participantes submetidos ao ensino comparativamente ao dos alunos que a ele não foram submetidos. A melhora foi evidente apenas para o primeiro grupo, indicando que a mudança foi fruto da programação de ensino efetivada.

Salienta-se o fato de que um repertório exigido nos testes (Pré e Pós) foi a construção (desenho) das fórmulas, repertório que não foi ensinado diretamente e que emergiu claramente para o grupo submetido ao ensino.

Vale destacar que o conteúdo de química orgânica, alvo do ensino nos Experimentos 1 e 2 (Estudo do Átomo de Carbono, no qual focalizou-se a representação de seu modelo atômico, a tetravalência, a formação de múltiplas ligações e ligação com outros elementos químicos, os tipos de fórmulas – estrutural plana, de linha, estrutural condensada e molecular, características das cadeias carbônicas (quanto ao fechamento da cadeia, quanto à disposição dos átomos, quanto ao tipo de ligação e quanto à natureza dos átomos), é parte do conteúdo explorado na 3ª série do Ensino Médio. Em 10 horas e 23 minutos de ensino, no máximo, tal conteúdo foi ensinado, com efeitos positivos no repertório dos participantes, enquanto que em sala de aula regular essa gama de conteúdos pode levar no mínimo oito meses de tempo para ser ensinado, uma vez que os alunos do Ensino Médio têm, em média, 1 hora e 40 minutos de aula semanalmente. Mais do que isso, não se tem,

no ensino regular, a possibilidade de os alunos caminharem no próprio ritmo. É, pois, considerável a vantagem da realização das atividades, tal como as realizadas

A programação de ensino proposta, com base no modelo de equivalência de estímulos, apresentou-se como uma tecnologia de ensino eficaz. Um fator que pode ter contribuído para os resultados obtidos foi o uso do software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010), pois permitiu aos participantes interagirem com a programação de ensino, respeitando o ritmo do aluno, o que provavelmente não ocorreria numa condição normal de sala de aula. Assim, caminhou-se ao encontro das sugestões dadas por Skinner (1968/1972) em relação à necessidade de se ter instrumentos facilitadores no processo ensino-aprendizagem.

Quanto à aplicação do programa, esta foi realizada em contexto coletivo (vide Apêndice Q), condição que mais se aproxima das condições encontradas pelo professor, embora a quantidade de participantes na sala de aplicação fosse reduzida, comparativamente a uma sala de aula regular.

Ensinar, em contexto coletivo, é uma condição diferente do ensino realizado na condição um para um (de pesquisador para participante). Para tanto, realizou-se o procedimento de ensino em situação coletiva, condição educacional mais próxima à de sala de aula. Por ocorrer em contexto coletivo (os sete participantes estavam dispostos na mesma sala de informática), algumas situações estiveram presentes, tais como: interferências externas (alunos batiam na porta e davam recados aos participantes, os monitores da sala de informática orientavam os participantes quanto ao uso do equipamento, alguns professores entravam na sala para agendar a sala de informática, participantes interagiam uns com os outros quando tinham dúvidas e pediam auxílio na utilização do software ou na complexidade do estímulo, alguns participantes pediam para o pesquisador explicar características específicas do estímulo, por exemplo: Por que uma

cadeia carbônica com uma tripla ligação diminui o número de hidrogênio na cadeia? Por que o carbono faz quatro ligações? Por que as fórmulas são representadas por carbonos e hidrogênio? Em que produtos do cotidiano encontramos esses compostos?) o que não ocorreria caso a aplicação fosse individual. Também observou-se que houve comentários entre os próprios participantes, como por exemplo: argumentação da dificuldade ou facilidade da tarefa e comparações entre os ritmos de execução das tarefas. Embora as tarefas apresentadas aos participantes fossem previamente selecionadas pelo pesquisador, ao seu término o participante chamava o pesquisador para avaliar a oralização e/ou para conferir os desempenhos anotados e disponibilizados pelo relatório do MestreLibras. Eventualmente acontecia de mais de um participante terminar a atividade ao mesmo tempo, o que demandava espera, por parte de um ou outro participante para ser atendido; nesse intervalo, as conversas paralelas surgiam e causavam desatenção dos demais participantes.

O pesquisador atuava no sentido de manter os alunos interagindo com a programação de ensino, ou seja, solicitava atenção nas tarefas propostas, fornecia as instruções para a realização das atividades, observava o grupo-classe atuando, ajudava o aluno na utilização do software, respondia as solicitações dos alunos referentes às tarefas e aspectos do conteúdo abordado, as dúvidas de natureza conceitual que iam surgindo, eram esclarecidas ao término das sessões de ensino, práticas essas que favoreceram a apresentação de comportamentos que indicavam interação produtiva com a programação de ensino.

A utilização do contexto coletivo indicou que o aluno do Ensino Médio tem certo nível de autonomia, adquirido em situações diárias, que favorece sua interação com recursos tecnológicos. Por exemplo, os participantes acessavam o gerenciador de tarefas do software e o relatório de desempenho, anotavam em planilha própria os próprios

desempenhos obtidos nas tarefas, independentemente da conferência pelo pesquisador, selecionavam as tarefas indicadas pelo pesquisador, entre outras ações.

O presente estudo mostrou que foi possível utilizar, em contexto coletivo, o software MestreLibras (Elias & Goyos, 2010), sendo possível ensinar conteúdos de Química Orgânica. Destaca-se, pois, a viabilidade de usar equipamentos disponíveis nas escolas, como é o caso dos computadores, para o ensino de disciplinas que compõem a grade curricular, abrindo-se outras possibilidades para o processo ensino-aprendizagem. Assim, se o professor planejar adequadamente a instrução ele poderá utilizar os equipamentos disponíveis e contar com a atuação dos próprios estudantes para manusear as programações, estabelecendo novas contingências para o ensino no contexto educacional.

Conforme salienta Skinner (1926/1972), ao se referir a atuação do professor: “Naturalmente, a professora tem uma tarefa mais importante do que a de dizer certo ou errado. As modificações propostas devem libertá-las <as professoras> do exercício cabal daquela tarefa. Ficar corrigindo exercícios ou problemas de aritmética ... está abaixo da dignidade de qualquer pessoa inteligente (p. 25)”

Verificou-se, pois, que o ensino de discriminações condicionais, por meio do procedimento de acordo com o modelo, é eficaz para o estabelecimento de relações entre estímulos arbitrários, sejam eles relativos à química ou a outro campo de interesse do comportamento simbólico, conforme ressaltados por Barros et al (2005).

Conforme destacado pelos autores, no contexto da Análise do Comportamento, Sidman e seus colaboradores deram início a uma linha de estudos sobre como os estímulos arbitrariamente relacionados podem se tornar substituíveis. Estudos na área comportamental demonstraram que, com a aplicação desse modelo, pode-se ensinar, com alto grau de produtividade, comportamentos como os de leitura de palavras e frases, de leitura musical, de escrita, de matemática, de habilidades numéricas, de línguas de sinais

entre outros (Silva & Medeiros, 2004; Haydu, Costa & Pullin, 2006; Medeiros, Vettorazi, Kliemann, Kurban & Mateus, 2007; Batitucci, 2007; Sudo, Soares, Souza & Haydu, 2008; Tulon, 2008; Rossit & Goyos, 2009; Leite & Hübner, 2009; Melo & Serejo, 2009; Reis & De Rose, 2009; Machado & Borloti, 2009; Amorese & Haydu, 2010; Silva, 2010; Cezar, 2010; Medeiros, 2011; Fernandes & Moroz, 2011; Ponciano & Moroz, 2012).

Tal fenômeno de formação de classes de equivalência vem sendo reconhecido na literatura, tendo o mesmo ocorrido nos presentes experimentos. Conforme o modelo de equivalência de estímulos preconiza, os elementos relacionados por equivalência são intercambiáveis entre si, o que se evidenciou também nesses experimentos sobre o conteúdo de química.

Segundo o modelo (Sidman & Tailby, 1982), a formação de relações de equivalência possibilita a expansão das classes, por meio da integração de um novo estímulo a somente um dos membros da classe de estímulos equivalentes, isto é, sem a necessidade de emparelhá-lo com todos os elementos da classe. De fato, verificou-se tal resultado em ambos os estudos, a cada integração de um único novo membro, amplia-se o número de novas relações.

Praticamente não há estudos realizados com Química, especialmente tendo por base o modelo de equivalência de estímulos, com exceção do de Ferro (1993). Sendo assim, o presente estudo representa uma contribuição para a Análise Experimental do Comportamento, particularmente para pesquisadores que se preocupam com o ensino de química.

No entanto, há necessidade de novos estudos acerca do tema, não apenas diversificando os participantes, mas também expandindo o conteúdo, de modo a trabalhar com repertórios mais complexos. Espera-se que o presente estudo seja um ponto de partida para novas pesquisas e que desperte o interesse dos pesquisadores para o tema. O avanço

dos estudos com a díade, equivalência de estímulos e química, poderá produzir importantes contribuições para a compreensão de questões relacionadas ao ensino de química e para intervenções futuras, tão necessárias em nosso país. Portanto, cabe aos pesquisadores o desafio de inseri-las no cotidiano do educador.

## Referências

- Aichinger, E. C. & Mange, G. C. (1978). *Química 2: orgânica*. São Paulo, SP: EPU.
- Amorese, J. S. & Haydu, V. B. (2010). Ensino e aprendizagem de leitura de palavras: contribuições da análise do comportamento. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, XII (1/2), pp. 197-223.
- Barros, R. S. (1996). Análise do Comportamento: da Contingência de Reforço à Equivalência de Estímulos. *Cadernos de Textos de Psicologia*, 1 (1), pp. 7-14.
- Batitucci, J. S. L. (2007). *Paradigma de equivalência de estímulos no ensino de leitura de sequências de notas musicais*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, DF.
- Barros, R. S., Galvão, O. F., Brino, A. L. F. & Goulart, P. R. K. (2005). Variáveis de procedimento na pesquisa sobre classes de equivalência: contribuições para o estudo do comportamento simbólico. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 1(1), pp. 15-27.
- Brasil, (1999). Ministério da Educação [MEC]. *Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC/Semtec.
- Brasil, (2002). Ministério da Educação [MEC] *PCN+ Ensino Médio: orientações*

*educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza e suas tecnologias*. Brasília, DF: MEC/Semtec.

Brasil, (2006). Ministério da Educação [MEC] *Orientações Curriculares para o Ensino Médio - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, DF: MEC/SEB, Vol 2.

Carmo, J. S. (1994). Prática Pedagógica: Algumas Contribuições da Psicologia Comportamental. *Cadernos do Centro de Filosofia e Ciências Humanas*, Belém, v.13, n. 1/2, p. 49-56.

Catania, A. C. (1999). *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição*. (4ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

César, M. A. (2009). *Ensino de Leitura: uma proposta para aperfeiçoar o desempenho de alunos de 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental, com uso de software educativo*. Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Cézar, E. H. C. (2010). *Concordância verbal: uma proposta de ensino de discriminações condicionais utilizando software educativo*. Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Coimbra, C. S. F. N. (2010). *Avaliação de uma programação de ensino de leitura para*

*alunos de Ensino Fundamental em contexto coletivo, por meio de um instrumento informatizado*. Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

De Rose, J. C. (1993). Classe de estímulos: implicações para uma análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 9 (2), pp. 283-303.

De Rose, J. C. (2005). Análise comportamental da aprendizagem de leitura e escrita. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento/ Brazilian Journal of Behavior Analysis*, 1, (1), pp. 29-50.

Elias, N. C. (2007). *Procedimentos informatizados de ensino de sinais para adolescentes e adultos com surdez e/ou deficiência mental*. Tese de Doutorado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Especial, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

Elias, N. C. & Goyos, C. (2010). MestreLibras no Ensino de Sinais: tarefas informatizadas de escolha de acordo com o modelo e equivalência de estímulos. In: E. G. Mendes & M. A. Almeida (Eds.), *Das Margens ao Centro: perspectivas para as políticas e práticas educacionais no contexto da educação especial inclusiva*. Araraquara: Junqueira e Marin Editora e Comercial Ltda, pp. 223-234.

Feltre, R. (1996). *Química – Volume Único*. (4ª ed.). São Paulo, SP: Moderna.

Feltre, R. (2004). *Química – Volume 3: Química Orgânica*. (6ª ed.). São Paulo, SP: Moderna.

Feltre, R. & Yoshinaga, S. (1974). *Química Orgânica*. São Paulo, SP: Moderna.

Fernandes, M. A. P. & Moroz, M. (2011). Ensino de leitura para alunos do ensino fundamental – uma proposta com base na análise do comportamento. *Psicologia da Educação* [on line], (32), pp. 47-68. Recuperado em 20/04/2013 de [http://pepsic.bvsalud.org/cielo.php?scrip=sci\\_arflex&pid=S1414-6975201100004&Ing=pt&nrm-isso](http://pepsic.bvsalud.org/cielo.php?scrip=sci_arflex&pid=S1414-6975201100004&Ing=pt&nrm-isso).

Ferro, R. (1993). *Formación de reglas y formación de equivalências en un estudio aplicado*. Proyecto de iniciación a la investigación. Granada: Universidad de Granada.

Goyos, A.C.N. & Almeida, J.C. (1996). *Mestre (Versão 1.0)*. Programa de computador, São Carlos, São Paulo: Mestre Software.

Goyos, A. C. N. (2004). Mestre: Um recurso derivado da interface da Análise Comportamental com a Informática para aplicações educacionais. In: M.M.C. Hübner & M. Marinotti (Eds.), *Análise do Comportamento para a Educação: Contribuições recentes*. (1ª ed). Santo André, SP: ESETec Editores Associados.

Goyos, C., Elias, N. C. & Ribeiro, D. M. (2005). Desenvolvimento de um programa

informatizado para o ensino de Libras. In: *II Congresso Brasileiro de Educação Especial e II Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial*, São Carlos, SP.

Hanna, E. S., De Souza, D. G., De Rose, J. C. & Fonseca, M. (2004). Effects of Delayed Constructed-reponse identity matching on spelling of dictated words. *Journal of applied behavior analysis*. 37 (2), pp. 223-227.

Haydu, V. B., Costa, L, P & Pullin, E. M. M. (2006). Resolução de problemas aritméticos: efeito de relações de equivalência entre três diferentes formas de apresentação dos problemas. *Psicologia Reflexão*, 19 (1), pp. 44-52.

Leite, M. K. S. & Hübner, M. M. C. (2009). Aquisição de leitura recombinaiva após treinos e testes de discriminações condicionais entre palavras ditadas e impressas. *Psicologia: Teoria e Prática*, 11 (3), pp. 63-81.

Llausas, R. V. (2008). *Avaliação de uma proposta de ensino de leitura e escrita para jovens e adultos utilizando software educativo*. Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Machado, A. R. & Borloti, E. B. (2009). Formação de classes funcionais de estímulos musicais. *Paideia*, 19 (42), pp. 47-58.

Medeiros, J, G. & Silva, R. M. F. (2002). Efeitos de testes de leitura sobre a

generalização em crianças em processo de alfabetização. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 15, (3), pp. 587-608.

Medeiros, J. G., Fernandes, A. R., Pimentel, R. & Simone, A. C. S. (2004). A função da nomeação oral sobre comportamentos emergentes de leitura e escrita ensinados por computador. *Estudos de Psicologia*, 9 (2) pp. 249-258.

Medeiros, J. C. & Nogueira, M. F. (2005). A nomeação de figuras como facilitadora do ler e do escrever em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Psicologia: Teoria e Prática*, 7 (1), pp. 107-126.

Medeiros, J. C., Vettorazi, A., Kliemann, A, Kurban, L. & Mateus, M. S. (2007). Emergência conjunta dos comportamentos de ler e escrever palavras e identificar números após o ensino em separado desses repertórios. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 27 (1), pp. 4-21.

Medeiros, J. C. (2011). A discriminação condicional como método para ensinar crianças a ler em situação coletiva de sala de aula. *Psicologia: Teoria e Prática*, 13 (2), pp. 30-49.

Melo, R. M. & Serejo, P. (2009). Equivalência de estímulos e estratégias de intervenção para crianças com dificuldade de aprendizagem. *Interação em Psicologia*, 13 (1), pp. 103-112.

Moroz, M. & Rubano, D. R. (2007). Una propuesta de instrumento de evaluación –

repertório inicial (IAL-I). In: *10º Congresso Pedagogia 2007 - Encuentro por la unidad de los educadores. Memorias. La Habana : desoft s. a., 1. pp. 01-20.*

Pereira, T. A. G. (2009). *Equivalência de estímulos e ensino de leitura – uma análise da produção nacional da Análise do Comportamento publicada de 1989 a 2007.* Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Peres, E. A. & Carrara, K. (2004). Dificuldades de leitura: aplicação de metodologia da equivalência de estímulos. *Psicologia da Educação*, São Paulo, 18, pp. 77-94.

Ponciano, V. L. O. & Moroz, M. (2012). Utilizando frases como unidades de ensino de leitura: um procedimento baseado na equivalência de estímulos. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, XIV, (1), pp. 38-56.

Reis, L. F. T. & De Rose, J. C. C. (2009). Equivalência de estímulos e ensino de discriminação de acordes tocados no violão. In: *VIII Jornada de Análise do Comportamento da Universidade Federal de São Carlos*, São Carlos, SP.

Rossit, R. A. S. & Goyos, C. (2009). Deficiência intelectual e a aquisição matemática: currículo como rede de relações condicionais. *Revista Semestral de Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 13 (2), pp. 213-225.

São Paulo. (2008). *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Química. Secretaria*

*da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. São Paulo, SP: SEE/CENP.*

São Paulo. (2010). Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP). *Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. São Paulo: SEE/CENP. Recuperado em 03/04/2013 de <http://saresp.fde.sp.gov.br/2010/>.*

Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech and Hearing Research, 14* (1), pp. 5-13.

Sidman, M. (1986). Functional analysis of emergent verbal classes. In: I. Thompson & M. D. Zeiler (Eds.), *Analysis and integration of behavioral units*, pp. 213-245.

Sidman, M. & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. Matching to sample: an expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 37*, pp. 5-22.

Silva, R. M. F & Medeiros, F. R. E. (2004). Aplicação de um Programa Computacional Educativo para alunos com Necessidades Especiais que apresentem dificuldade na aprendizagem de leitura e escrita. *III Fórum de Informática Aplicada a Pessoa Portadora de Necessidades Especiais CBComp. Itajaí, SC, pp. 686-690.*

Silva, J. S. F. (2010). *A leitura de imagens no ensino de arte com uso de software*

*educativo: formação de categorias pictóricas por meio de relações de equivalência.*

Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Skinner, B. F. (1972). *Tecnologia do Ensino*. (R. Azzi, trad.). São Paulo, Herder, Ed. da Universidade de São Paulo (Trabalho original publicado em 1968).

Skinner, B. F. (1974). *Ciência e Comportamento Humano*. São Paulo, Edart.

Skinner, B. F. (1978). *Reflections on behaviorism and society*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, Inc.

Solomons, T. W. G. & Fryhle, C. B. (2009). *Química Orgânica*. Rio de Janeiro, RJ: LTC. (tradução da 9ª ed. de 1934).

Stoddard, L. T.; De Rose, J. C. C. & McIlvane, W. J. (1986). Observações curiosas Acerca do desempenho deficiente após a ocorrência de erros. *Psicologia*, 12, 1, 1-18.

Sudo, C. H., Soares, P. G., Souza, S. R. & Haydu, V. B. (2008). Equivalência de estímulos e uso de jogos para ensinar leitura e escrita. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, X (2), pp. 223-238.

Tulon, A. S. (2008). *Ensino de frações e equivalência de estímulos: um estudo com uso*

*de software educativo*. Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

Zanotto, M. L. B. (2000). *Formação de Professores: a contribuição da análise do comportamento*. São Paulo: EDUC.

Zanotto, M. L. B.; Moroz, M. & Gioia, P. S. (2000). Behaviorismo Radical e Educação. *Revista da APG*, São Paulo, setembro.

Zanotto, M. L. B. (2004). Subsídios da Análise do Comportamento para a formação de professores. In: HUBNER, Maria Martha C; MARINOTTI, Miriam (org). *Análise do Comportamento para a Educação: Contribuições recentes*. 1ª ed. Santo André, SP: ESETec Editores Associados.

# **Apêndice A**

(Termo de Consentimento Livre e Esclarecido)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO COMO DISPOSTO  
NA RESOLUÇÃO CNS 196/96 E NA RESOLUÇÃO CFP Nº016/2000**

Senhores Pais ou Responsáveis,

Pesquisas sobre a aprendizagem têm sido desenvolvidas na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, sob coordenação e supervisão da Professora Dra. Melânia Moroz, visando fornecer aos educadores e pais métodos eficazes de ensino. Esta pesquisa, sob responsabilidade do Professor Marcelo de Abreu César, visa investigar procedimentos eficientes de ensino de conceitos químicos com a finalidade de melhorar o desempenho dos alunos. Os participantes poderão beneficiar-se dos métodos empregados, ampliando ou aperfeiçoando seus conhecimentos ou diminuindo suas dificuldades em química, não havendo riscos aos participantes.

Cada sessão de ensino ou teste terá a duração de 40 minutos no máximo. O participante poderá participar das sessões de ensino, diariamente ou três dias por semana, sempre no mesmo horário, conforme sua disponibilidade. Serão ensinados conceitos de química utilizando o computador, em uma sala da instituição, cuidadosamente preparada com iluminação e ventilação adequadas, sob orientação do pesquisador. Os pais ou responsáveis poderão solicitar, a qualquer momento, informação sobre a pesquisa. Será aplicada uma avaliação das habilidades químicas antes e após a realização das atividades de ensino.

Esclarecemos, ainda, que os dados e resultados de cada participante serão confidenciais e sua identidade não será revelada na divulgação do trabalho em reuniões científicas ou publicações e que, em qualquer momento da pesquisa, ele poderá interromper sua participação, devendo somente avisar o pesquisador da sua desistência.

Estamos, então, solicitando a sua autorização para que seu filho..... participe do presente trabalho e caso concorde, solicitamos a gentileza de assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

---

**Assinatura do Pesquisador Responsável**

Nome:

End:

Reg. Conselho:

Fone:

R.G:

**CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Declaro que li as informações acima sobre a pesquisa, que me sinto perfeitamente esclarecido (a) sobre o conteúdo da mesma, assim como de seus riscos e benefícios. Declaro ainda que, por minha vontade, autorizo a participação de meu filho (a) na pesquisa.

---

Assinatura do sujeito da pesquisa ou do responsável.

Mogi das Cruzes, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_

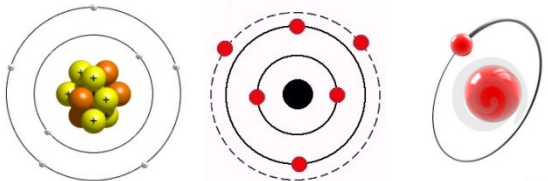
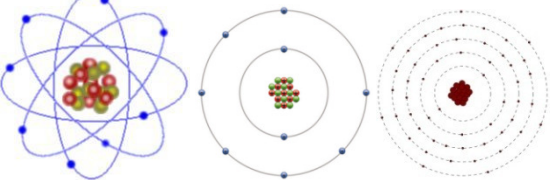
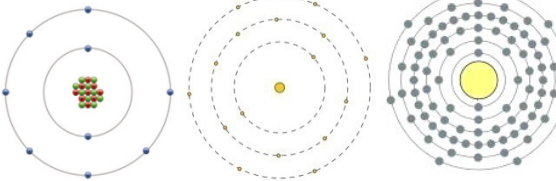

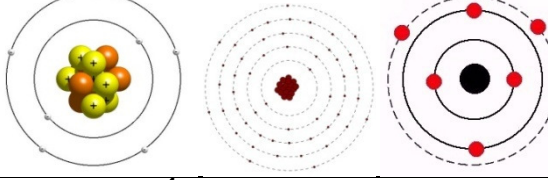
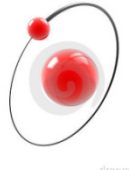
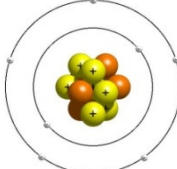
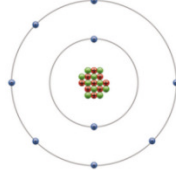
# **Apêndice B**

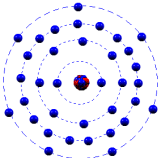
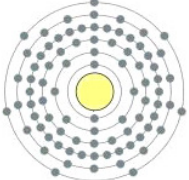
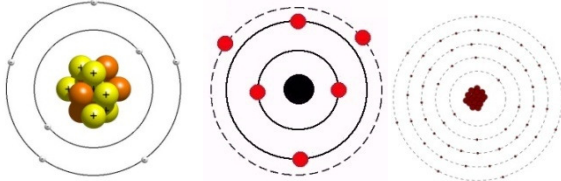
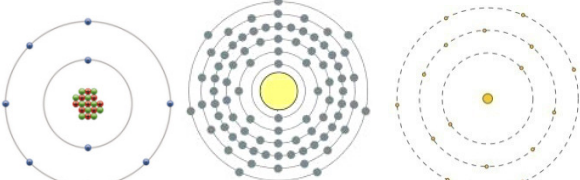
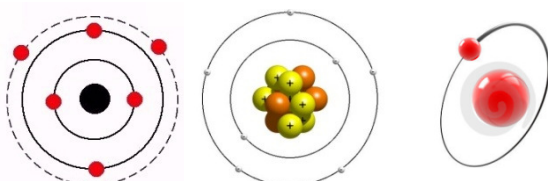
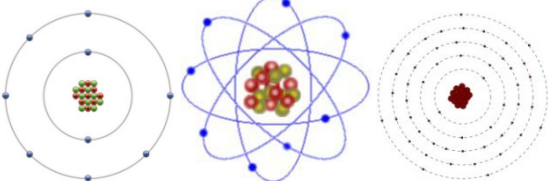
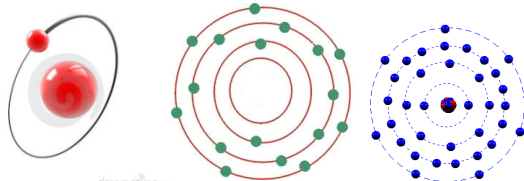
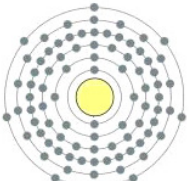
(Experimento 1 - Pré-teste / Estudo Piloto)

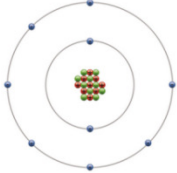
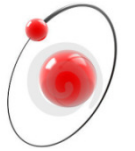
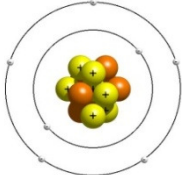
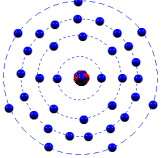

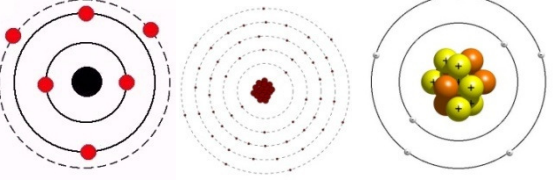
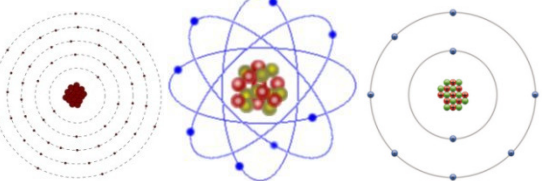
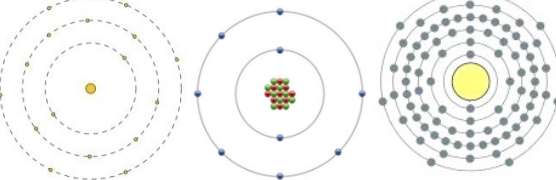
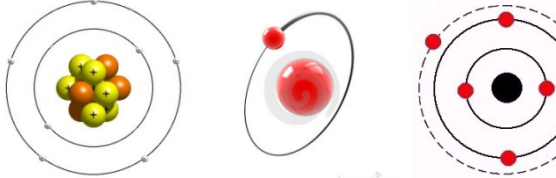
## EXPERIMENTO 1

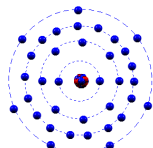
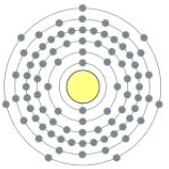
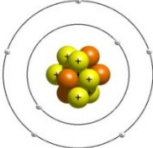
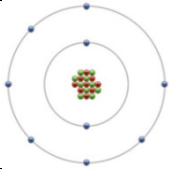
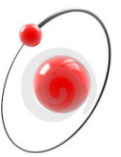
## PRÉ-TESTE - Estudo Piloto

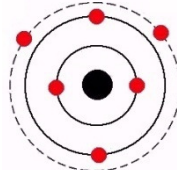
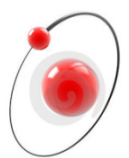
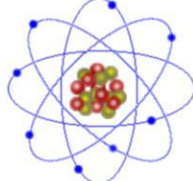
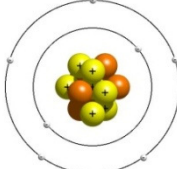
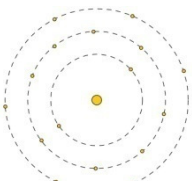
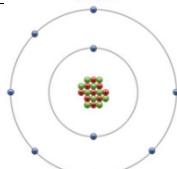
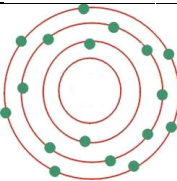
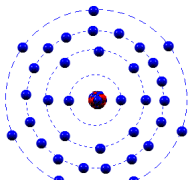
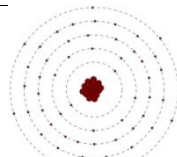
<b>Relação AC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e nº atômico	carbono	6 ; 8 ; 32
	oxigênio	76 ; 8 ; 32
	enxofre	17 ; 32 ; 16
	cloro	17 ; 53 ; 32
	iodo	31 ; 53 ; 17
<b>Relação CA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e nome	1	nitrogênio ; hidrogênio ; flúor
	7	bromo ; flúor ; nitrogênio
	9	flúor ; ástato ; hidrogênio
	35	ástato ; nitrogênio ; bromo
	85	hidrogênio ; ástato ; flúor
<b>Relação AB</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e símbolo	iodo	O ; C ; I
	enxofre	I ; S ; Cl
	carbono	C ; O ; S
	oxigênio	S ; Cl ; O
	cloro	Cl ; O ; S
<b>Relação BA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
símbolo e nome	At	hidrogênio ; ástato ; flúor
	F	bromo ; hidrogênio ; flúor
	H	nitrogênio ; flúor ; hidrogênio
	N	flúor ; nitrogênio ; bromo
	Br	ástato ; nitrogênio ; bromo
<b>Relação BC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
símbolo e nº atômico	Cl	17 ; 32 ; 53
	I	8 ; 53 ; 6
	O	17 ; 32 ; 8
	S	53 ; 6 ; 32
	C	6 ; 8 ; 53
<b>Relação CB</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e símbolo	35	Br ; At ; N
	85	H ; At ; N
	7	F ; N ; Br
	9	H ; Br ; F
	1	N ; F ; H

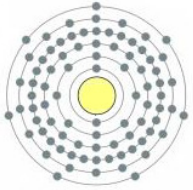
Relação BE	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
símbolo e modelo atômico	C	
	O	
	S	
	Cl	
	I	
Relação EB	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
modelo atômico e símbolo		N ; F ; H
		F ; N ; Br
		H ; Br ; F

		Br ; At ; N
		H ; At ; N
<b>Relação AE</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e modelo atômico	iodo	
	enxofre	
	carbono	
	oxigênio	
	cloro	
<b>Relação EA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
		hidrogênio ; ástato ; flúor

modelo atômico e nome		bromo ; hidrogênio ; flúor
		nitrogênio ; flúor ; hidrogênio
		flúor ; nitrogênio ; bromo
		ástato ; nitrogênio ; bromo
<b>Relação CE</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
n° atômico e modelo atômico	17	
	53	
	8	
	16	
	6	

<b>Relação EC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
modelo atômico e n° atômico		35 ; 85 ; 9
		85 ; 1 ; 35
		9 ; 1 ; 7
		85 ; 35 ; 9
		1 ; 2 ; 9
<b>Relação BD</b>	<b>MODELO</b>	<b>ORALIZAÇÃO DO ELEMENTO QUÍMICO A PARTIR DO SÍMBOLO PELO ALUNO</b>
símbolo e oralização	C	carbono
	H	hidrogênio
	O	oxigênio
	N	nitrogênio
	S	enxofre
	F	flúor
	Cl	cloro
	Br	bromo
	I	iodo
At	ástato	
<b>Relação CD</b>	<b>MODELO</b>	<b>ORALIZAÇÃO DO ELEMENTO QUÍMICO A PARTIR DO NÚMERO ATÔMICO PELO ALUNO</b>
número atômico e oralização	6	carbono
	1	hidrogênio
	8	oxigênio
	7	nitrogênio
	16	enxofre
	9	flúor
	17	cloro
	35	bromo
	53	iodo
85	ástato	

Relação ED	MODELO	ORALIZAÇÃO DO ELEMENTO QUÍMICO A PARTIR DO MODELO ATÔMICO PELO ALUNO
modelo atômico e oralização		carbono
		hidrogênio
		oxigênio
		nitrogênio
		enxofre
		flúor
		cloro
		bromo
		iodo

		ástato
--	---	--------

# Apêndice C

(Experimento 1 - Programação de  
Ensino e Teste de Emergência – 1ª etapa)

## EXPERIMENTO 1

## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

(1ª etapa)

<b>Relação AB (ensino)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e símbolo	1	carbono; hidrogênio; oxigênio	C; H; O
	2	hidrogênio; oxigênio; nitrogênio	H; O; N
	3	oxigênio; nitrogênio; enxofre	O; N; S
	4	nitrogênio; enxofre; flúor	N; S; F
	5	enxofre; flúor; cloro	S; F; Cl
	6	flúor; cloro; bromo	F; Cl; Br
	7	cloro; bromo; iodo	Cl; Br; I
	8	bromo; iodo; ástato	Br; I; At
	9	iodo; ástato; carbono	I; At; C
	10	ástato; carbono; hidrogênio	At; C; H
<b>Relação BC (ensino)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e nome	1	C; H; O	6; 1; 8
	2	H; O; N	1; 8; 7
	3	O; N; S	8; 7; 16
	4	N; S; F	7; 16; 9
	5	S; F; Cl	16; 9; 17
	6	F; Cl; Br	9; 17; 35
	7	Cl; Br; I	17; 35; 53
	8	Br; I; At	35; 53; 85
	9	I; At; C	53; 85; 6
	10	At; C; H	85; 6; 1
<b>Relação AC (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e número atômico	1	carbono; hidrogênio; oxigênio	6; 1; 8
	2	hidrogênio; oxigênio; nitrogênio	1; 8; 7
	3	oxigênio; nitrogênio; enxofre	8; 7; 16
	4	nitrogênio; enxofre; flúor	7; 16; 9
	5	enxofre; flúor; cloro	16; 9; 17
	6	flúor; cloro; bromo	9; 17; 35

	7	cloro; bromo; iodo	17; 35; 53
	8	bromo; iodo; ástato	35; 53; 85
	9	iodo; ástato; carbono	53; 85; 6
	10	ástato; carbono; hidrogênio	85; 6; 1
<b>Relação BA (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
símbolo e nome	1	C; H; O	carbono; hidrogênio; oxigênio
	2	H; O; N	hidrogênio; oxigênio; nitrogênio
	3	O; N; S	oxigênio; nitrogênio; enxofre
	4	N; S; F	nitrogênio; enxofre; flúor
	5	S; F; Cl	enxofre; flúor; cloro
	6	F; Cl; Br	flúor; cloro; bromo
	7	Cl; Br; I	cloro; bromo; iodo
	8	Br; I; At	bromo; iodo; ástato
	9	I; At; C	iodo; ástato; carbono
	10	At; C; H	ástato; carbono; hidrogênio
<b>Relação CB (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
símbolo e nº atômico	1	6; 1; 8	C; H; O
	2	1; 8; 7	H; O; N
	3	8; 7; 16	O; N; S
	4	7; 16; 9	N; S; F
	5	16; 9; 17	S; F; Cl
	6	9; 17; 35	F; Cl; Br
	7	17; 35; 53	Cl; Br; I
	8	35; 53; 85	Br; I; At
	9	53; 85; 6	I; At; C
	10	85; 6; 1	At; C; H
<b>Relação CA (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e símbolo	1	6; 1; 8	carbono; hidrogênio; oxigênio
	2	1; 8; 7	hidrogênio; oxigênio; nitrogênio
	3	8; 7; 16	oxigênio; nitrogênio; enxofre
	4	7; 16; 9	nitrogênio; enxofre; flúor
	5	16; 9; 17	enxofre; flúor; cloro
	6	9; 17; 35	flúor; cloro; bromo
	7	17; 35; 53	cloro; bromo; iodo
	8	35; 53; 85	bromo; iodo; ástato
	9	53; 85; 6	iodo; ástato; carbono
	10	85; 6; 1	ástato; carbono; hidrogênio
<b>Relação BD (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ORALIZAÇÃO DO ELEMENTO QUÍMICO A PARTIR DO SÍMBOLO PELO ALUNO</b>
	1	C; H; O	carbono; hidrogênio; oxigênio
	2	H; O; N	hidrogênio; oxigênio; nitrogênio
	3	O; N; S	oxigênio; nitrogênio; enxofre

símbolo e ORALIZAÇÃO	4	N; S; F	nitrogênio; enxofre; flúor
	5	S; F; Cl	enxofre; flúor; cloro
	6	F; Cl; Br	flúor; cloro; bromo
	7	Cl; Br; I	cloro; bromo; iodo
	8	Br; I; At	bromo; iodo; ástato
	9	I; At; C	iodo; ástato; carbono
	10	At; C; H	ástato; carbono; hidrogênio
<b>Relação CD (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ORALIZAÇÃO DO ELEMENTO QUÍMICO A PARTIR DO NÚMERO ATÔMICO PELO ALUNO</b>
Nº atômico e ORALIZAÇÃO	1	6; 1; 8	carbono; hidrogênio; oxigênio
	2	1; 8; 7	hidrogênio; oxigênio; nitrogênio
	3	8; 7; 16	oxigênio; nitrogênio; enxofre
	4	7; 16; 9	nitrogênio; enxofre; flúor
	5	16; 9; 17	enxofre; flúor; cloro
	6	9; 17; 35	flúor; cloro; bromo
	7	17; 35; 53	cloro; bromo; iodo
	8	35; 53; 85	bromo; iodo; ástato
	9	53; 85; 6	iodo; ástato; carbono
	10	85; 6; 1	ástato; carbono; hidrogênio

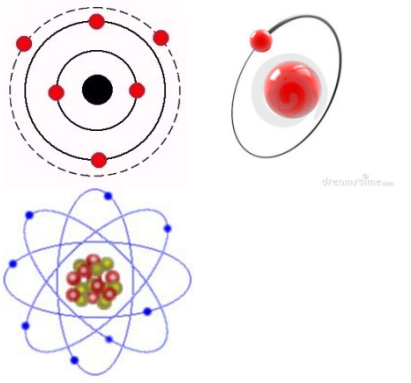
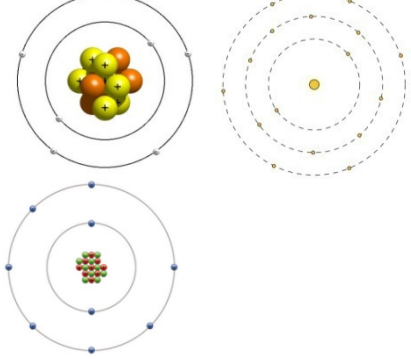
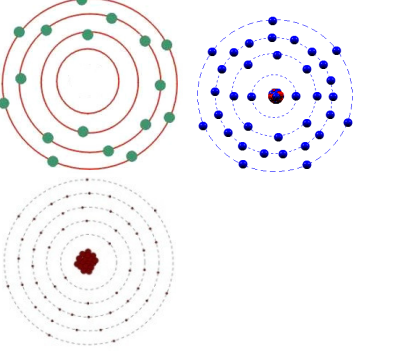
# **Apêndice D**

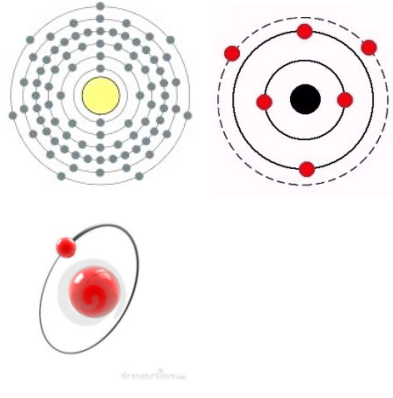
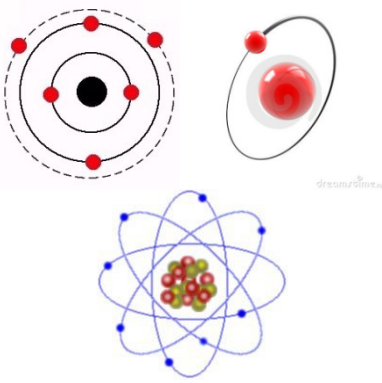
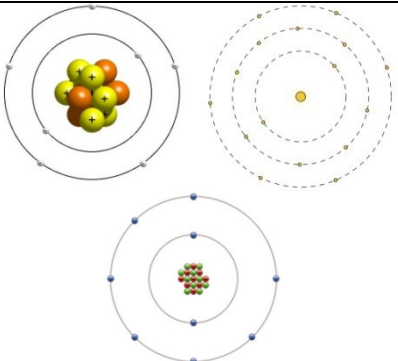
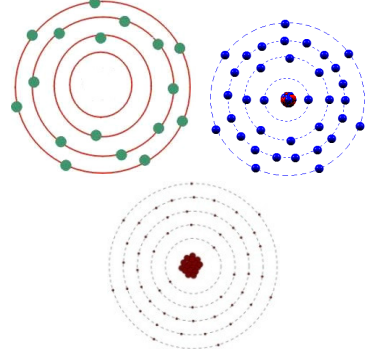
(Experimento 1 – Programação de  
Ensino e Teste de Emergência – 2ª etapa)

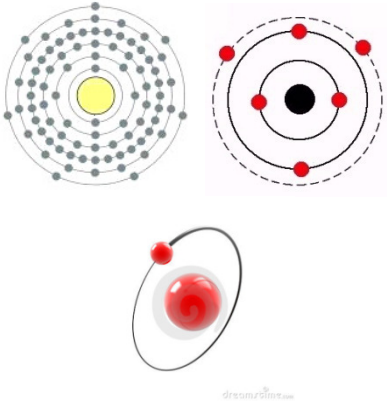
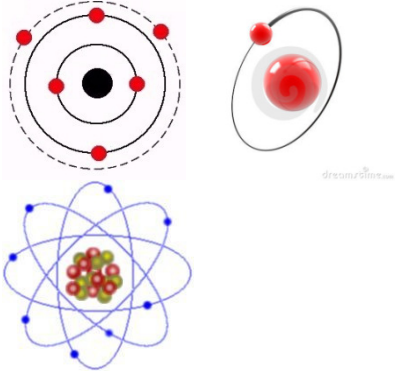
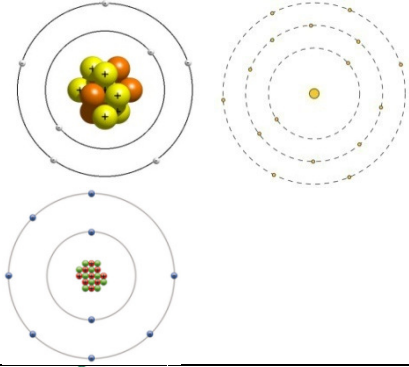
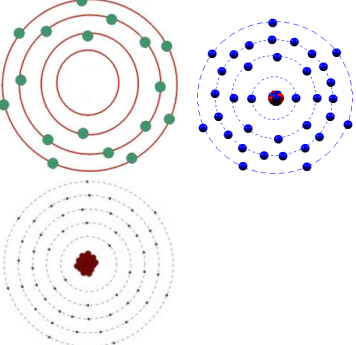
## EXPERIMENTO 1

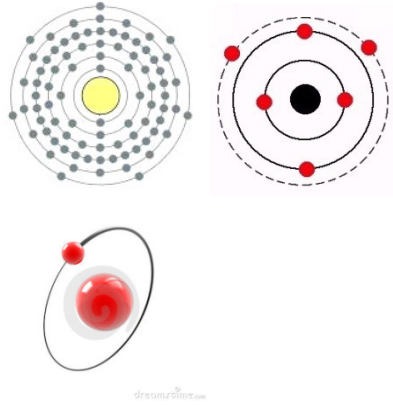
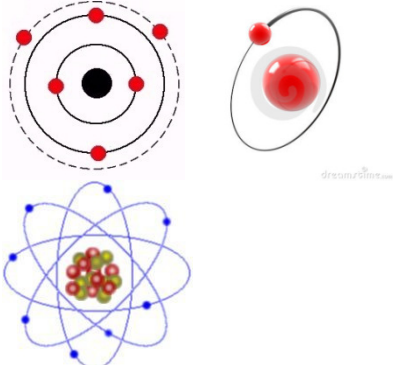
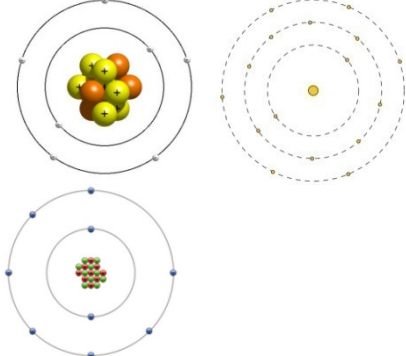
## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

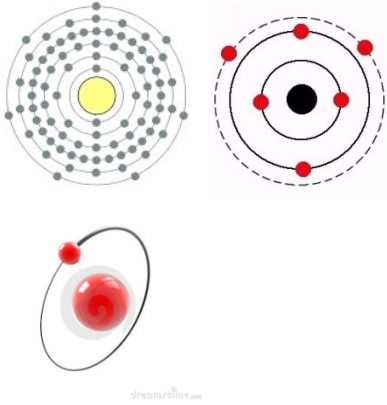
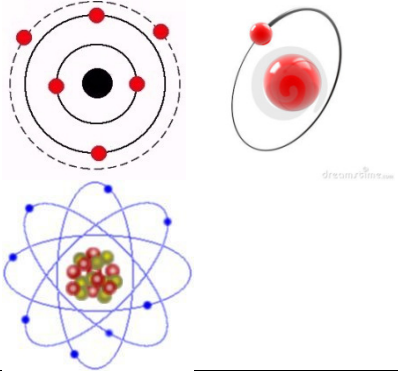
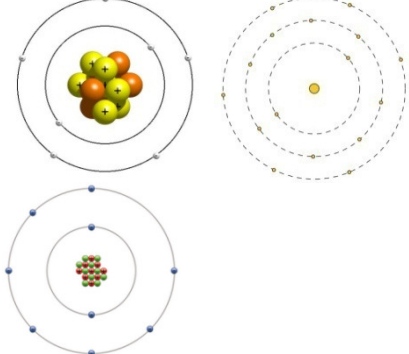
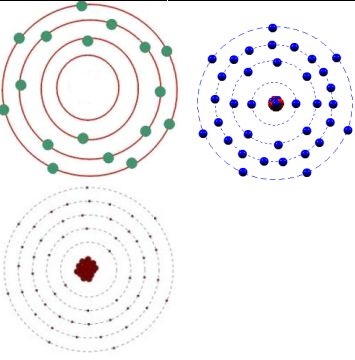
(2ª etapa)

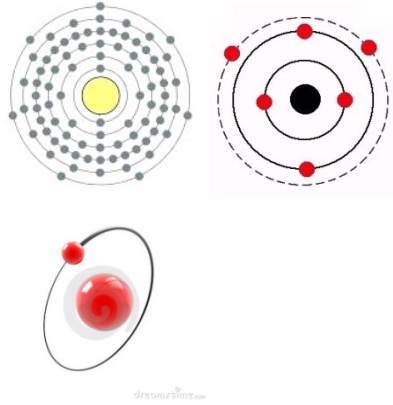
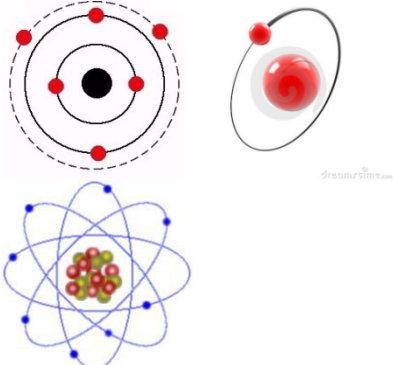
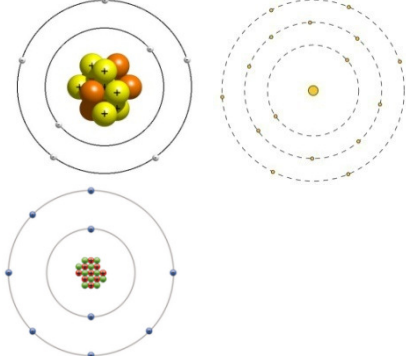
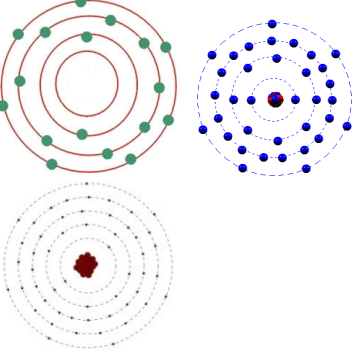
Relação BE (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
símbolo e modelo atômico	1	C; H; O	
	2	N; S; F	
	3	Cl; Br; I	

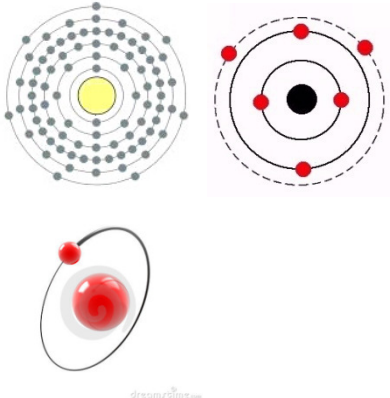
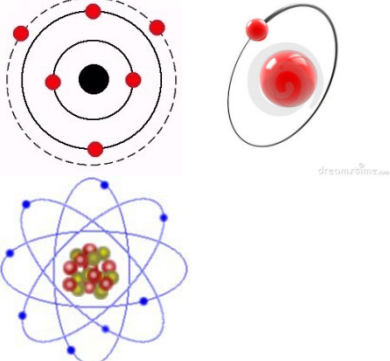
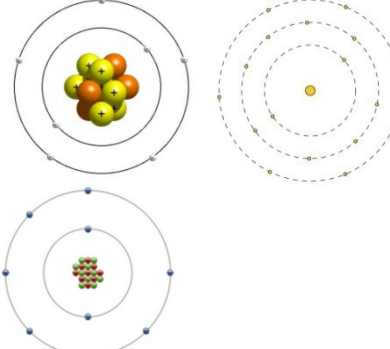
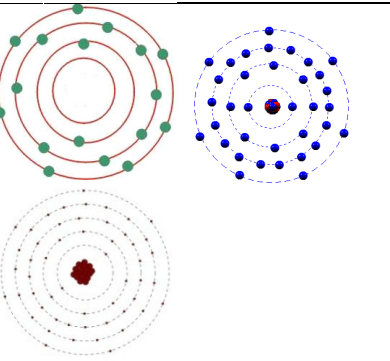
	4	At; C; H	
<b>Relação EB (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
modelo atômico e símbolo	1		C; H; O
	2		N; S; F
	3		Cl; Br; I

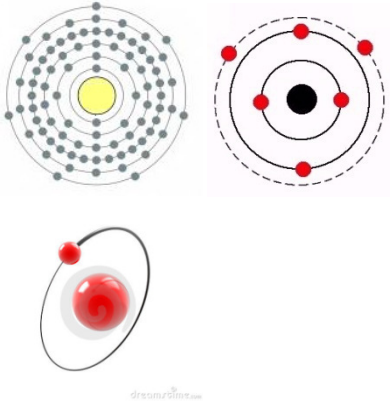
	4		At; C; H
<b>Relação AE (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e modelo atômico	1	carbono; hidrogênio; oxigênio	
	2	nitrogênio; enxofre; flúor	
	3	cloro; bromo; iodo	

	4	ástato; carbono; hidrogênio	
<b>Relação EA (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
modelo atômico e nome	1		carbono; hidrogênio; oxigênio
	2		nitrogênio; enxofre; flúor
	3		cloro; bromo; iodo

	4		ástato; carbono; hidrogênio
<b>Relação CE (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
n° atômico e modelo atômico	1	6; 1; 8	
	2	7; 16; 9	
	3	17; 35; 53	

	4	85; 6; 1	
<b>Relação EC (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
modelo atômico e número atômico	1		6; 1; 8
	2		7; 16; 9
	3		17; 35; 53

	4		85; 6; 1
<b>Relação ED (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ORALIZAÇÃO DO ELEMENTO QUÍMICO A PARTIR DO MODELO ATÔMICO PELO ALUNO</b>
modelo atômico e ORALIZAÇÃO	1		carbono; hidrogênio; oxigênio
	2		nitrogênio; enxofre; flúor
	3		cloro; bromo; iodo

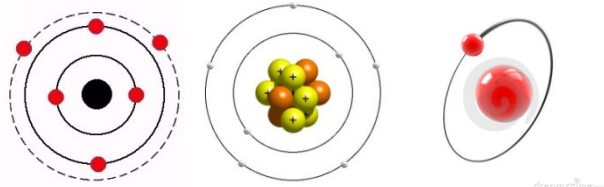
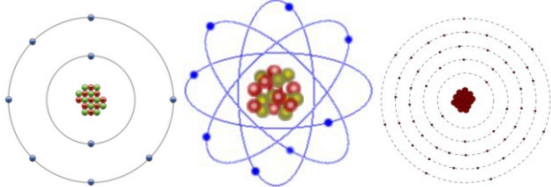
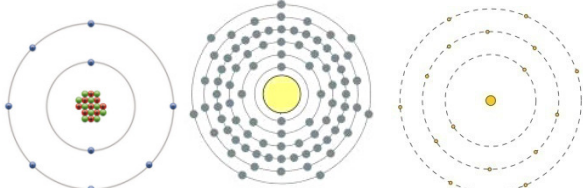
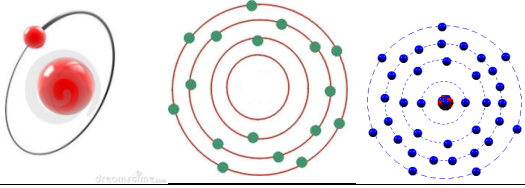
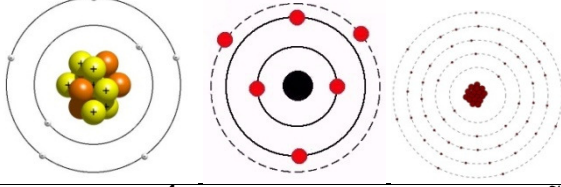

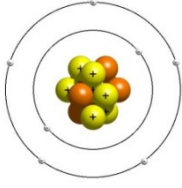
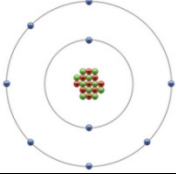
	4	 <p>The image contains three diagrams of atoms. The top-left diagram shows a large atom with a yellow nucleus and many grey electrons arranged in several concentric shells. The top-right diagram shows a carbon atom with a black nucleus and six red electrons arranged in two shells (2 in the inner shell, 4 in the outer shell). The bottom diagram shows a hydrogen atom with a red nucleus and one red electron in a single shell. A small logo 'dremur@int.com' is visible at the bottom of the hydrogen atom diagram.</p>	ástato; carbono; hidrogênio
--	---	--	-----------------------------

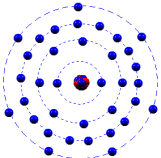
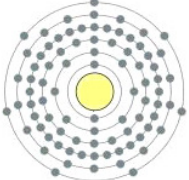
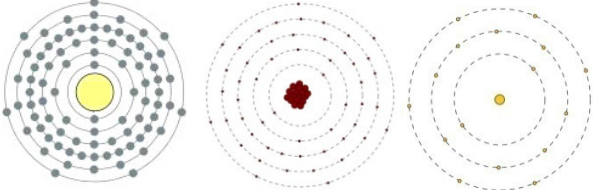
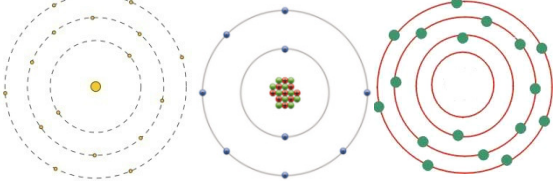
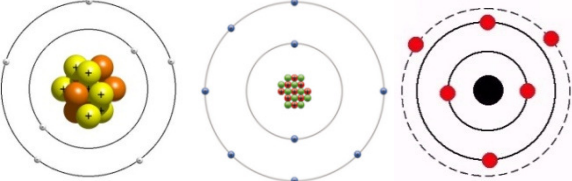
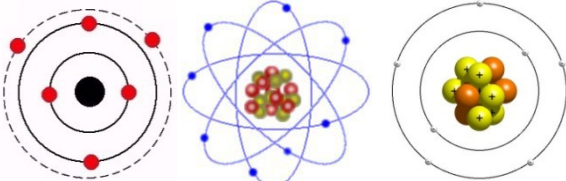
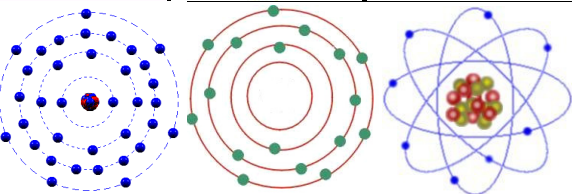
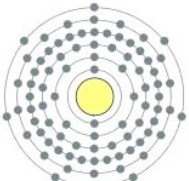
# **Apêndice E**

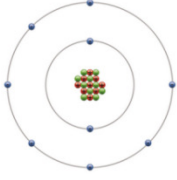
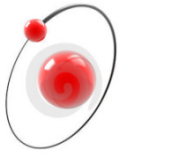
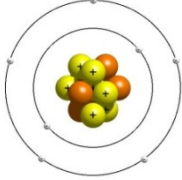
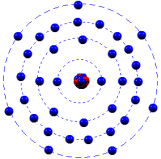
(Experimento 1 - Pré-Teste Reformulado)

EXPERIMENTO 1  
PRÉ-TESTE REFORMULADO

<b>Relação AC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e nº atômico	carbono	6 ; 5 ; 7
	oxigênio	10 ; 8 ; 9
	enxofre	14 ; 15 ; 16
	cloro	17 ; 18 ; 19
	iodo	54 ; 53 ; 52
<b>Relação CA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e nome	1	hélio ; hidrogênio ; Háfnio
	7	níquel ; nióbio ; nitrogênio
	9	flúor ; ferro ; fleróvio
	35	bóhrio ; boro ; bromo
	85	actínio ; ástato ; arsênio
<b>Relação AB</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e símbolo	iodo	In ; I ; Ir
	enxofre	Si ; Se ; S
	carbono	C ; Ca ; Co
	oxigênio	Os ; O ; Ge
	cloro	Cl ; Co ; Cr
<b>Relação BA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
símbolo e nome	At	arsênio ; ástato ; actínio
	F	flúor ; fleróvio ; ferro
	H	háfnio ; hélio ; hidrogênio
	N	nióbio ; nitrogênio ; níquel
	Br	boro ; bóhrio ; bromo
<b>Relação BC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
símbolo e nº atômico	Cl	17 ; 18 ; 16
	I	51 ; 53 ; 52
	O	7 ; 8 ; 6
	S	13 ; 17 ; 16
	C	6 ; 4 ; 5
<b>Relação CB</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e símbolo	35	Bk ; Bh ; Br
	85	As ; At ; Ac
	7	Nb ; N ; Ni
	9	F ; Fl ; Fe
	1	Hf ; He ; H

<b>Relação AE</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nome e modelo atômico	carbono	
	oxigênio	
	enxofre	
	cloro	
	iodo	
<b>Relação EA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
modelo atômico e nome		háfnio ; hélio ; hidrogênio
		nióbio ; nitrogênio ; níquel
		flúor ; fleróvio ; ferro

		boro ; bóhrio ; bromo
		arsênio ; ástato ; actínio
<b>Relação CE</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
nº atômico e modelo atômico	53	
	16	
	6	
	8	
	17	
<b>Relação EC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
		7 ;85 ; 1

modelo atômico  e  n° atômico		9 ; 27 ; 19
		3 ; 2 ; 1
		10 ; 7 ; 23
		5 ; 4 ; 35

# **Apêndice F**

(Experimento 2 – Pré-Teste)

## EXPERIMENTO 2

## PRÉ-TESTE

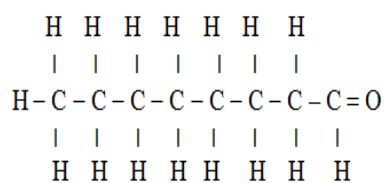
NOME \_\_\_\_\_

1) Escreva nomeando o tipo de fórmula apresentada:

a)

 $C_4H_{10}$  .....

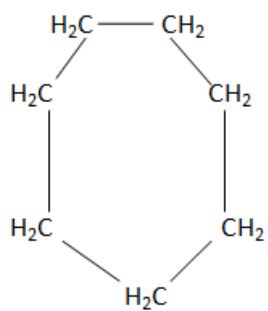
b)



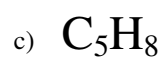
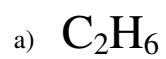
c)



d)

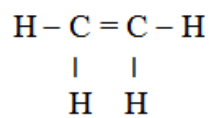


2) Construa a fórmula estrutural plana a partir da fórmula molecular apresentada:

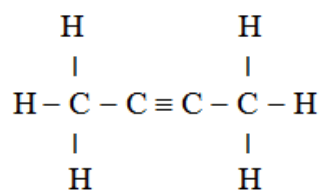


3) Construa a fórmula de linha a partir da fórmula estrutural plana apresentada:

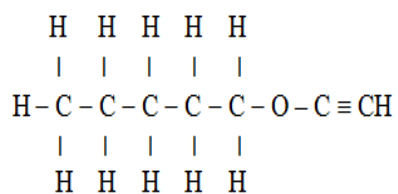
a)



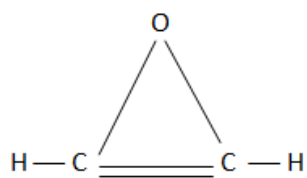
b)



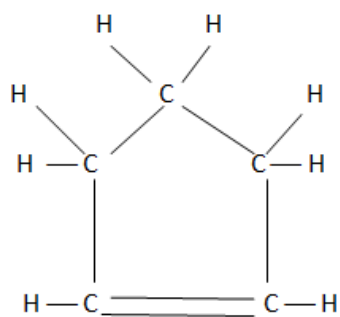
c)



d)



e)



4) Construa a fórmula estrutural condensada a partir da fórmula de linha apresentada:

a)



b)



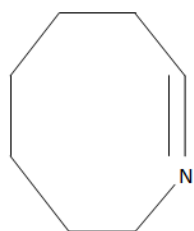
c)



d)

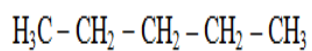


e)

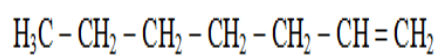


5) Construa a fórmula molecular a partir da fórmula estrutural condensada apresentada:

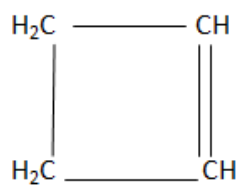
a)



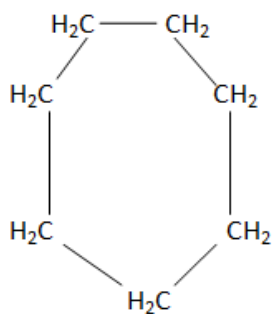
b)



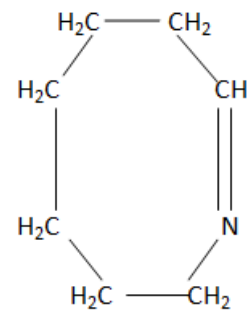
c)



d)

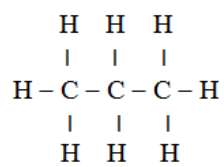


e)



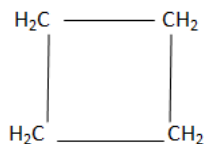
6) Escreva se a cadeia é Acíclica ou Cíclica:

a)



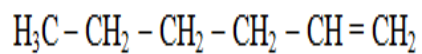
.....

b)



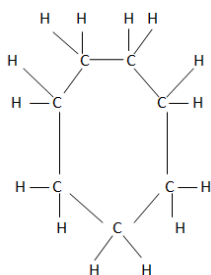
.....

c)



.....

d)



.....

e)



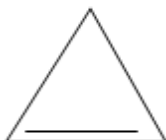
.....

f)



.....

g)



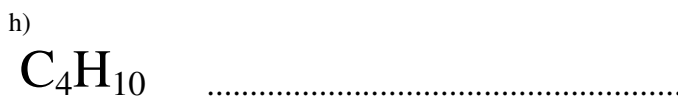
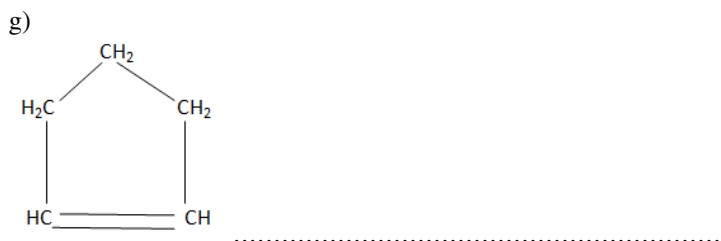
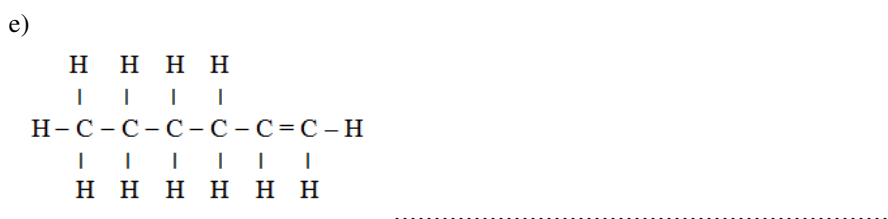
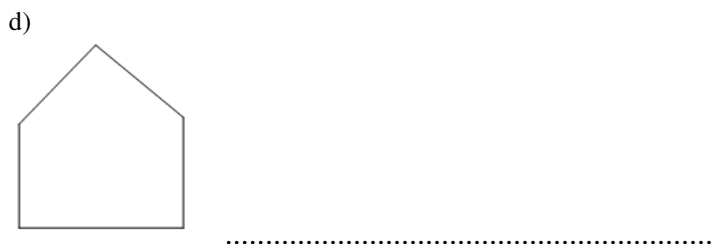
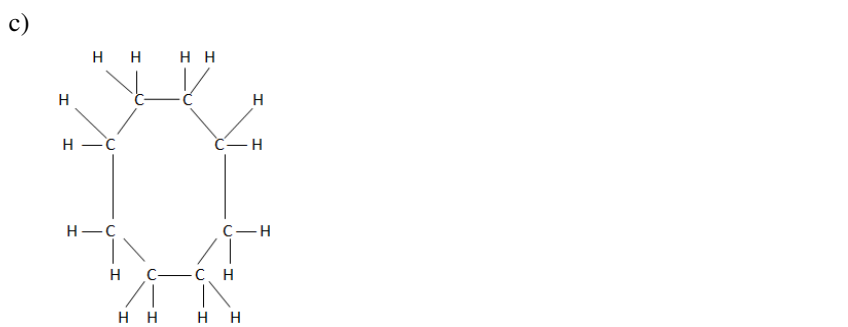
.....

h)



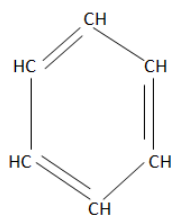
.....

7) Escreva se a cadeia é Saturada ou Insaturada:



8) Escreva se a cadeia é Homogênea ou Heterogênea:

a)

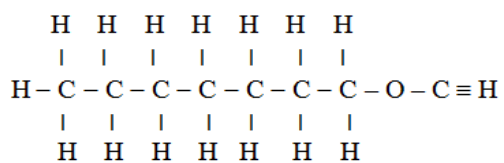


.....

b)

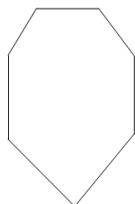


c)



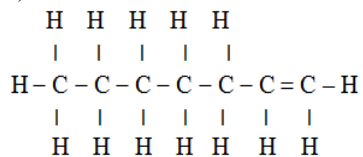
.....

d)



.....

e)



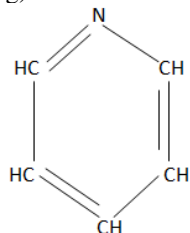
.....

f)



.....

g)



.....

h)





# **Apêndice G**

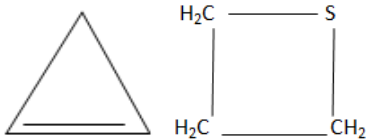
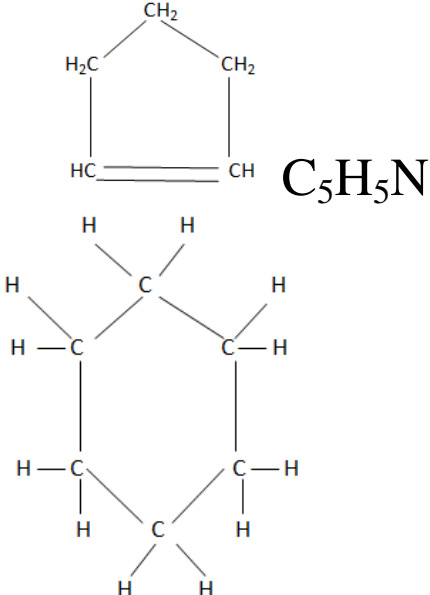
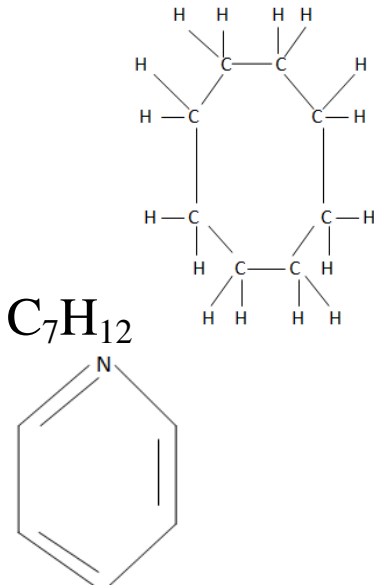

(Experimento 2 – Programação de Ensino e Teste de Emergência / etapa preparatória)

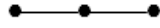


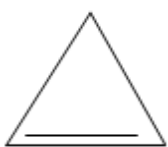
## EXPERIMENTO 2

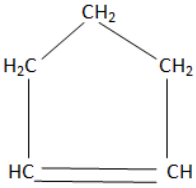
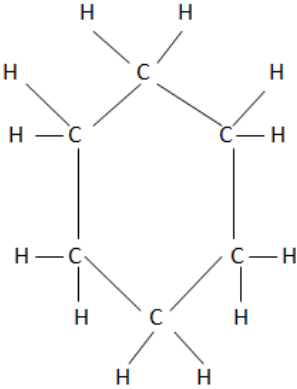
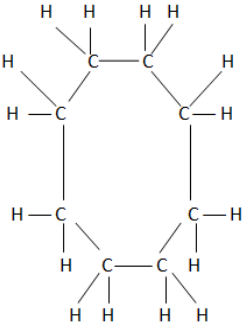
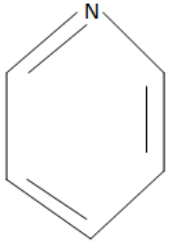
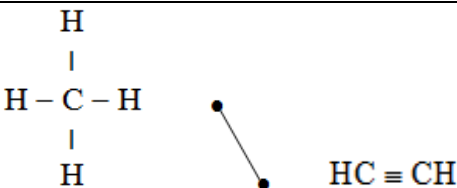
## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

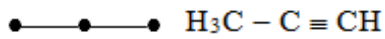
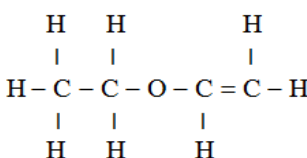
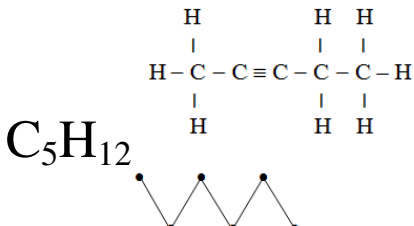
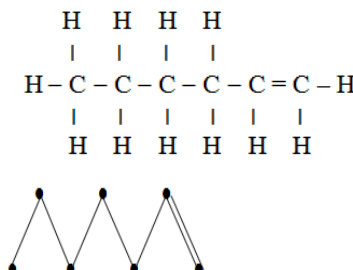
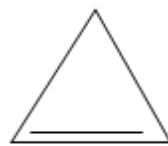
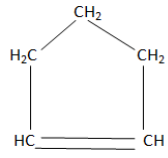
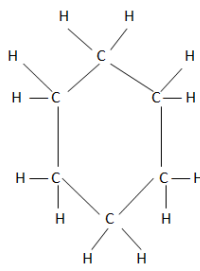
(Etapa preparatória)

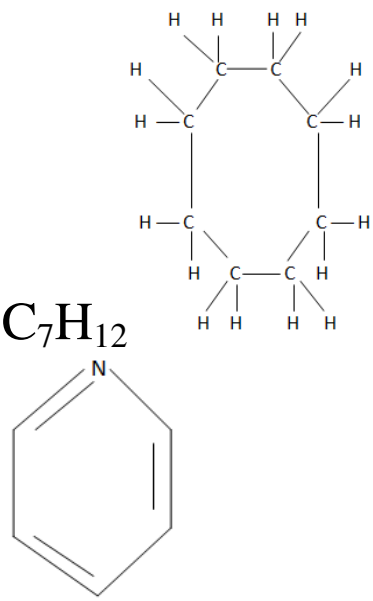


Relação I-II (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Nome falado do tipo de fórmula e Imagem do tipo de fórmula	1	/Fórmula Estrutural Plana/ /Fórmula de Linha/ /Fórmula Estrutural Condensada/	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \bullet \\ \diagdown \\ \bullet \end{array} \quad \text{HC} \equiv \text{CH}$
	2	/Fórmula de Linha/ /Fórmula Estrutural Condensada/ /Fórmula Estrutural Plana/	$\bullet - \bullet - \bullet \quad \text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{N} = \text{C} - \text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
	3	/Fórmula Estrutural Condensada/ /Fórmula Molecular/ Fórmula Estrutural Plana/	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \quad \text{C}_4\text{H}_8$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
	4	/Fórmula Molecular/ Fórmula Estrutural Plana/ /Fórmula de Linha/	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\text{C}_5\text{H}_{12}$ 
	5	/Fórmula Estrutural Plana/ /Fórmula de Linha/ /Fórmula Estrutural Condensada/	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$  $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$

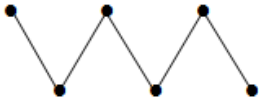

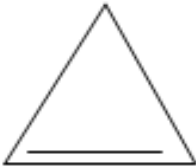
	6	/Fórmula de Linha/ Fórmula Estrutural Condensada/ /Fórmula Molecular/	 $C_4H_8$
	7	/Fórmula Estrutural Condensada/ /Fórmula Molecular/ /Fórmula Estrutural Plana/	 $C_5H_5N$
	8	/Fórmula Molecular/ /Fórmula Estrutural Plana/ /Fórmula de Linha/	 $C_7H_{12}$
<b>Relação II-III (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
	1	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{HC} \equiv \text{CH} \end{array}$ 	Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada

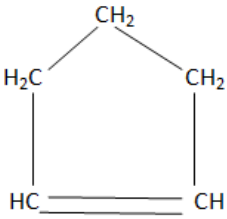
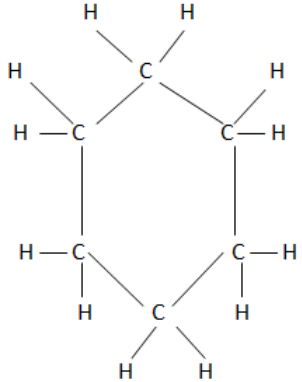
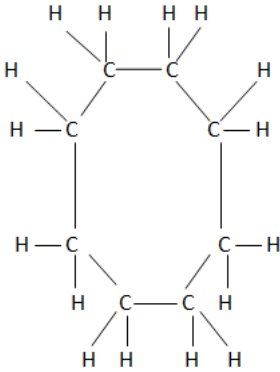
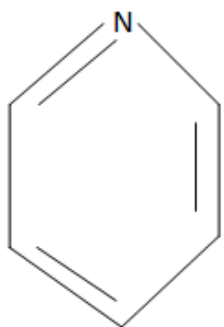
<p>Imagem do tipo de fórmula</p> <p>E</p> <p>Nome impresso do tipo de fórmula</p>	2	 $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{N} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular
	3	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{C}_4\text{H}_8$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana
	4	$\text{C}_5\text{H}_{12}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 	Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha
	5	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$  $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$	Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada
	6	 $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \quad \text{---} \quad \text{S} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{---} \quad \text{CH}_2 \\ \text{C}_4\text{H}_8 \end{array}$	Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular

	7	 $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ 	Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana
	8	$\text{C}_7\text{H}_{12}$  	Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha
<b>Relação III-II (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
	1	Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada	

<p>Nome impresso do tipo de fórmula</p> <p>e</p> <p>Imagem do tipo de fórmula</p>	2	Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular	 $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	3	Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \quad \text{C}_4\text{H}_8$ 
	4	Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha	$\text{C}_5\text{H}_{12}$ 
	5	Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
	6	Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular	 $\begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{C} & \text{---} & \text{S} \\   & &   \\ \text{H}_2\text{C} & \text{---} & \text{CH}_2 \end{array}$ $\text{C}_4\text{H}_8$
	7	Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana	 $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ 

	8	Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha	
<b>Relação II-O (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ORALIZAÇÃO DO TIPO DE FÓRMULA PELO ALUNO</b>
ORALIZAÇÃO do tipo de fórmula das cadeias carbônicas	1	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{HC} \equiv \text{CH} \end{array}$ 	Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada
	2	 $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{N} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular
	3	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{C}_4\text{H}_8$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana

	4	$\text{C}_5\text{H}_{12}$ $\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & \text{H} & & \\ &   & &   &   & & \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & \equiv & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\ &   & & &   & &   & &   & & \\ & \text{H} & & & \text{H} & & \text{H} & & & & \end{array}$ 	Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha
	5	$\begin{array}{cccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \\ &   &   &   &   & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & = & \text{C} & - & \text{H} \\ &   &   &   &   &   &   &   & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & & & & \end{array}$  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$	Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada
	6	 $\begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{C} & \text{---} & \text{S} \\   & &   \\ \text{H}_2\text{C} & \text{---} & \text{CH}_2 \end{array}$ $\text{C}_4\text{H}_8$	Fórmula de Linha; Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular

	7	 <p style="text-align: center;"><math>C_5H_5N</math></p> 	Fórmula Estrutural Condensada; Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana
	8	<p style="text-align: center;"><math>C_7H_{12}</math></p>  	Fórmula Molecular; Fórmula Estrutural Plana; Fórmula de Linha


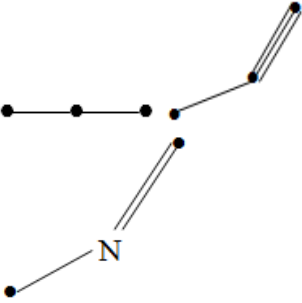
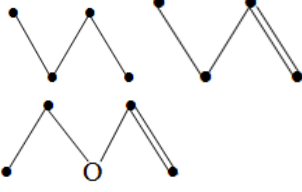
# Apêndice H

(Experimento 2 – Programação de  
Ensino e Teste de Emergência / 1ª etapa)

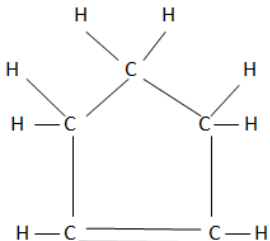
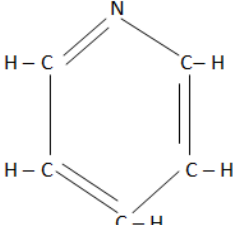
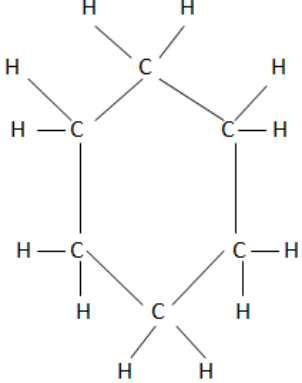
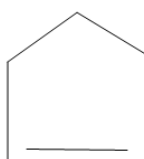
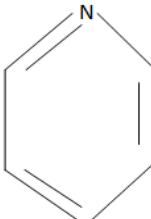
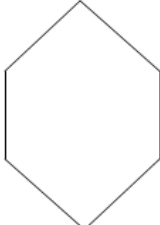
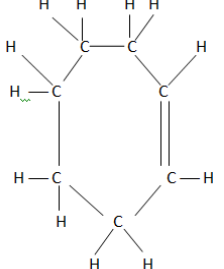
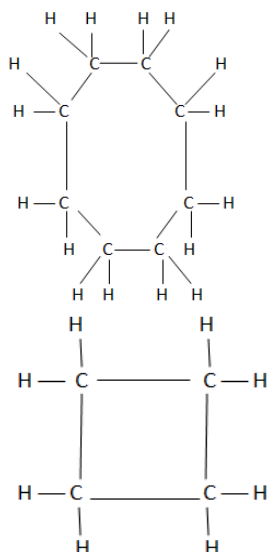
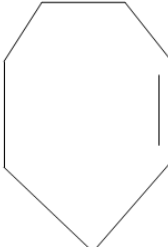
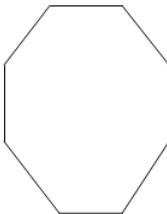

## EXPERIMENTO 2

## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

(1ª etapa)

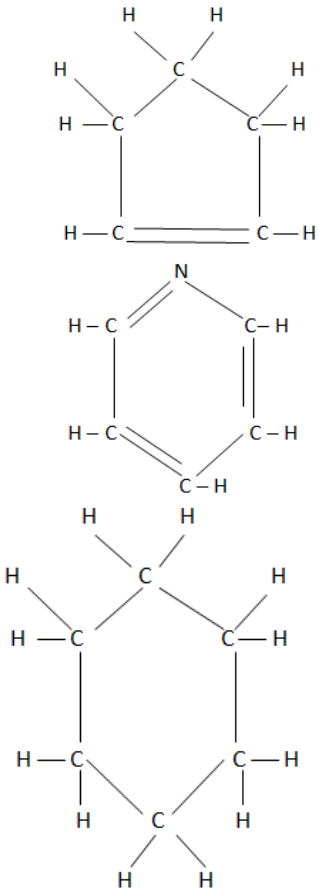
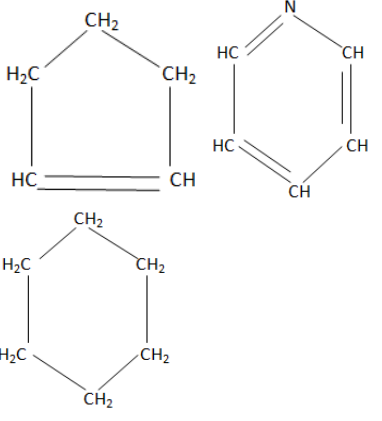
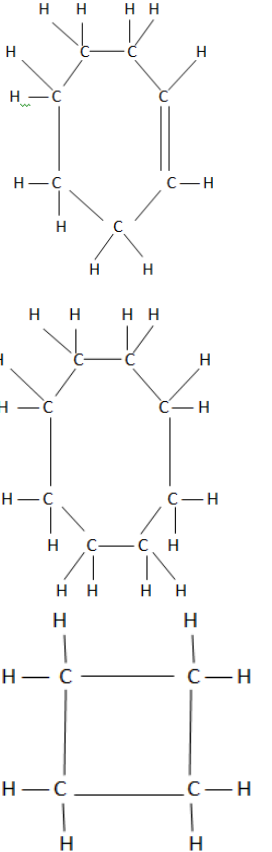
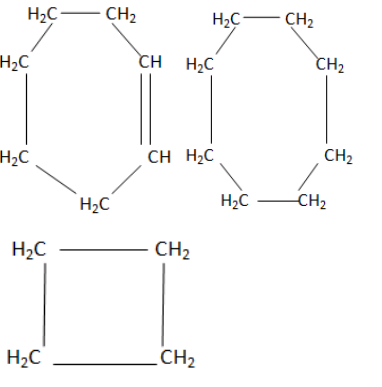
Relação AB (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula plana e	1	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
Fórmula Linha	2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
	3	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	


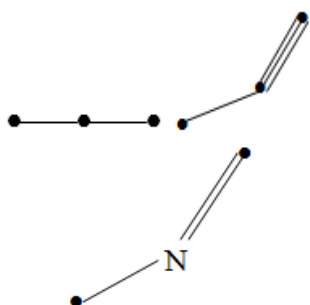
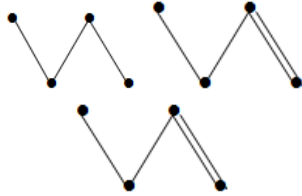
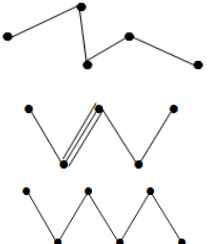
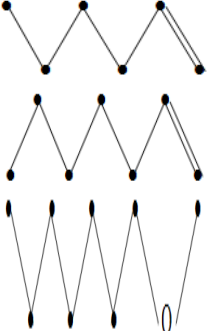
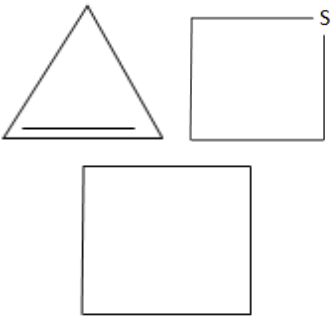
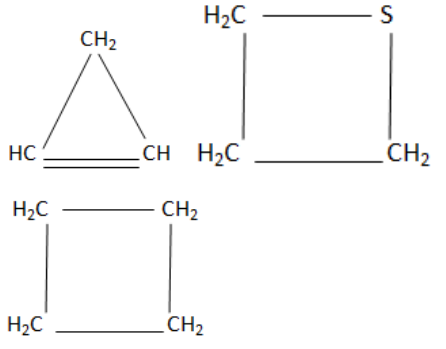


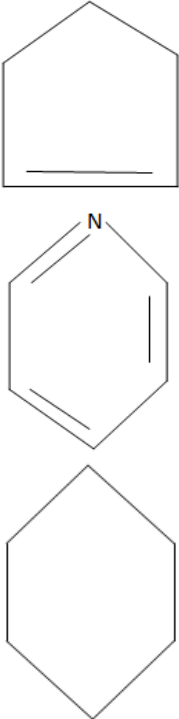
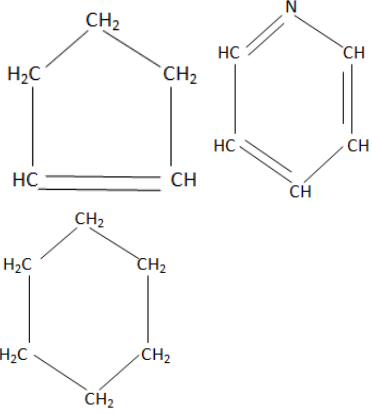
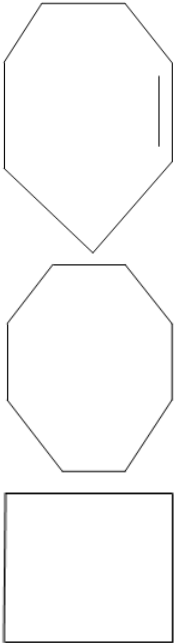
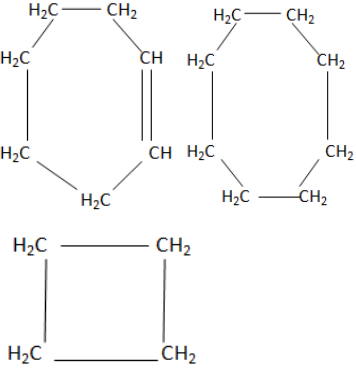

7	  	  
8	 	  

Relação AC (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Plana  e  Fórmula Condensada	1	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{CH}_4$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\text{H}_3$ $\text{HC}\equiv\text{CH}$
	2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{N}=\text{CH}_2$
	3	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$

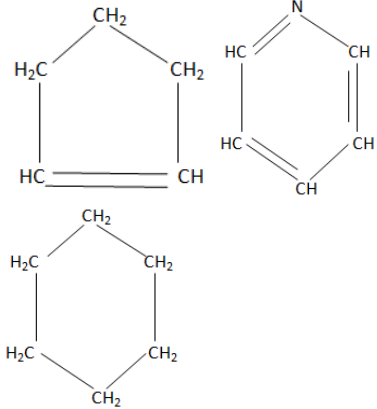
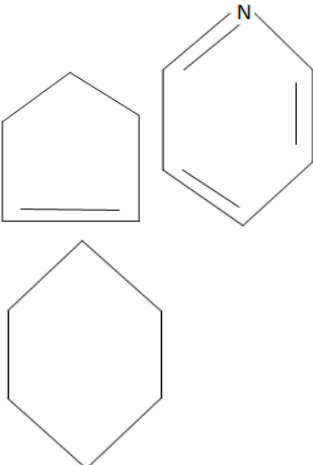
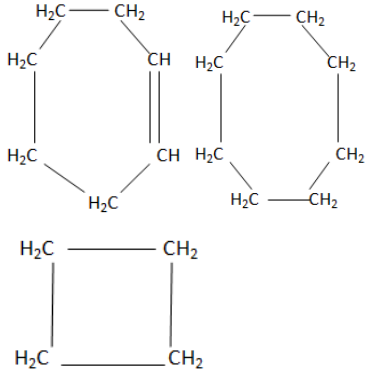
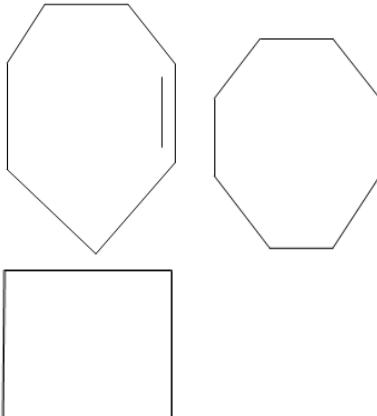

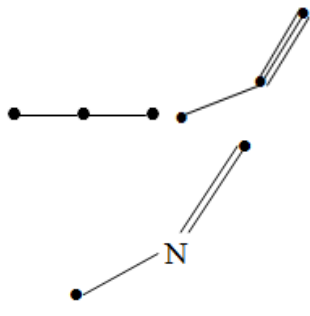
4	$  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & & \text{H} & \text{H} & \\  &   & &   &   & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & \equiv \text{C} & - \text{C} & - \text{C} - \text{H} \\  &   & & &   &   \\  & \text{H} & & & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
5	$  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\  &   &   &   &   & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & = \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\  &   &   &   &   & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & = \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{cccccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{O} - \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$
6	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\  \diagdown \quad / \\  \text{C} \\  / \quad \backslash \\  \text{H}-\text{C} \quad \text{C}-\text{H} \\  \parallel \\  \text{C}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{S} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2 \\  / \quad \backslash \\  \text{HC} \quad \text{CH} \\  \parallel \\  \text{H}_2\text{C} \quad \text{S} \\    \quad   \\  \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\  \parallel \\  \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\    \quad   \\  \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2  \end{array}  $

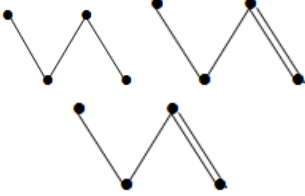
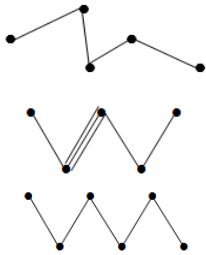
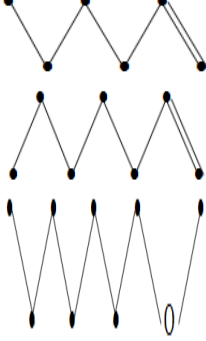
7	 <p>Structural formulas for 7-membered rings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cycloheptane (top)</li> <li>1,3-cycloheptadiene (middle)</li> <li>1,4-cycloheptadiene (bottom)</li> <li>Cycloheptane with a methyl group (bottom)</li> </ul>	 <p>Structural formulas for 5-membered and 6-membered rings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cyclopentane (top left)</li> <li>Cyclopentene (top left)</li> <li>Pyrimidine (top right)</li> <li>Cyclohexane (bottom)</li> <li>Cyclohexene (top right)</li> </ul>
8	 <p>Structural formulas for 8-membered rings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cyclooctane (top)</li> <li>1,3-cyclooctadiene (middle)</li> <li>1,4-cyclooctadiene (bottom)</li> <li>Cyclooctane with a methyl group (bottom)</li> </ul>	 <p>Structural formulas for 8-membered rings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cyclooctane (top left)</li> <li>1,3-cyclooctadiene (top right)</li> <li>Cyclooctane with a methyl group (bottom)</li> </ul>

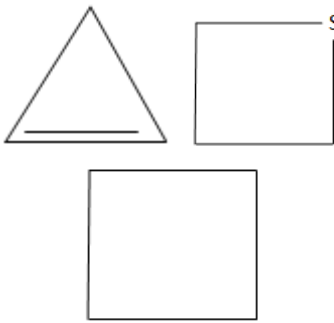
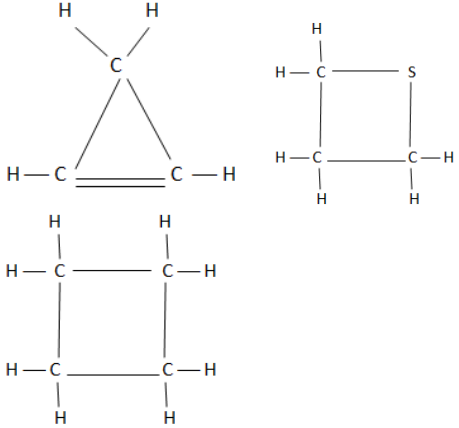
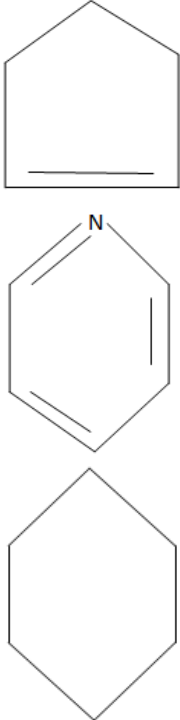
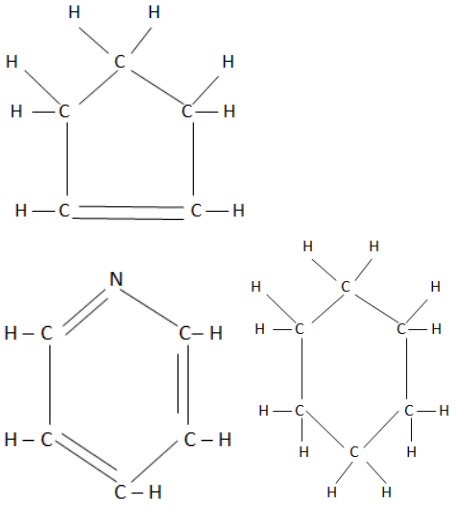
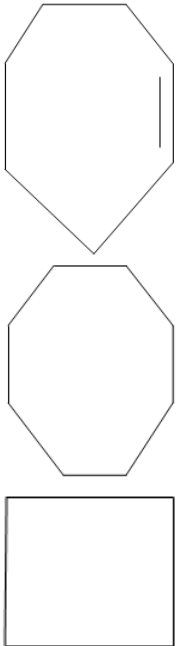
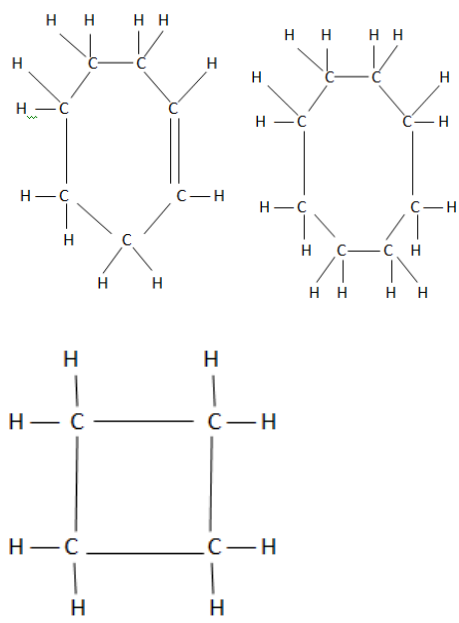
Relação BC (teste)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Linha e Fórmula Condensada	1		$\text{CH}_4$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H}_3$ $\text{HC}\equiv\text{CH}$
	2		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{N}=\text{CH}_2$
	3		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$
	4		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
	5		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$
	6		

	7		
	8		
<b>Relação CB (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
	1	$\text{CH}_4$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \text{H}_3$ $\text{HC} \equiv \text{CH}$	

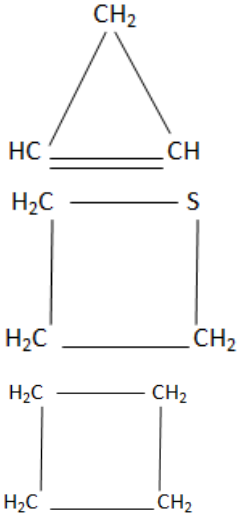
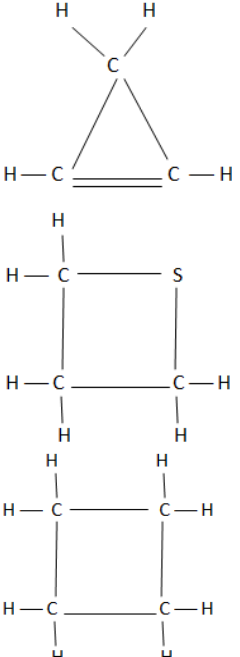
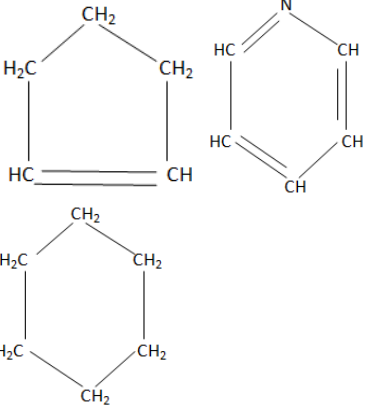
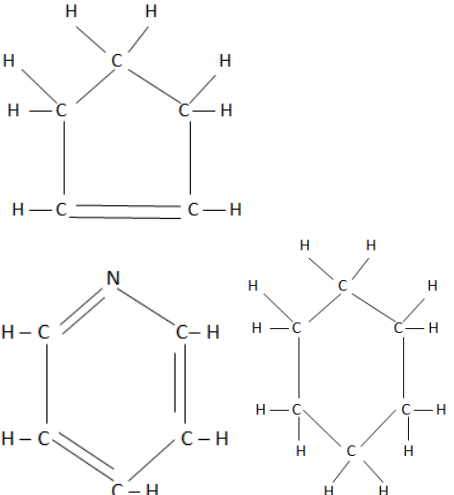
<p>Fórmula Condensada</p> <p>e</p> <p>Fórmula Linha</p>	2	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{N} = \text{CH}_2$	
	3	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH} = \text{CH}_2$	
	4	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	
	5	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$	
	6		

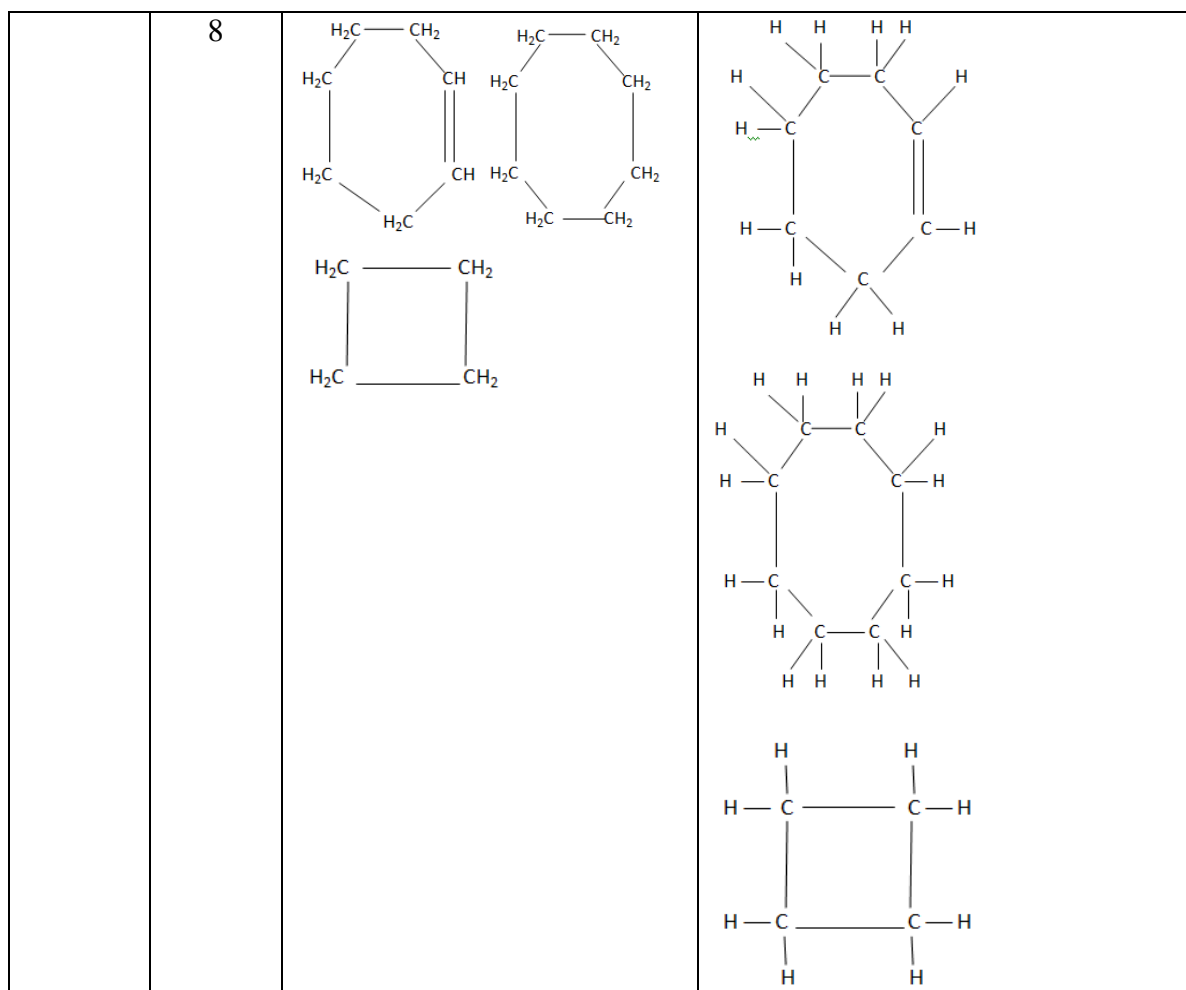
	7		
	8		
<b>Relação BA (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Linha e Fórmula Plana	1		$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
	2		$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

3		<pre> H H H H         H-C-C-C-C-H         H H H H   H  H        H-C-C-C=C-H         H H H H H H      H            H-C-C-O-C=C-H            H H      H </pre>
4		<pre> H H H H H           H-C-C-C-C-C-H           H H H H H   H      H H              H-C-C≡C-C-C-H            H      H H  H H H H H H             H-C-C-C-C-C-C-H             H H H H H H </pre>
5		<pre> H H H H         H-C-C-C-C-C=C-H           H H H H H H   H H H H H             H-C-C-C-C-C-C=C-H             H H H H H H  H H H H H H H H               H-C-C-C-C-C-C-O-C-H               H H H H H H H H </pre>

6		
7		
8		

Relação CA (teste)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Condensada e Fórmula Plana	1	$\text{CH}_4$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H}_3$ $\text{HC}\equiv\text{CH}$	<pre> H   H-C-H   H H-C≡C-H   H H H-C-C-H     H H </pre>
	2	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{N}=\text{CH}_2$	<pre> H H H       H-C-C-C-H       H H H H H H     H-C-C≡C-H     H H H-C-N=C-H     H H </pre>
	3	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$	<pre> H H H H         H-C-C-C-C-H         H H H H H H     H-C-C-C=C-H         H H H H H H H       H-C-C-O-C=C-H       H H H </pre>
	4	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	<pre> H H H H H           H-C-C-C-C-C-H           H H H H H H H H       H-C-C≡C-C-C-H       H H H H H H H H H           H-C-C-C-C-C-C-H           H H H H H H </pre>

5	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$	<pre>       H H H H                   H-C-C-C-C-C=C-H                       H H H H H H        H H H H H                     H-C-C-C-C-C-C=C-H                         H H H H H H        H H H H H H H H                         H-C-C-C-C-C-C-C-O-C-H                           H H H H H H H H </pre>
6		
7		



# Apêndice I

(Experimento 2 – Programação de  
Ensino e Teste de Emergência / 2ª etapa)

## EXPERIMENTO 2

## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

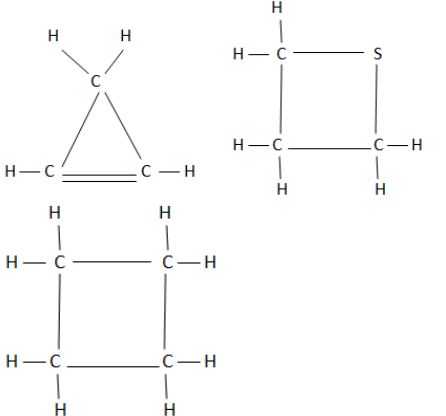
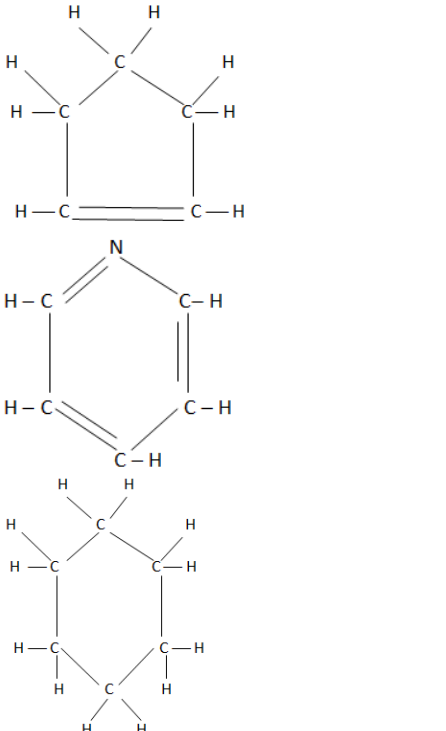
(2ª etapa)

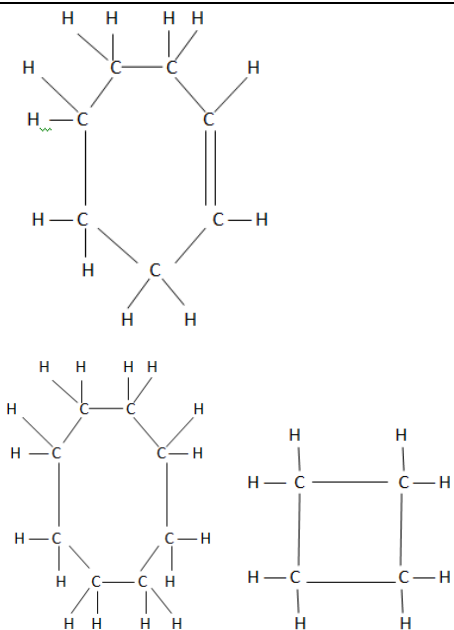

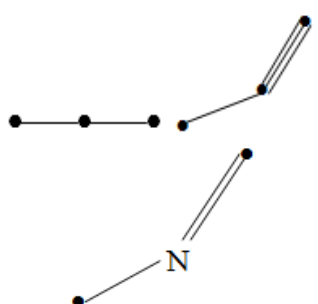
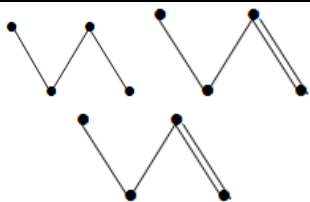
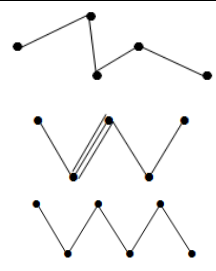
Relação AD (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Plana e Fórmula Molecular	1	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  \quad  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{CH}_4$ ; $\text{C}_2\text{H}_6$ ; $\text{C}_2\text{H}_2$
	2	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	$\text{C}_3\text{H}_8$ ; $\text{C}_3\text{H}_4$ ; $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$
	3	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\    \quad   \quad \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	$\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; $\text{C}_4\text{H}_8$ ; $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

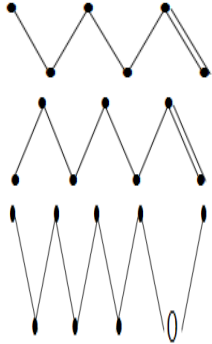
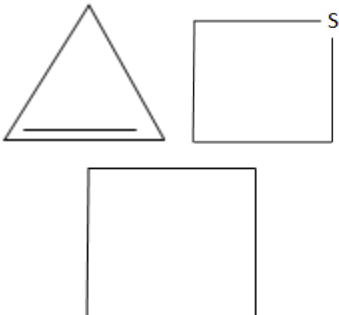
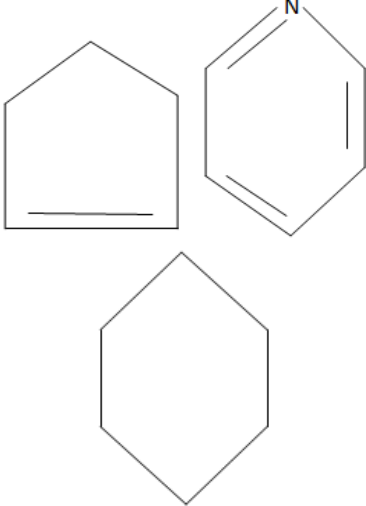
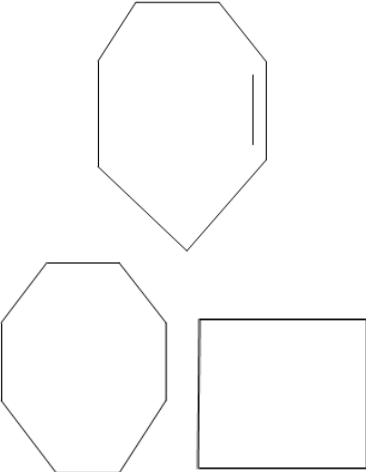
4	<pre>       H H H H H                     H-C-C-C-C-C-H                       H H H H H        H       H H                       H-C-C≡C-C-C-H                         H       H H        H H H H H H                       H-C-C-C-C-C-C-H                         H H H H H H </pre>	$C_5H_{12}$ ; $C_5H_8$ ; $C_6H_{14}$
5	<pre>       H H H H                   H-C-C-C-C=C-H                       H H H H H H        H H H H H                     H-C-C-C-C-C=C-H                         H H H H H H        H H H H H H H H                         H-C-C-C-C-C-C-O-C-H                           H H H H H H H H </pre>	$C_6H_{12}$ ; $C_7H_{14}$ ; $C_8H_{18}O$
6	<pre>       H   H        \ /         C        / \     H-C   C-H                 H   S                 H-C   C-H                   H   H                 H-C   C-H                 H-C   C-H                   H   H </pre>	$C_3H_4$ ; $C_3H_6S$ ; $C_4H_8$


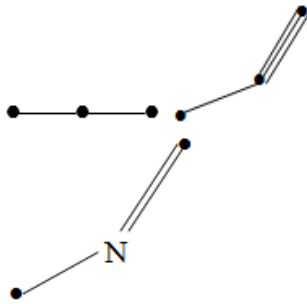
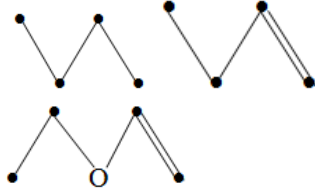
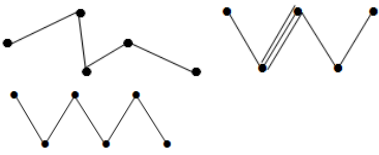
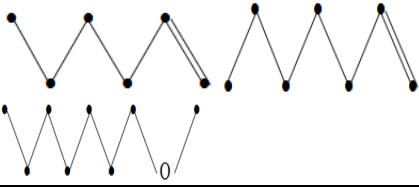
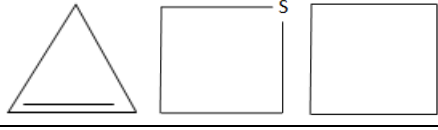
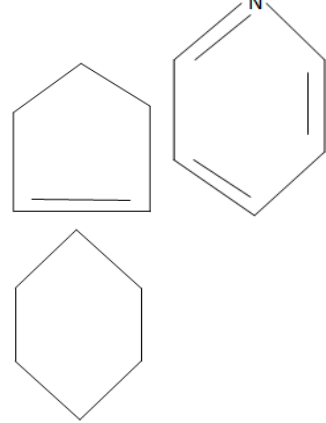
	7		$C_5H_8$ ; $C_5H_5N$ ; $C_6H_{12}$
	8		$C_7H_{12}$ ; $C_8H_{16}$ ; $C_4H_8$

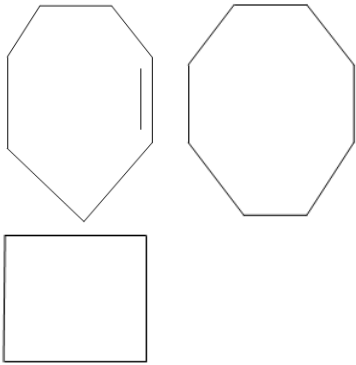
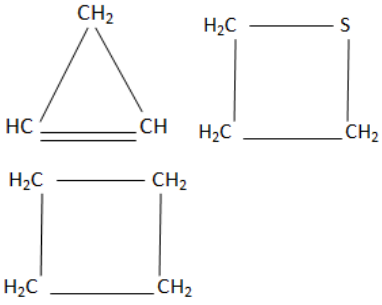
Relação DA (ensino)	Passo	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Molecular  e  Fórmula Plana	1	$\text{CH}_4$ ; $\text{C}_2\text{H}_6$ ; $\text{C}_2\text{H}_2$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \\   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \\ \text{H} \ \text{H} \end{array}$ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
	2	$\text{C}_3\text{H}_8$ ; $\text{C}_3\text{H}_4$ ; $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$	$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\   \   \   \quad \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \   \   \quad \quad \quad   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
	3	$\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; $\text{C}_4\text{H}_8$ ; $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \\   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\   \   \quad \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \   \quad \quad \quad   \\ \text{H} \ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$
	4	$\text{C}_5\text{H}_{12}$ ; $\text{C}_5\text{H}_8$ ; $\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \ \text{H} \\   \quad \quad \quad   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\   \   \   \   \   \   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \   \   \   \   \   \\ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \end{array}$

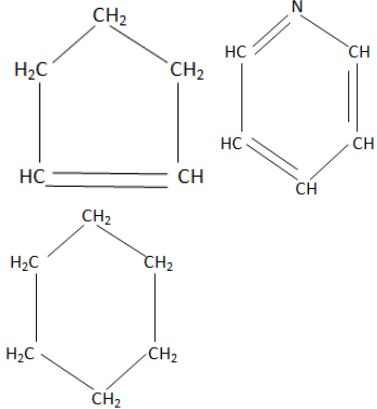
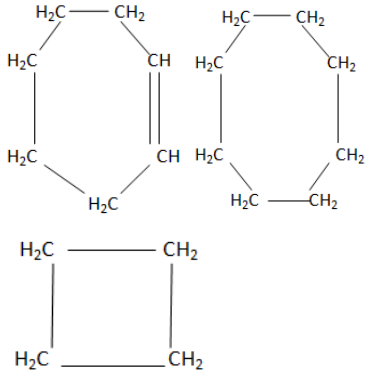
5	$C_6H_{12}$ ; $C_7H_{14}$ ; $C_8H_{18}O$	<pre>       H H H H                   H-C-C-C-C-C=C-H                         H H H H H H        H H H H H                     H-C-C-C-C-C=C-H                         H H H H H H        H H H H H H H H                           H-C-C-C-C-C-C-O-C-H                             H H H H H H H H </pre>
6	$C_3H_4$ ; $C_3H_6S$ ; $C_4H_8$	
7	$C_5H_8$ ; $C_5H_5N$ ; $C_6H_{12}$	

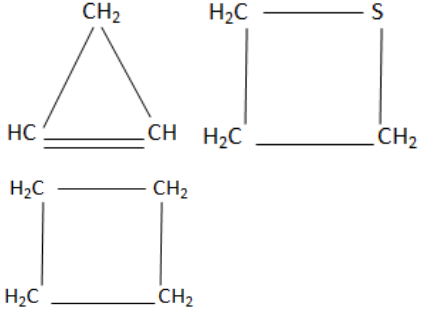
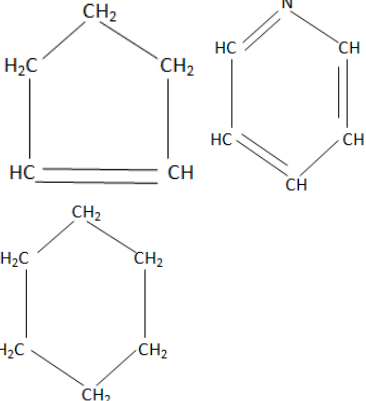
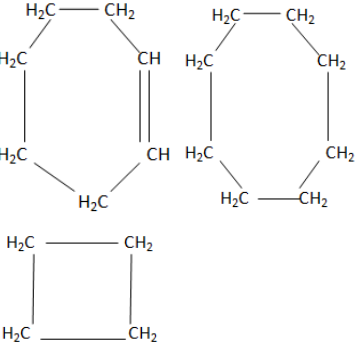
	8	$C_7H_{12}$ ; $C_8H_{16}$ ; $C_4H_8$	
<b>Relação BD (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Linha e Fórmula Molecular	1		$CH_4$ ; $C_2H_6$ ; $C_2H_2$
	2		$C_3H_8$ ; $C_3H_4$ ; $C_2H_5N$
	3		$C_4H_{10}$ ; $C_4H_8$ ; $C_4H_8O$
	4		$C_5H_{12}$ ; $C_5H_8$ ; $C_6H_{14}$

5		$C_6H_{12}$ ; $C_7H_{14}$ ; $C_8H_{18}O$
6		$C_3H_4$ ; $C_3H_6S$ ; $C_4H_8$
7		$C_5H_8$ ; $C_5H_5N$ ; $C_6H_{12}$
8		$C_7H_{12}$ ; $C_8H_{16}$ ; $C_4H_8$

Relação DB (teste)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Molecular	1	$\text{CH}_4$ ; $\text{C}_2\text{H}_6$ ; $\text{C}_2\text{H}_2$	
e Fórmula Linha	2	$\text{C}_3\text{H}_8$ ; $\text{C}_3\text{H}_4$ ; $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$	
	3	$\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; $\text{C}_4\text{H}_8$ ; $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	
	4	$\text{C}_5\text{H}_{12}$ ; $\text{C}_5\text{H}_8$ ; $\text{C}_6\text{H}_{14}$	
	5	$\text{C}_6\text{H}_{12}$ ; $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ; $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$	
	6	$\text{C}_3\text{H}_4$ ; $\text{C}_3\text{H}_6\text{S}$ ; $\text{C}_4\text{H}_8$	
	7	$\text{C}_5\text{H}_8$ ; $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ ; $\text{C}_6\text{H}_{12}$	

	8	$C_7H_{12}$ ; $C_8H_{16}$ ; $C_4H_8$	
<b>Relação CD (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Condensada e Fórmula Molecular	1	$CH_4$ $H_3C - C H_3$ $HC \equiv CH$	$CH_4$ ; $C_2H_6$ ; $C_2H_2$
	2	$H_3C - CH_2 - CH_3$  $H_3C - C \equiv CH$  $H_3C - N = CH_2$	$C_3H_8$ ; $C_3H_4$ ; $C_2H_5N$
	3	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$ $H_3C - CH_2 - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - O - CH = CH_2$	$C_4H_{10}$ ; $C_4H_8$ ; $C_4H_8O$
	4	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ $H_3C - C \equiv C - CH_2 - CH_3$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$C_5H_{12}$ ; $C_5H_8$ ; $C_6H_{14}$
	5	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$  $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$  $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - CH_3$	$C_6H_{12}$ ; $C_7H_{14}$ ; $C_8H_{18}O$
	6		$C_3H_4$ ; $C_3H_6S$ ; $C_4H_8$

	7		$C_5H_8$ ; $C_5H_5N$ ; $C_6H_{12}$
	8		$C_7H_{12}$ ; $C_8H_{16}$ ; $C_4H_8$
<b>Relação DC (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular e Fórmula Condensada	1	$CH_4$ ; $C_2H_6$ ; $C_2H_2$	$CH_4$ $H_3C - C H_3$ $HC \equiv CH$
	2	$C_3H_8$ ; $C_3H_4$ ; $C_2H_5N$	$H_3C - CH_2 - CH_3$ $H_3C - C \equiv CH$ $H_3C - N = CH_2$
	3	$C_4H_{10}$ ; $C_4H_8$ ; $C_4H_8O$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$ $H_3C - CH_2 - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - O - CH = CH_2$
	4	$C_5H_{12}$ ; $C_5H_8$ ; $C_6H_{14}$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ $H_3C - C \equiv C - CH_2 - CH_3$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
	5	$C_6H_{12}$ ; $C_7H_{14}$ ; $C_8H_{18}O$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - CH_3$

6	$C_3H_4$ ; $C_3H_6S$ ; $C_4H_8$	 <p>Structural diagrams for row 6: <math>C_3H_4</math> (cyclopropene), <math>C_3H_6S</math> (thietane), and <math>C_4H_8</math> (cyclobutane).</p>
7	$C_5H_8$ ; $C_5H_5N$ ; $C_6H_{12}$	 <p>Structural diagrams for row 7: <math>C_5H_8</math> (cyclopentene), <math>C_5H_5N</math> (pyridine), and <math>C_6H_{12}</math> (cyclohexane).</p>
8	$C_7H_{12}$ ; $C_8H_{16}$ ; $C_4H_8$	 <p>Structural diagrams for row 8: <math>C_7H_{12}</math> (cycloheptene), <math>C_8H_{16}</math> (cyclooctane), and <math>C_4H_8</math> (cyclobutane).</p>

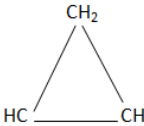
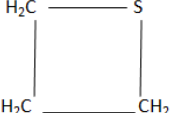
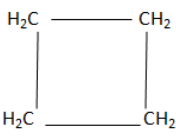
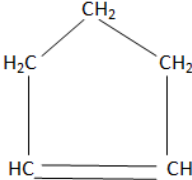
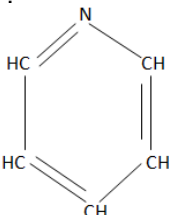
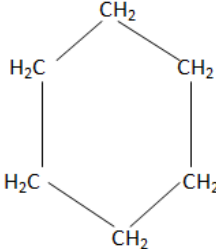
# **Apêndice J**

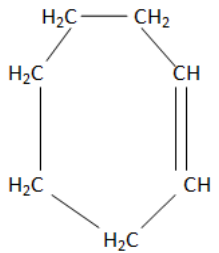
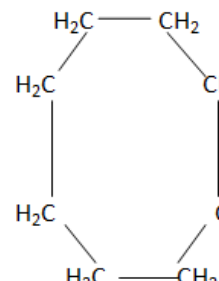
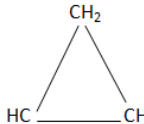
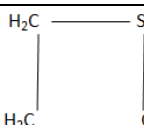
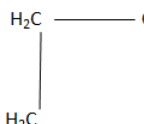
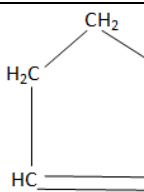
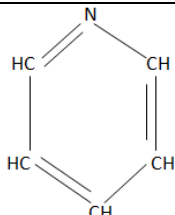
(Experimento 2 – Programação de  
Ensino e Teste de Emergência / 3ª etapa)

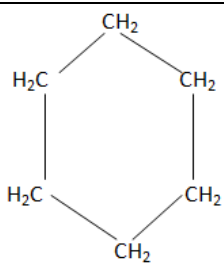
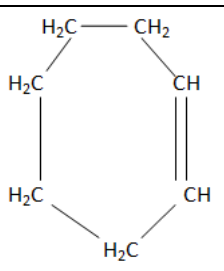
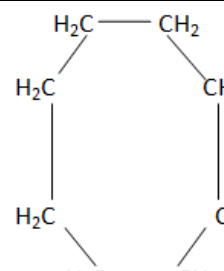
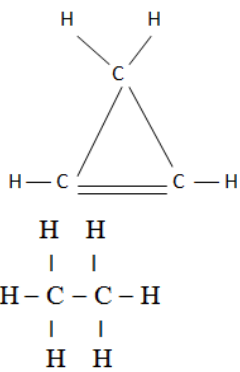
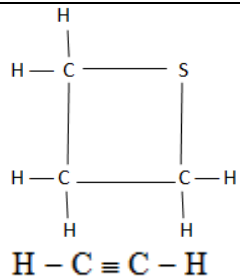
## EXPERIMENTO 2

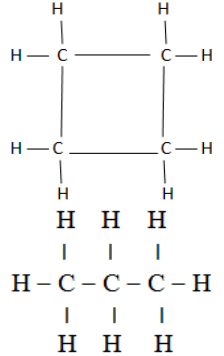
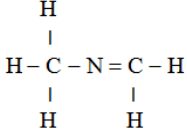
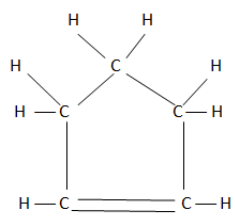
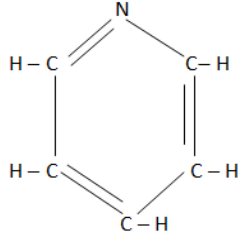
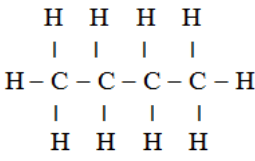
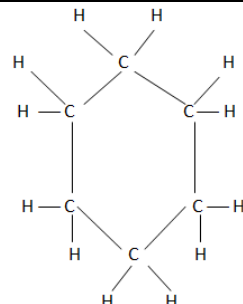
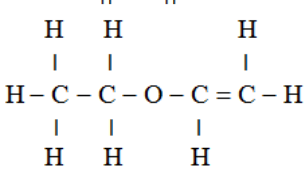
## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

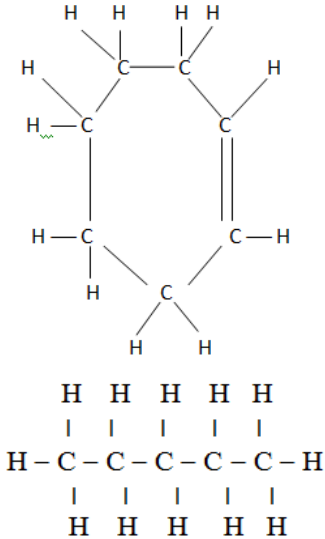
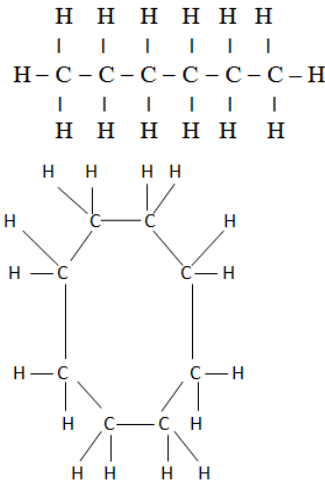
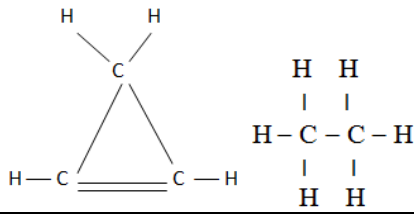
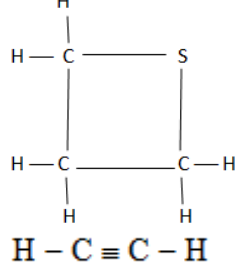
(3ª etapa)

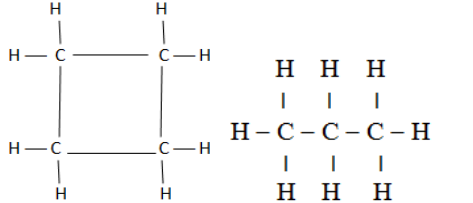
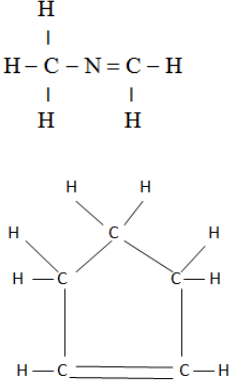
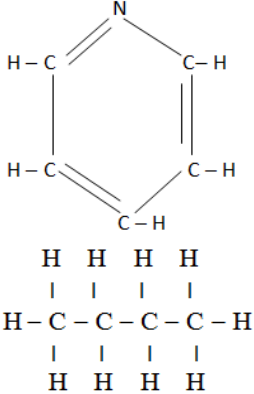
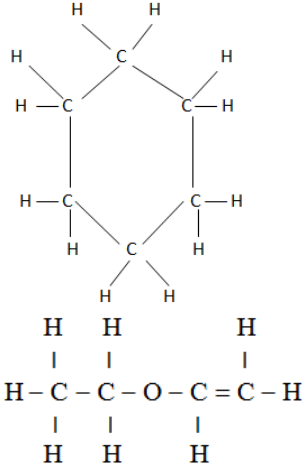
Relação CE1 (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula condensada e Classificação	1	 $\text{H}_3\text{C} - \text{C} = \text{CH}_2$	Acíclica; Cíclica
	2	 $\text{HC} \equiv \text{CH}$	Acíclica; Cíclica
	3	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Acíclica; Cíclica
	4	 $\text{H}_3\text{C} - \text{N} = \text{CH}_2$	Acíclica; Cíclica
	5	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 	Acíclica; Cíclica
	6	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH} = \text{CH}_2$	Acíclica; Cíclica

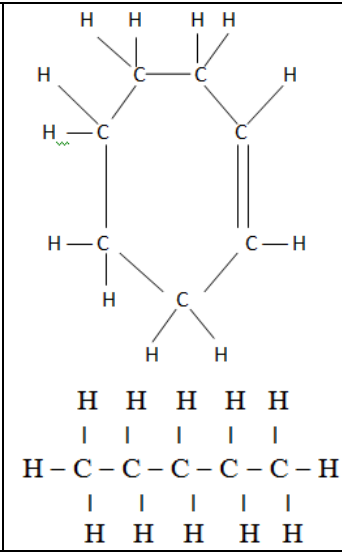
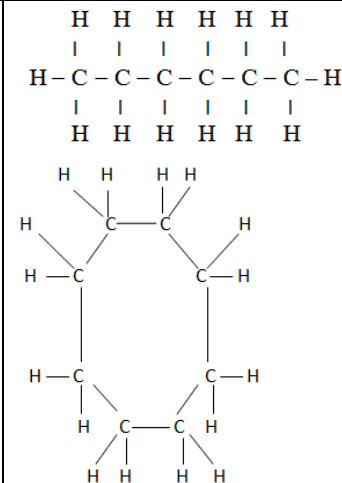
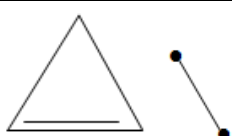
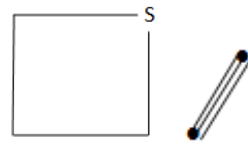
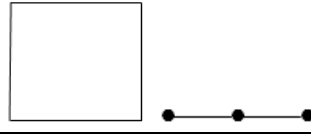
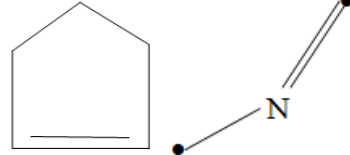
	7	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Acíclica; Cíclica
	8	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Acíclica; Cíclica
<b>Relação E1C (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Condensada	1	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H}_3$
	2	Acíclica; Cíclica	 $\text{HC} \equiv \text{CH}$
	3	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
	4	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{N}=\text{CH}_2$
	5	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

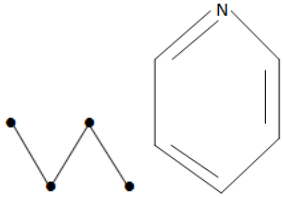
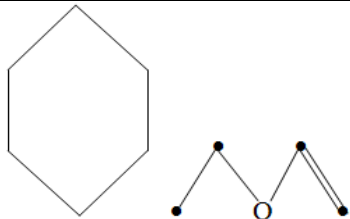
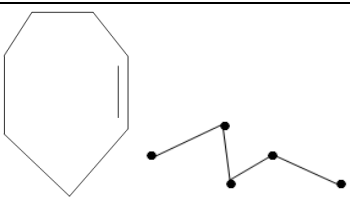
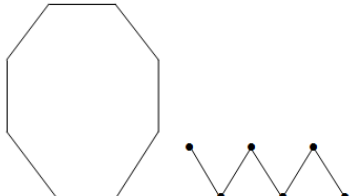
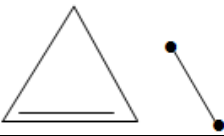
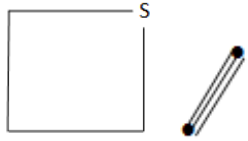
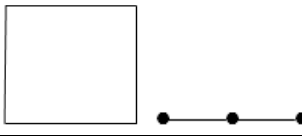
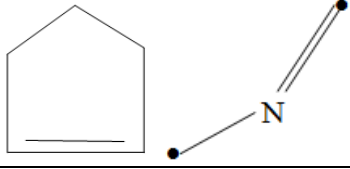
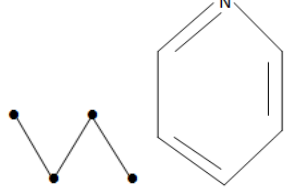
	6	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH} = \text{CH}_2$
	7	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	8	Acíclica; Cíclica	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
<b>Relação AE1 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Plana e classificação	1		Acíclica; Cíclica
	2		Acíclica; Cíclica

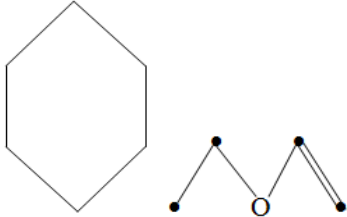
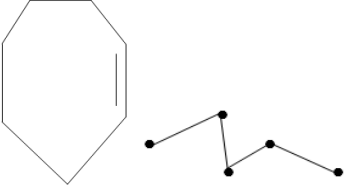
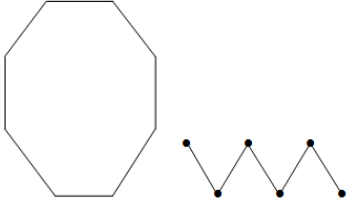
3		Acíclica; Cíclica
4	 	Acíclica; Cíclica
5	 	Acíclica; Cíclica
6	 	Acíclica; Cíclica

	7		Acíclica; Cíclica
	8		Acíclica; Cíclica
<b>Relação E1A (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Plana	1	Acíclica; Cíclica	
	2	Acíclica; Cíclica	

3	Acíclica; Cíclica	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} &amp; &amp; \text{H} \\   &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; - &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; - &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp; &amp;   \\ \text{H} &amp; &amp; \text{H} \end{array}</math> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} \\   &amp;   &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; - &amp; \text{C} &amp; - &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp;   &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} \end{array}</math> </p>
4	Acíclica; Cíclica	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{H} \end{array}</math> <math display="block">\begin{array}{c} &amp; \text{H} &amp; &amp; \text{H} &amp; \\ &amp; / &amp; &amp; \backslash &amp; \\ \text{H} &amp; \text{C} &amp; &amp; \text{C} &amp; \text{H} \\   &amp; &amp; &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; &amp; &amp; &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp; &amp; &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; = &amp; &amp; &amp; \text{C}-\text{H} \end{array}</math> </p>
5	Acíclica; Cíclica	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} &amp; &amp; \text{N} &amp; &amp; \\ &amp; &amp; // &amp; &amp; \\ \text{H}-\text{C} &amp; &amp; &amp; &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp; &amp; &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; &amp; &amp; &amp; \text{C}-\text{H} \\ &amp; &amp; \backslash &amp; &amp; / \\ &amp; &amp; \text{C}-\text{H} &amp; &amp; \end{array}</math> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} \\   &amp;   &amp;   &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; - &amp; \text{C} &amp; - &amp; \text{C} &amp; - &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp;   &amp;   &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} &amp; \text{H} \end{array}</math> </p>
6	Acíclica; Cíclica	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} &amp; \text{H} &amp; &amp; \text{H} &amp; \\ &amp; / &amp; &amp; \backslash &amp; \\ \text{H} &amp; \text{C} &amp; &amp; \text{C} &amp; \text{H} \\   &amp; &amp; &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; &amp; &amp; &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp; &amp; &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; &amp; &amp; &amp; \text{C}-\text{H} \\ &amp; &amp; \backslash &amp; &amp; / \\ &amp; &amp; \text{C} &amp; &amp; \\ &amp; &amp; / &amp; &amp; \backslash \\ &amp; &amp; \text{H} &amp; &amp; \text{H} \end{array}</math> <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} &amp; \text{H} &amp; &amp; \text{H} \\   &amp;   &amp; &amp;   \\ \text{H}-\text{C} &amp; - &amp; \text{C} &amp; - &amp; \text{O} &amp; - &amp; \text{C} = &amp; \text{C}-\text{H} \\   &amp;   &amp; &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{H} &amp; &amp; \text{H} \end{array}</math> </p>

	7	Acíclica; Cíclica	
	8	Acíclica; Cíclica	
<b>Relação BE1 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Linha e classificação	1		Acíclica; Cíclica
	2		Acíclica; Cíclica
	3		Acíclica; Cíclica
	4		Acíclica; Cíclica

	5		Acíclica; Cíclica
	6		Acíclica; Cíclica
	7		Acíclica; Cíclica
	8		Acíclica; Cíclica
<b>Relação E1B (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Linha	1	Acíclica; Cíclica	
	2	Acíclica; Cíclica	
	3	Acíclica; Cíclica	
	4	Acíclica; Cíclica	
	5	Acíclica; Cíclica	

	6	Acíclica; Cíclica	
	7	Acíclica; Cíclica	
	8	Acíclica; Cíclica	
<b>Relação DE1 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular e classificação	1	$C_3H_4$ ; $C_2H_6$	Acíclica; Cíclica
	2	$C_3H_6S$ ; $C_2H_2$	Acíclica; Cíclica
	3	$C_4H_8$ ; $C_3H_8$	Acíclica; Cíclica
	4	$C_5H_8$ ; $C_2H_5N$ ;	Acíclica; Cíclica
	5	$C_5H_5N$ ; $C_4H_{10}$	Acíclica; Cíclica
	6	$C_6H_{12}$ ; $C_4H_8O$	Acíclica; Cíclica
	7	$C_7H_{12}$ ; $C_5H_{12}$	Acíclica; Cíclica
	8	$C_8H_{16}$ ; $C_6H_{14}$	Acíclica; Cíclica
<b>Relação E1D (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Molecular	1	Acíclica; Cíclica	$C_3H_4$ ; $C_2H_6$
	2	Acíclica; Cíclica	$C_3H_6S$ ; $C_2H_2$
	3	Acíclica; Cíclica	$C_4H_8$ ; $C_3H_8$
	4	Acíclica; Cíclica	$C_5H_8$ ; $C_2H_5N$ ;
	5	Acíclica; Cíclica	$C_5H_5N$ ; $C_4H_{10}$
	6	Acíclica; Cíclica	$C_6H_{12}$ ; $C_4H_8O$
	7	Acíclica; Cíclica	$C_7H_{12}$ ; $C_5H_{12}$
	8	Acíclica; Cíclica	$C_8H_{16}$ ; $C_6H_{14}$

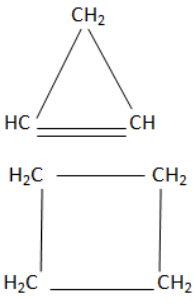
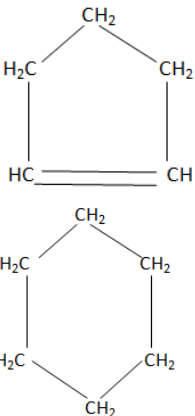
# **Apêndice L**

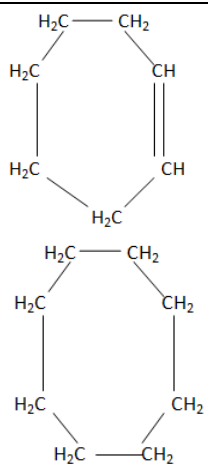
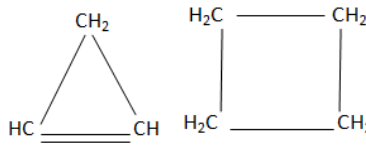
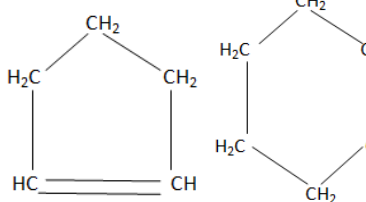
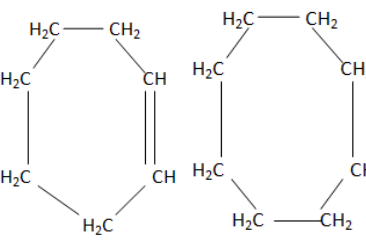
(Experimento 2 – Programação de  
Ensino e Teste de Emergência / 4<sup>a</sup> etapa)

## EXPERIMENTO 2

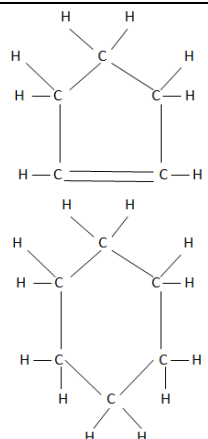
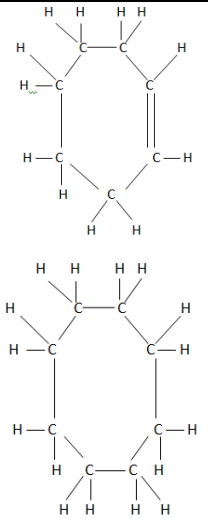
## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

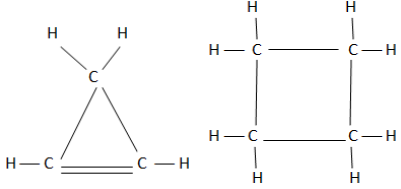
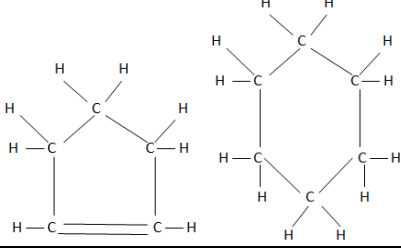
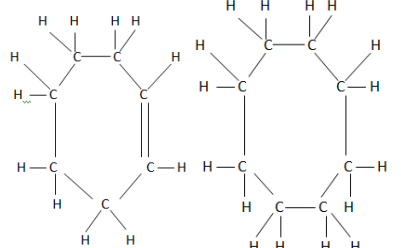
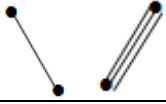
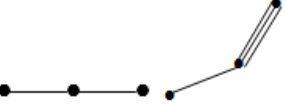
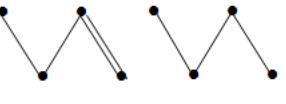
(4ª etapa)

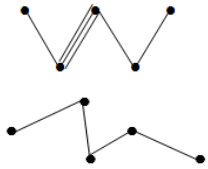
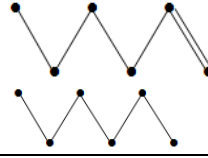
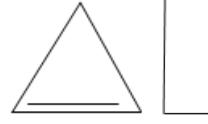
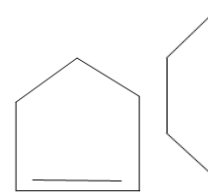
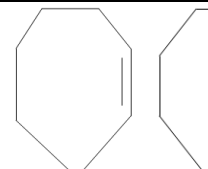


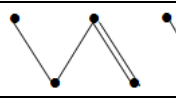



Relação CE2 (ensino)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula condensada e Classificação	1	$\text{HC} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \text{H}_3$	Saturada; Insaturada
	2	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$	Saturada; Insaturada
	3	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Saturada; Insaturada
	4	$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Saturada; Insaturada
	5	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Saturada; Insaturada
	6		Saturada; Insaturada
	7		Saturada; Insaturada

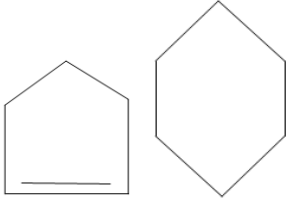
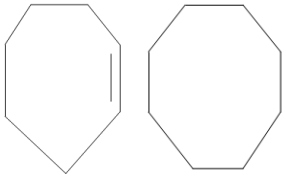
	8		Saturada; Insaturada
<b>Relação E2C (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Condensada	1	Saturada; Insaturada	$\text{HC} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \text{H}_3$
	2	Saturada; Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$
	3	Saturada; Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	4	Saturada; Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	5	Saturada; Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	6	Saturada; Insaturada	
	7	Saturada; Insaturada	
	8	Saturada; Insaturada	

Relação AE2 (teste)	Passos	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Plana e classificação	1	$\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Saturada; Insaturada
	2	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Saturada; Insaturada
	3	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Saturada; Insaturada
	4	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Saturada; Insaturada
	5	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Saturada; Insaturada
	6		Saturada; Insaturada

	7		Saturada; Insaturada
	8		Saturada; Insaturada
<b>Relação E2A (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Plana	1	Saturada; Insaturada	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
	2	Saturada; Insaturada	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	3	Saturada; Insaturada	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

	4	Saturada; Insaturada	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & & \text{H} & \text{H} \\  &   & &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & \equiv \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\  &   & &   &   \\  & \text{H} & & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $
	5	Saturada; Insaturada	$  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\  &   &   &   &   & & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & = \text{C} & - \text{H} \\  &   &   &   &   &   & \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{cccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\  &   &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $
	6	Saturada; Insaturada	
	7	Saturada; Insaturada	
	8	Saturada; Insaturada	
<b>Relação BE2 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Linha e classificação	1		Saturada; Insaturada
	2		Saturada; Insaturada
	3		Saturada; Insaturada

	4		Saturada; Insaturada
	5		Saturada; Insaturada
	6		Saturada; Insaturada
	7		Saturada; Insaturada
	8		Saturada; Insaturada
<b>Relação E2B (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Linha	1	Saturada; Insaturada	
	2	Saturada; Insaturada	
	3	Saturada; Insaturada	
	4	Saturada; Insaturada	
	5	Saturada; Insaturada	
	6	Saturada; Insaturada	

	7	Saturada; Insaturada	
	8	Saturada; Insaturada	
<b>Relação DE2 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular e classificação	1	$C_2H_2 ; C_2H_6$	Saturada; Insaturada
	2	$C_3H_4 ; C_3H_8$	Saturada; Insaturada
	3	$C_4H_8 ; C_4H_{10}$	Saturada; Insaturada
	4	$C_5H_8 ; C_5H_{12}$	Saturada; Insaturada
	5	$C_6H_{12} ; C_6H_{14}$	Saturada; Insaturada
	6	$C_3H_4 ; C_4H_8$	Saturada; Insaturada
	7	$C_5H_8 ; C_6H_{12}$	Saturada; Insaturada
	8	$C_7H_{12} ; C_8H_{16}$	Saturada; Insaturada
<b>Relação E2D (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação E Fórmula Molecular	1	Saturada; Insaturada	$C_2H_2 ; C_2H_6$
	2	Saturada; Insaturada	$C_3H_4 ; C_3H_8$
	3	Saturada; Insaturada	$C_4H_8 ; C_4H_{10}$
	4	Saturada; Insaturada	$C_5H_8 ; C_5H_{12}$
	5	Saturada; Insaturada	$C_6H_{12} ; C_6H_{14}$
	6	Saturada; Insaturada	$C_3H_4 ; C_4H_8$
	7	Saturada; Insaturada	$C_5H_8 ; C_6H_{12}$
	8	Saturada; Insaturada	$C_7H_{12} ; C_8H_{16}$

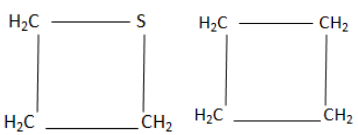
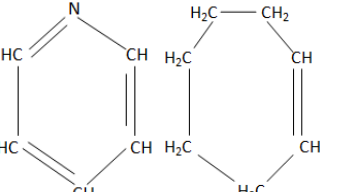
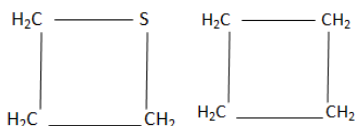
# **Apêndice M**

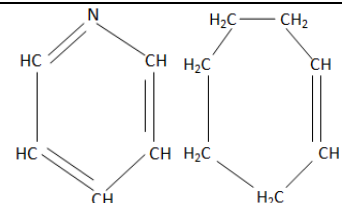
(Experimento 2 – Programação de  
Ensino e Teste de Emergência / 5ª etapa)

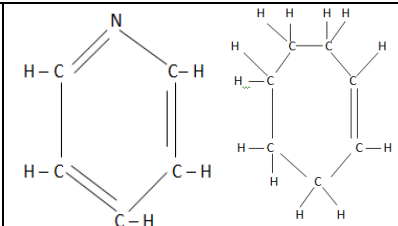
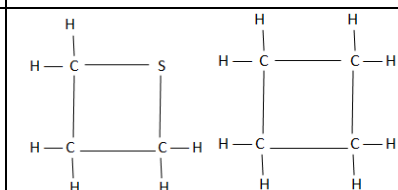
## EXPERIMENTO 2

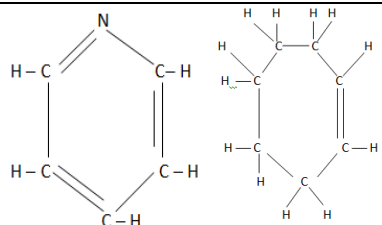
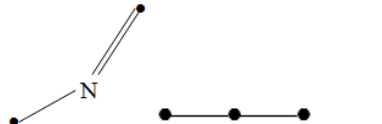
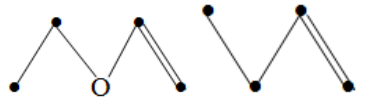
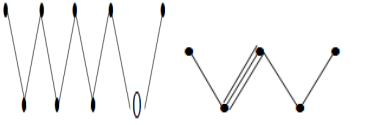
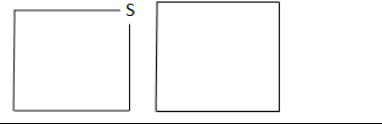
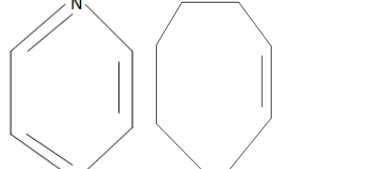
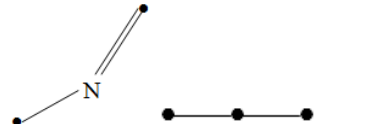
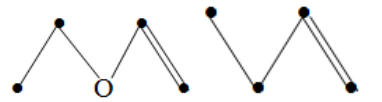
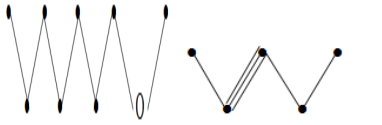
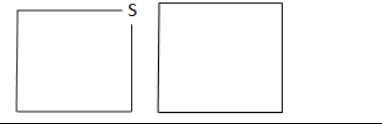
## PROGRAMAÇÃO DE ENSINO E TESTE DE EMERGÊNCIA

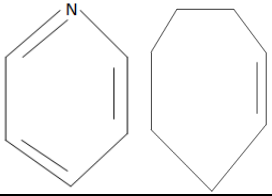
(5ª etapa)

<b>Relação CE3 (ensino)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula condensada e Classificação	1	$H_3C - N = CH_2$ $H_3C - CH_2 - CH_3$	Homogênea; Heterogênea
	2	$H_3C - CH_2 - O - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - CH = CH_2$	Homogênea; Heterogênea
	3	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - CH_3$ $H_3C - C \equiv C - CH_2 - CH_3$	Homogênea; Heterogênea
	4		Homogênea; Heterogênea
	5		Homogênea; Heterogênea
<b>Relação E3C (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Classificação e Fórmula Condensada	1	Homogênea; Heterogênea	$H_3C - N = CH_2$ $H_3C - CH_2 - CH_3$
	2	Homogênea; Heterogênea	$H_3C - CH_2 - O - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - CH = CH_2$
	3	Homogênea; Heterogênea	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - CH_3$ $H_3C - C \equiv C - CH_2 - CH_3$
	4	Homogênea; Heterogênea	

	5	Homogênea; Heterogênea	
<b>Relação AE3 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Plana e classificação	1	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea
	2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea
	3	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea
	4	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{S} \quad \quad \quad \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \quad \quad \quad \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea

	5		Homogênea; Heterogênea
<b>Relação E3A (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação e Fórmula Plana	1	Homogênea; Heterogênea	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	2	Homogênea; Heterogênea	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	3	Homogênea; Heterogênea	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	4	Homogênea; Heterogênea	

	5	Homogênea; Heterogênea	
<b>Relação BE3 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Linha e classificação	1		Homogênea; Heterogênea
	2		Homogênea; Heterogênea
	3		Homogênea; Heterogênea
	4		Homogênea; Heterogênea
	5		Homogênea; Heterogênea
<b>Relação E3B (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação e Fórmula Linha	1	Homogênea; Heterogênea	
	2	Homogênea; Heterogênea	
	3	Homogênea; Heterogênea	
	4	Homogênea; Heterogênea	


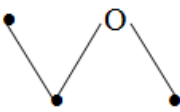





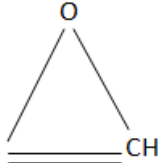
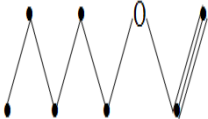
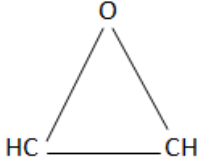
	5	Homogênea; Heterogênea	
<b>Relação DE3 (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular e classificação	1	$C_2H_5N$ ; $C_3H_8$	Homogênea; Heterogênea
	2	$C_4H_8O$ ; $C_4H_8$	Homogênea; Heterogênea
	3	$C_8H_{18}O$ ; $C_5H_8$	Homogênea; Heterogênea
	4	$C_3H_6S$ ; $C_4H_8$	Homogênea; Heterogênea
	5	$C_5H_5N$ ; $C_7H_{12}$	Homogênea; Heterogênea
<b>Relação E2D (teste)</b>	<b>Passos</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação E Fórmula Molecular	1	Homogênea; Heterogênea	$C_2H_5N$ ; $C_3H_8$
	2	Homogênea; Heterogênea	$C_4H_8O$ ; $C_4H_8$
	3	Homogênea; Heterogênea	$C_8H_{18}O$ ; $C_5H_8$
	4	Homogênea; Heterogênea	$C_3H_6S$ ; $C_4H_8$
	5	Homogênea; Heterogênea	$C_5H_5N$ ; $C_7H_{12}$

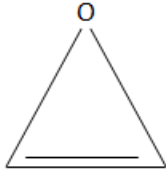
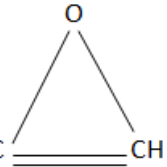
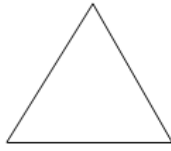
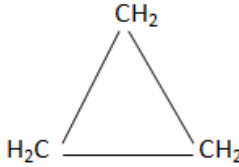
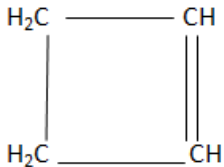
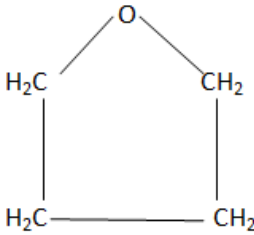

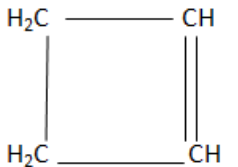
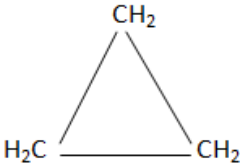
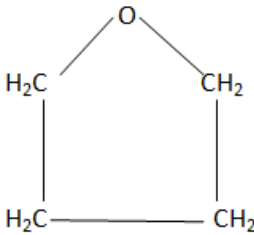
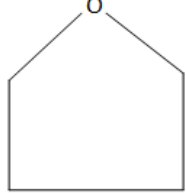
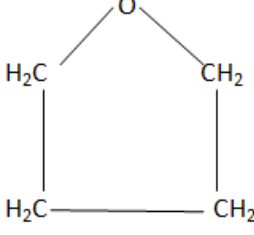
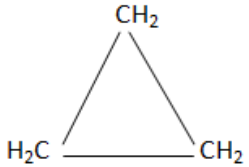
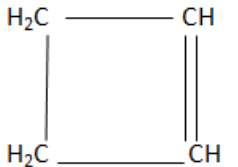
# **Apêndice N**

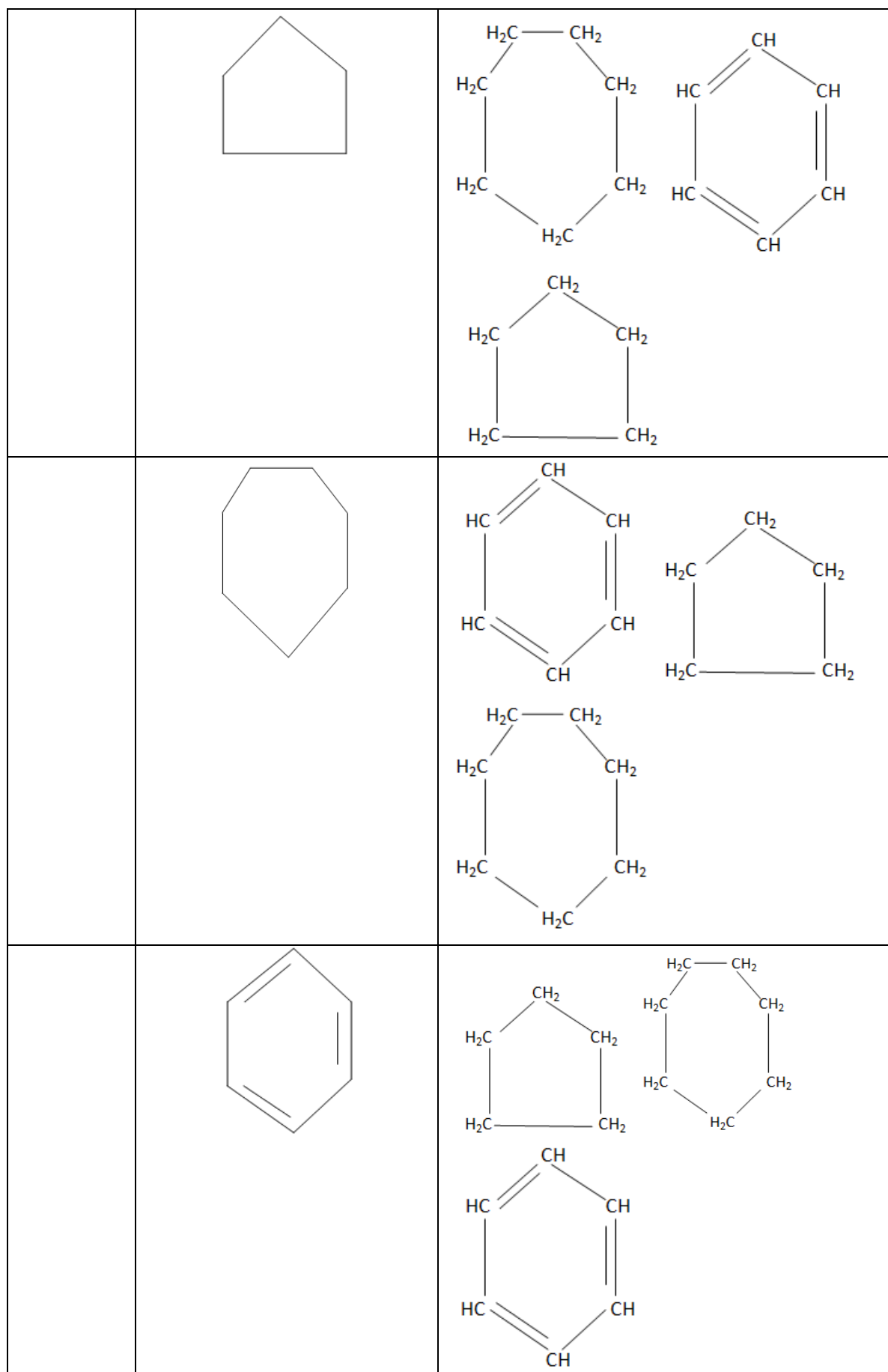
(Experimento 2 – Teste de Generalização)

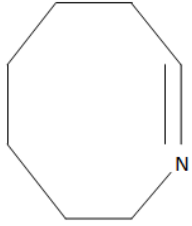
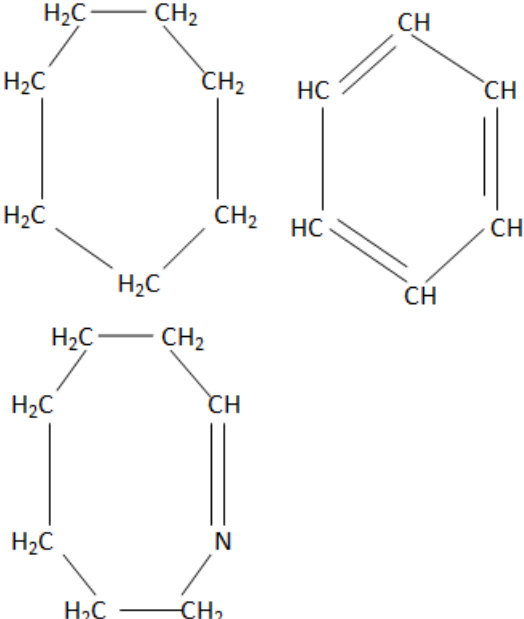
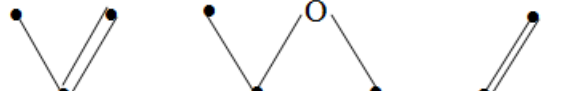


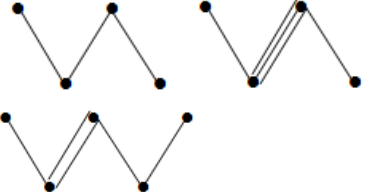
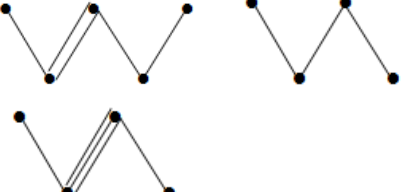
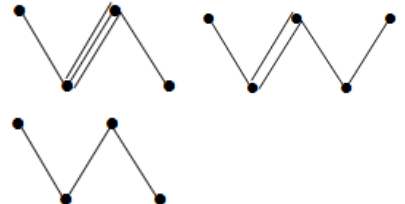
## EXPERIMENTO 2

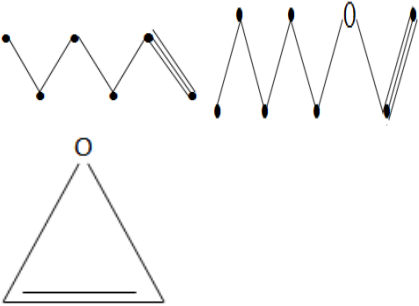
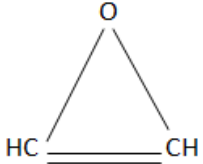
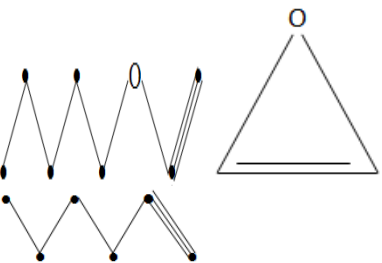
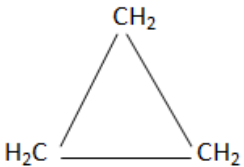
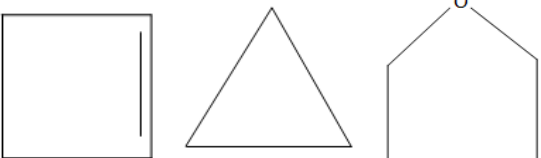
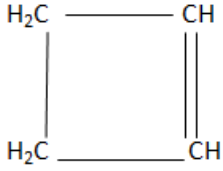
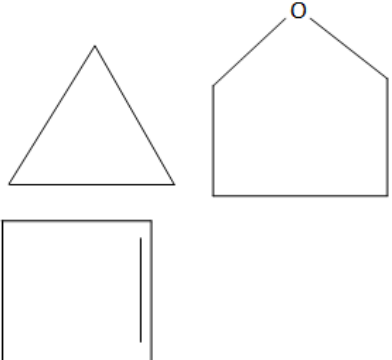
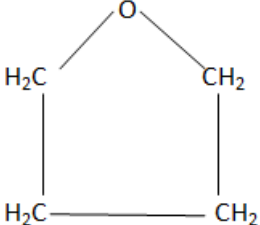
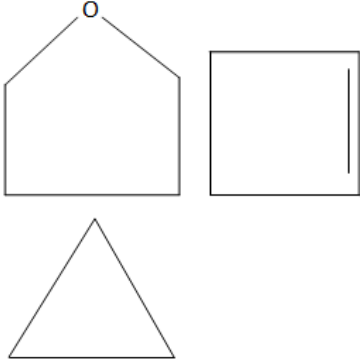
## TESTE DE GENERALIZAÇÃO

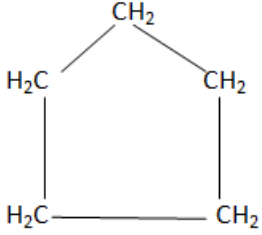
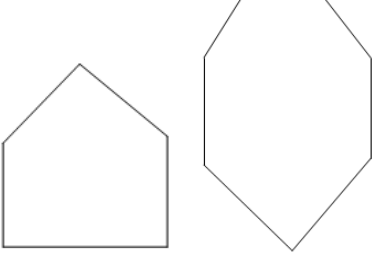
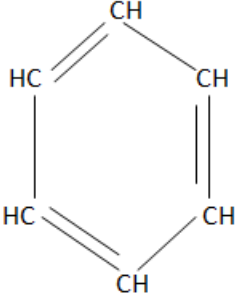
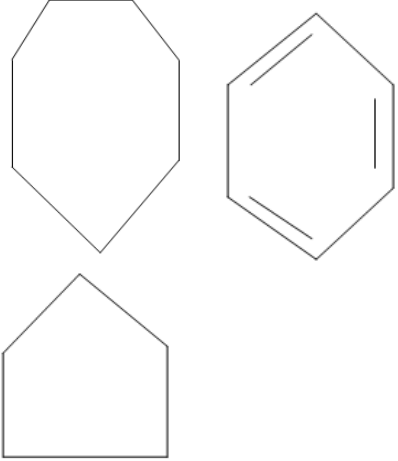
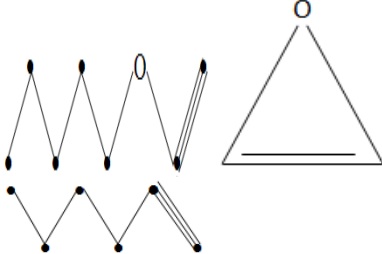
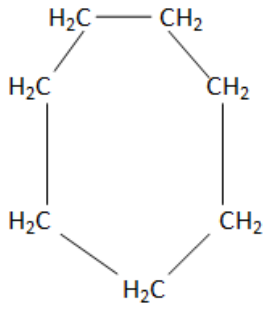
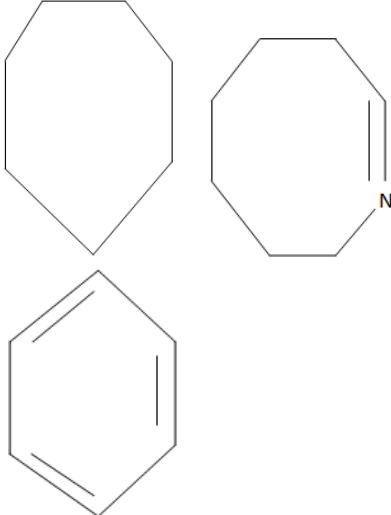
Relação BC	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula de Linha e nº atômico		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{C} = \text{C H}_2$
		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{C} = \text{C H}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$
		$\text{H}_2\text{C} = \text{C H}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$
		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
		$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} \equiv \text{CH}$ 
		$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$ 

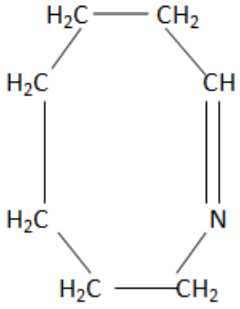
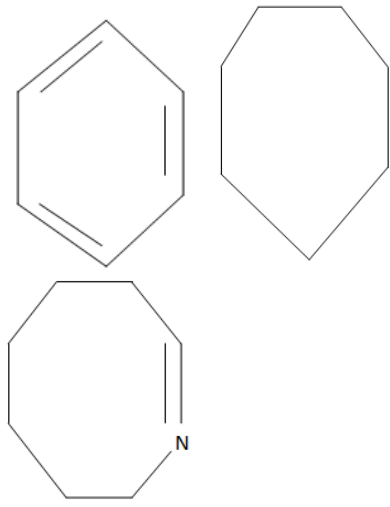

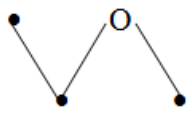
		 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH}$
		  
		  
		  








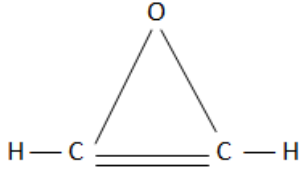
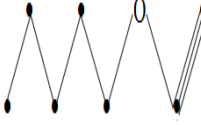
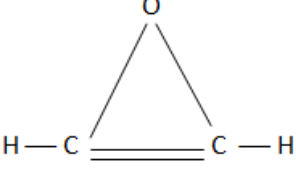
		
<b>Relação CB</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Estrutural Condensada e Fórmula de Linha	$H_2C = CH_2$	
	$H_3C - CH_2 - O - CH_3$	
	$H_3C - CH = CH_2$	
	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$	
	$H_3C - C \equiv C - CH_3$	
	$H_3C - CH = CH - CH_2 - CH_3$	

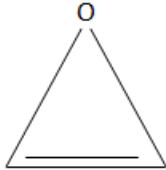
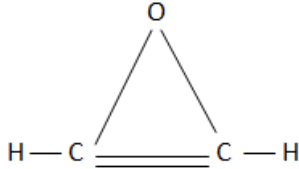
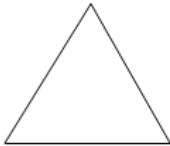
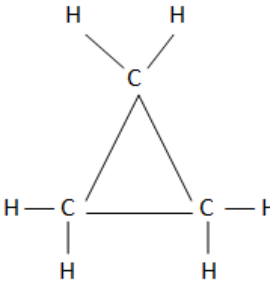
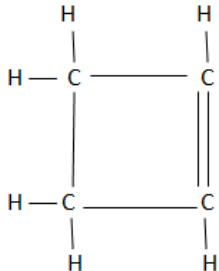
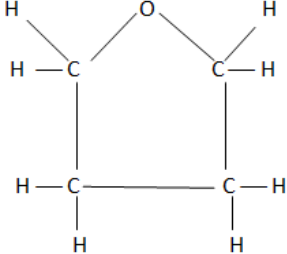
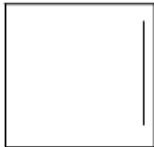
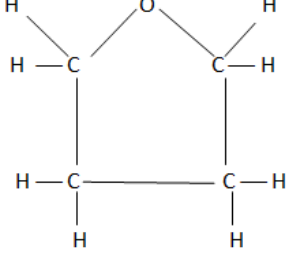
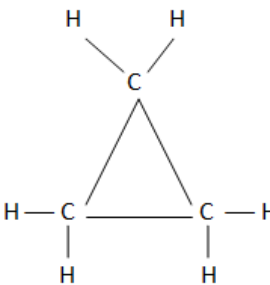
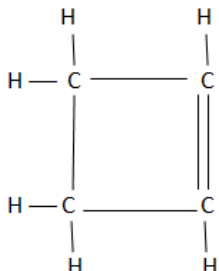
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	
	
	
	
	

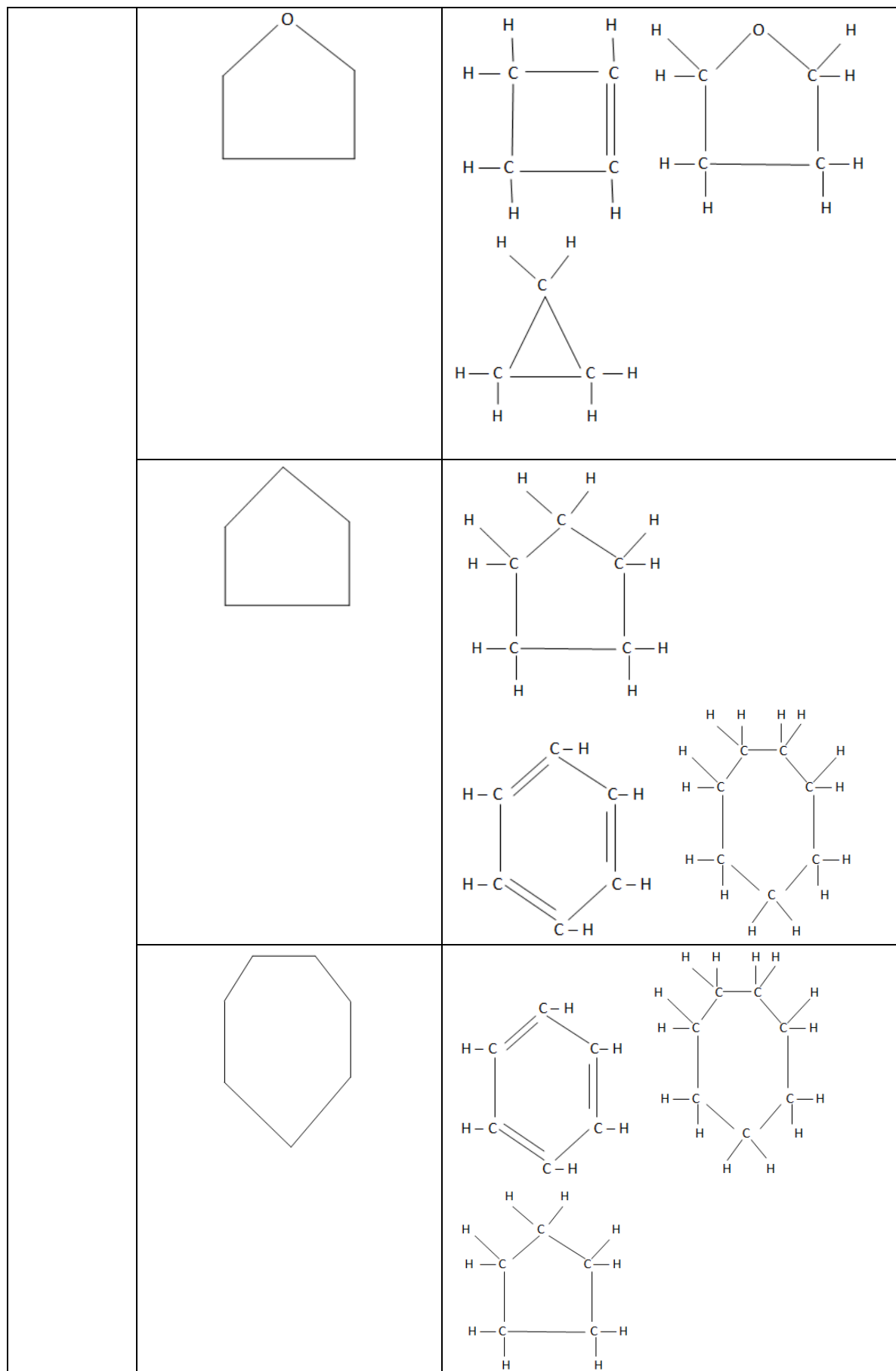
	
	
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH}$	
	

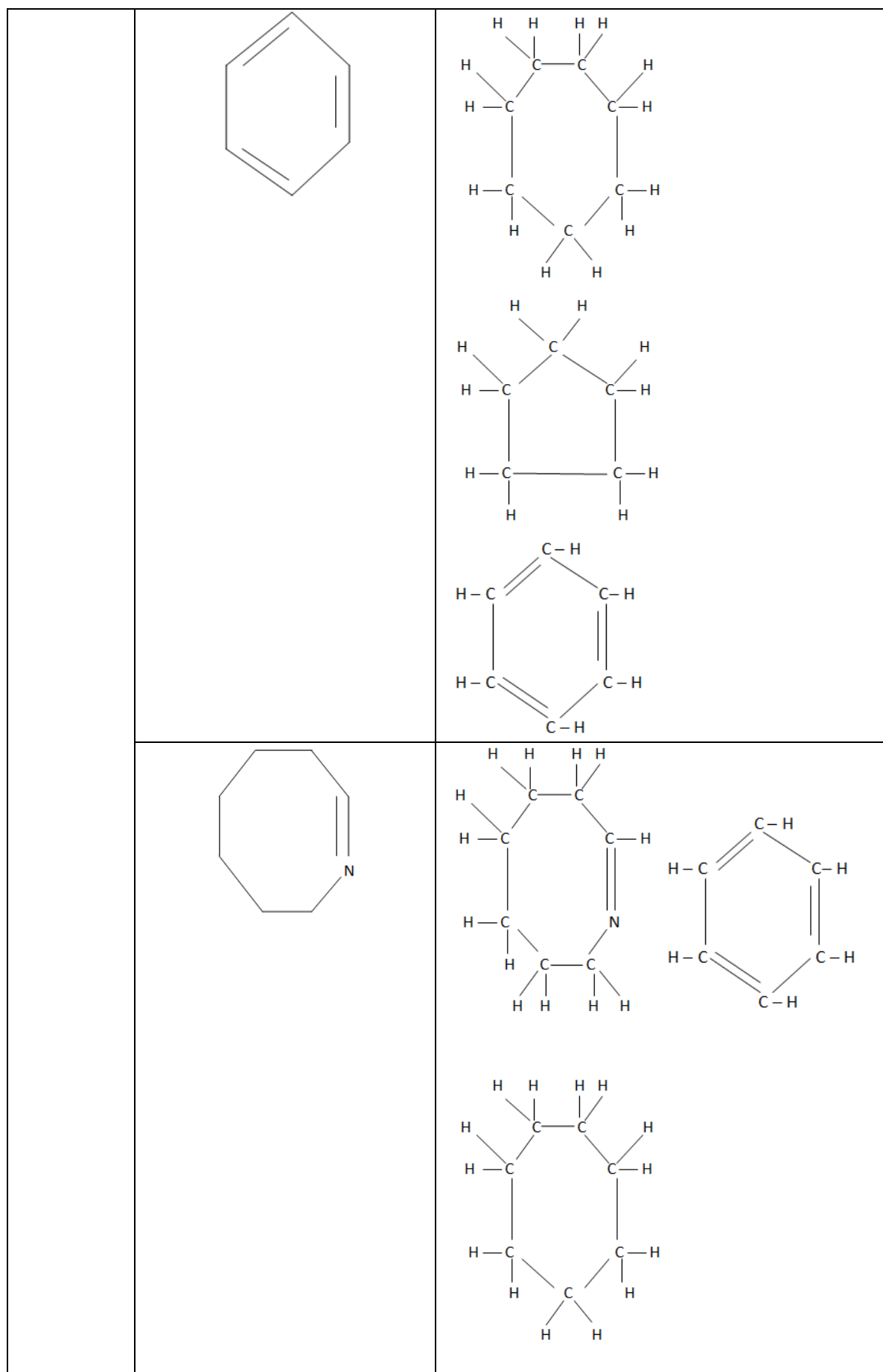
		
<b>Relação BA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula de Linha e Fórmula Estrutural Plana		$\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
		$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

		$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $
		$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\    \quad \quad \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad \quad \quad   \\  \text{H} \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad \quad \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $
		$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad \quad \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\    \quad \quad \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad \quad \quad   \\  \text{H} \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $

	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \text{H} \\    \quad \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad \quad   \\  \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $
	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ 
	 $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $

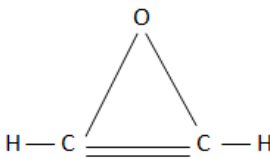
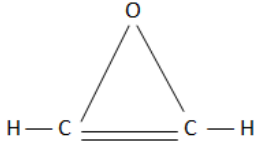
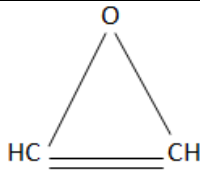
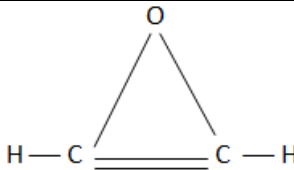
		$  \begin{array}{cccccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\    &   &   &   &   & \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH} \\    &   &   &   &   & \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} &   \end{array}  $  $  \begin{array}{cccccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\    &   &   &   & & \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   & & \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & &   \end{array}  $
		  
		  

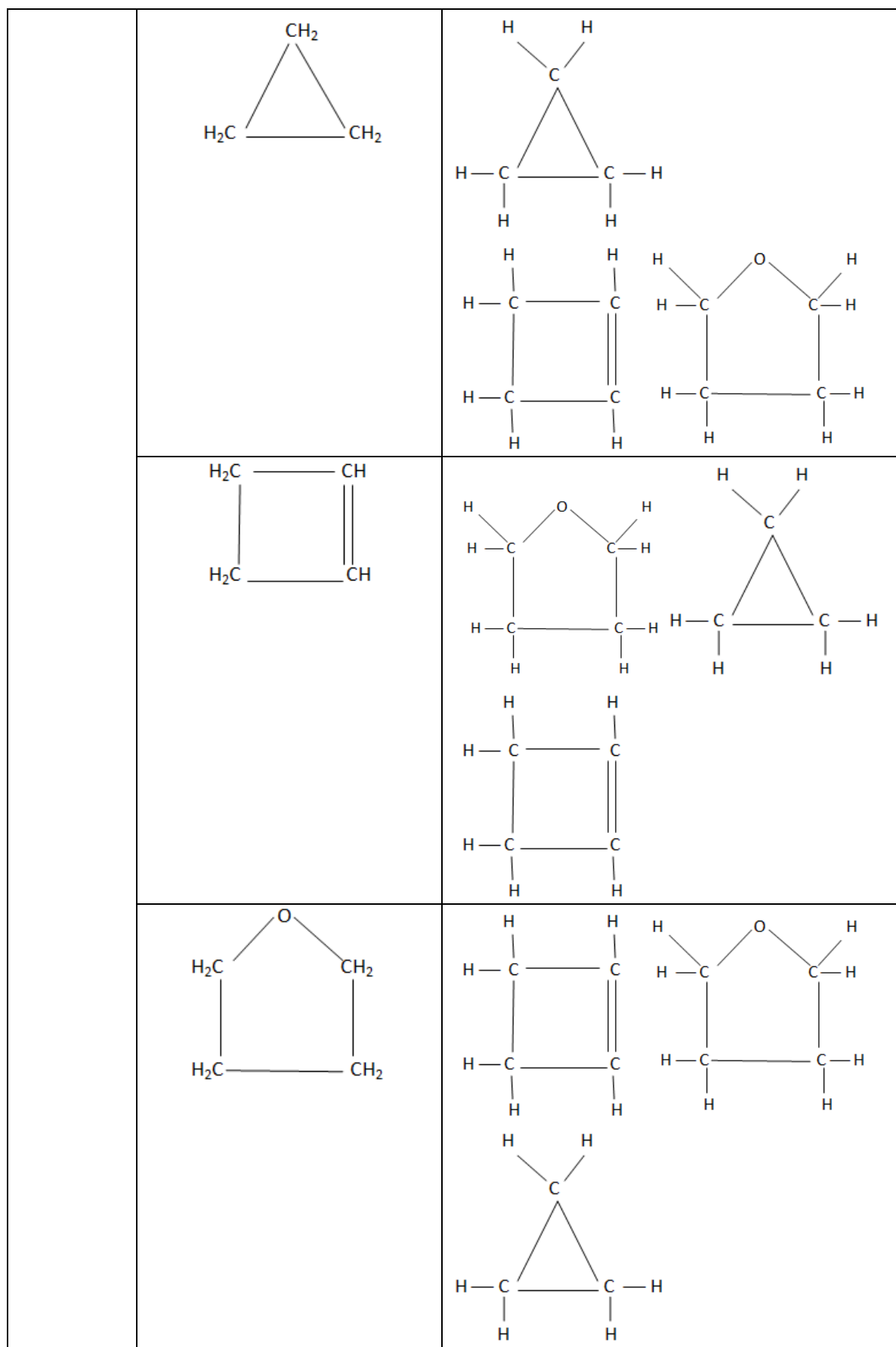


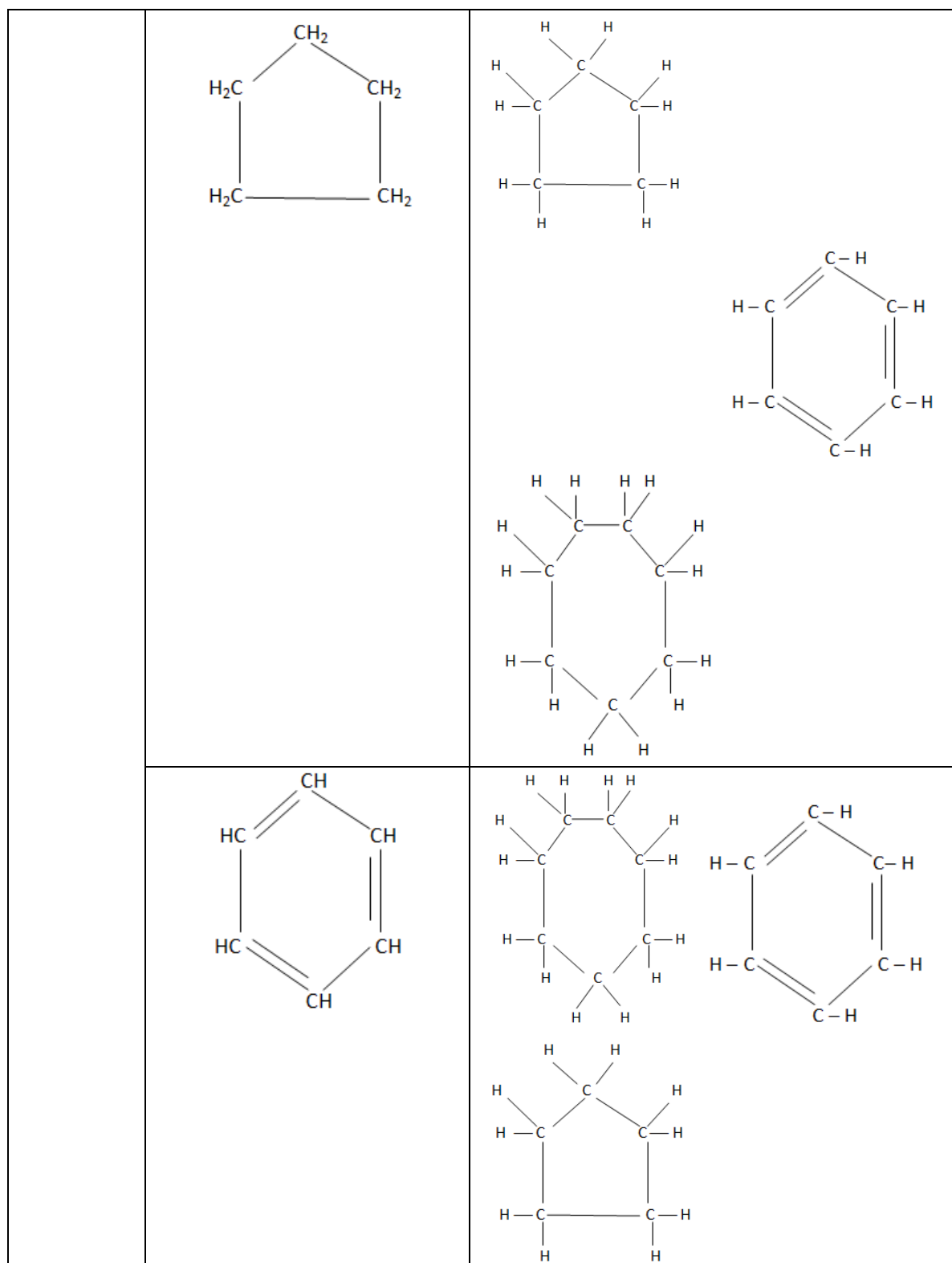


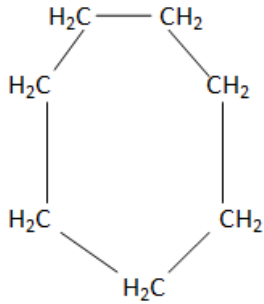
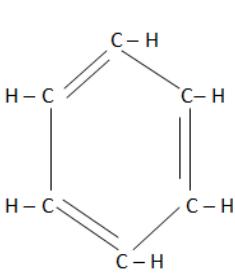
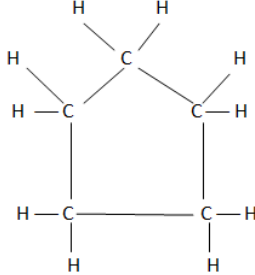
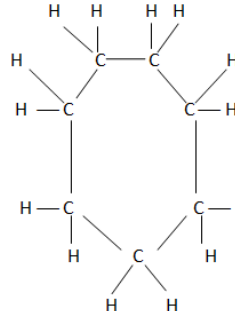
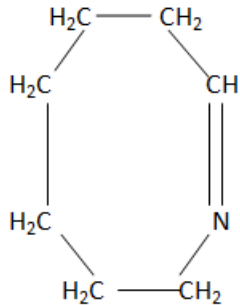
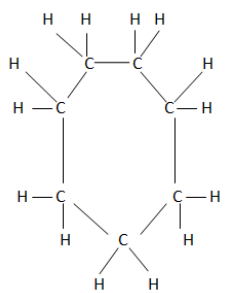
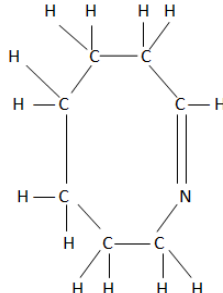
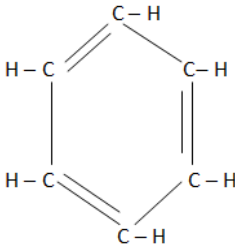
Relação CA	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Estrutural Condensada  e  Fórmula Estrutural Plana	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}\text{H}_2$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$



$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   &   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{cccccc} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & &   &   &   &   &   \\ & & \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\ & &   &   &   &   &   \\ & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ 
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH}$	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   &   &   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$  $\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   &   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$
	 $\begin{array}{cccccc} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & &   &   &   &   &   \\ & & \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\ & &   &   &   &   &   \\ & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   &   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$

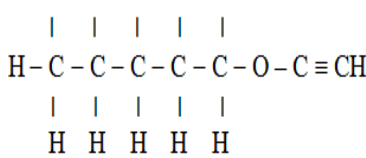
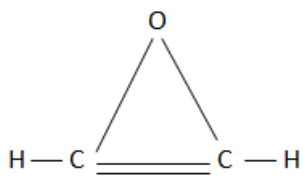
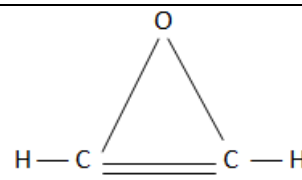
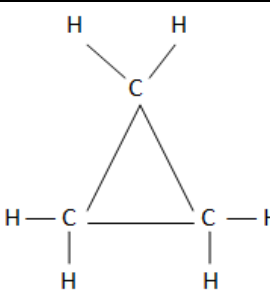
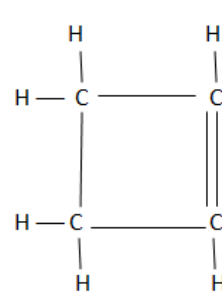
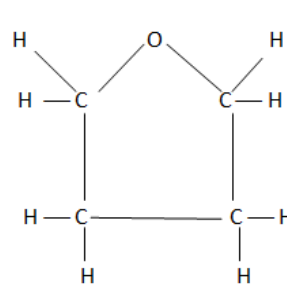


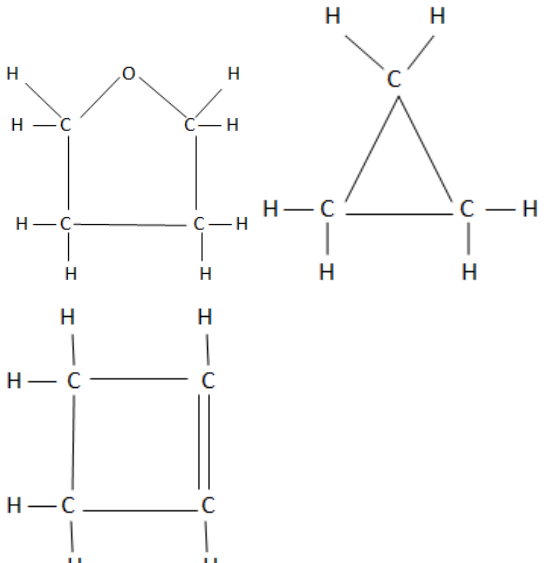
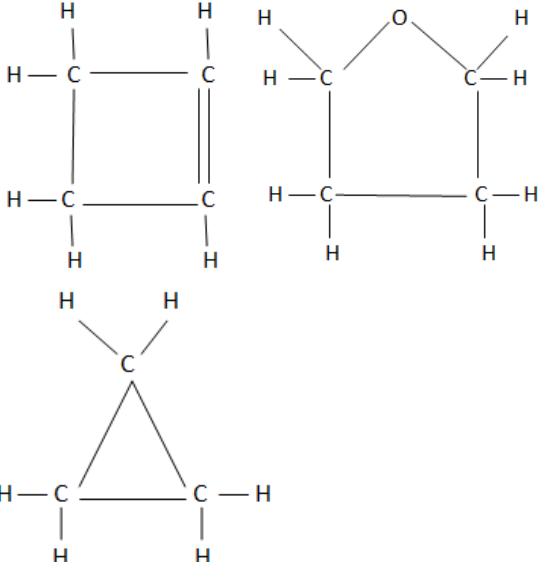
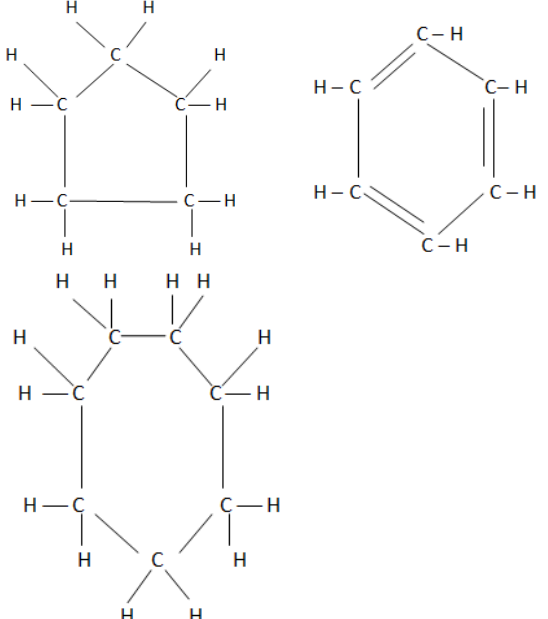


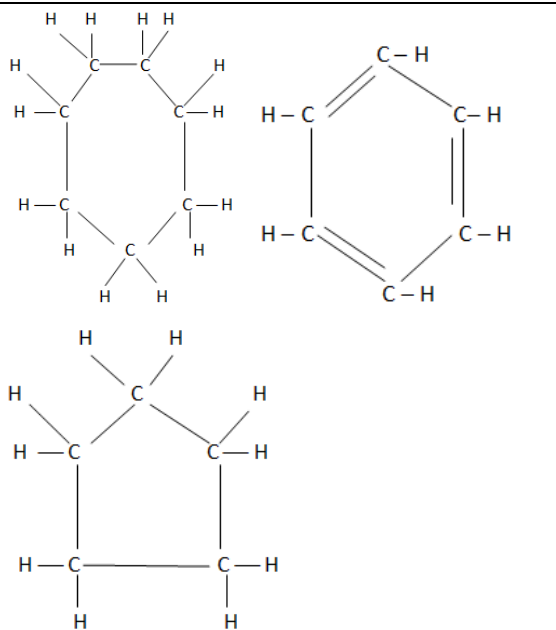
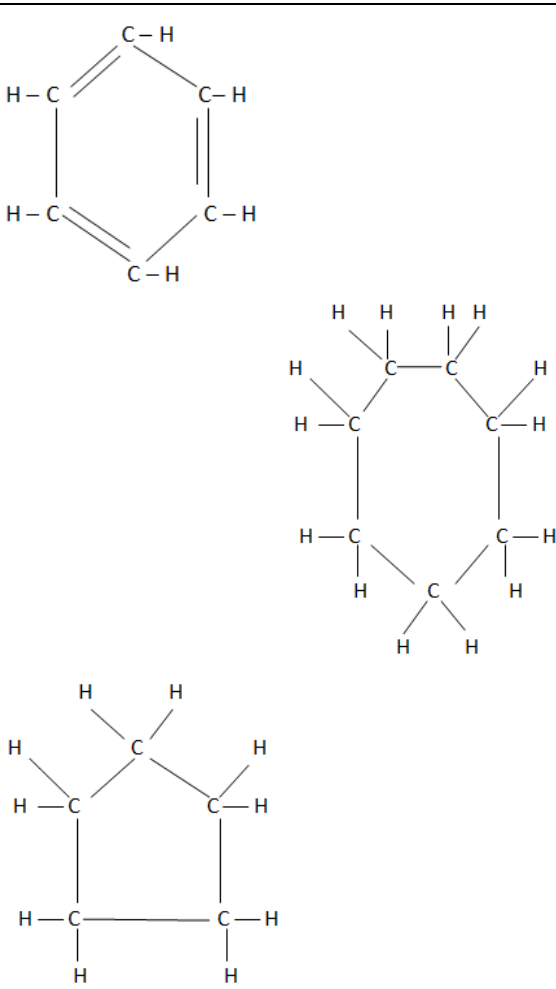
		  
		  
<b>Relação DA</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular e Fórmula Estrutural Plana	$C_2H_4$	$  \begin{array}{c}  H - C = C - H \\    \quad   \\  H \quad H  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  H \quad H \quad H \\    \quad   \quad   \\  H - C - C - O - C - H \\    \quad   \quad   \\  H \quad H \quad H  \end{array}  $ $  \begin{array}{c}  H \\    \\  H - C - C = C - H \\    \quad   \quad   \\  H \quad H \quad H  \end{array}  $

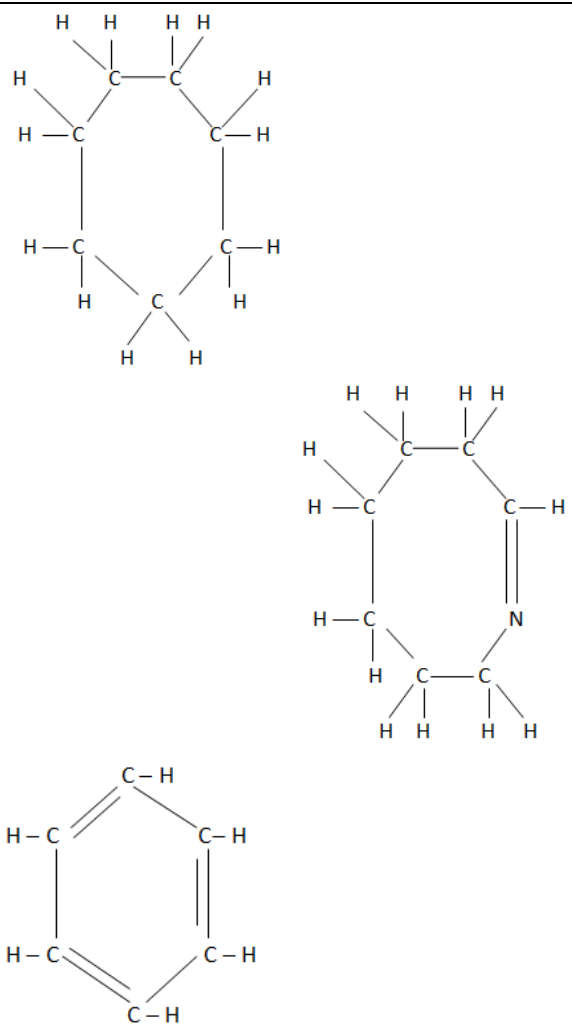

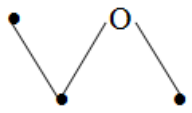



	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & \text{H} & & \text{H} & \\ & &   &   & &   & \\ & & \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C}-\text{H} & \\ & &   &   & &   & \\ & & \text{H} & \text{H} & & \text{H} & \end{array}$
	$\text{C}_3\text{H}_6$	$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & & \text{H} & & & \\   &   & &   & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{O} & -\text{C}-\text{H} & & & \\   &   & &   & & & \\ \text{H} & \text{H} & & \text{H} & & & \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \\   &   &   &   & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} & & & \\   &   &   &   & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \end{array}$ $\begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & & & \text{H} & \\ & &   & & &   & \\ & & \text{H}-\text{C} & -\text{C} & \equiv & \text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & &   & & &   & \\ & & \text{H} & & & \text{H} & \end{array}$ $\begin{array}{ccccccccc} & & & \text{H} & & & \text{H} & \text{H} & \\ & & &   & & &   &   & \\ & & & \text{H}-\text{C} & -\text{C} & =\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} & \\ & & &   &   &   &   &   & \\ & & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array}$


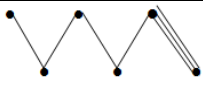
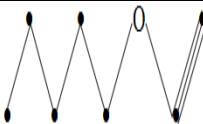
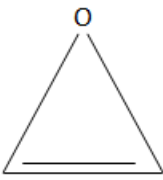
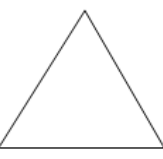
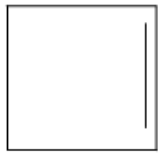
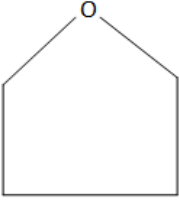
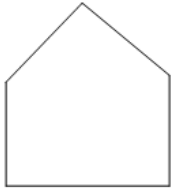
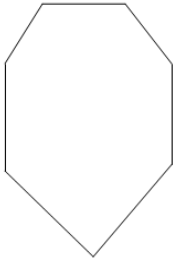
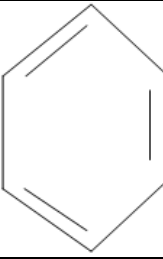


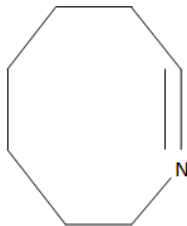
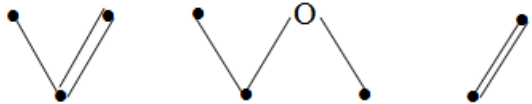

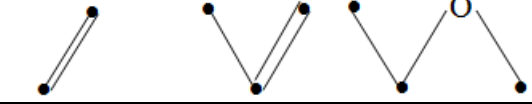
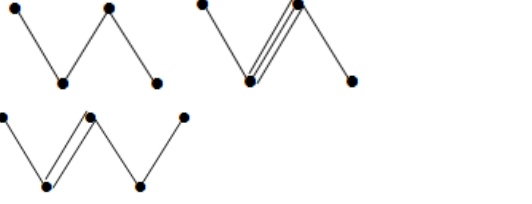
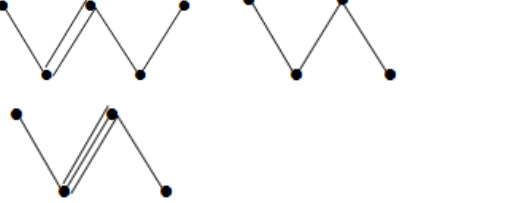
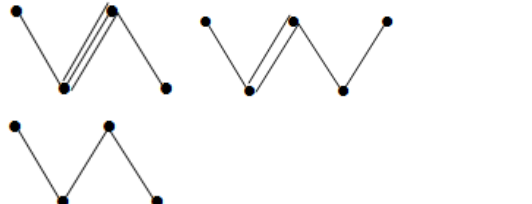
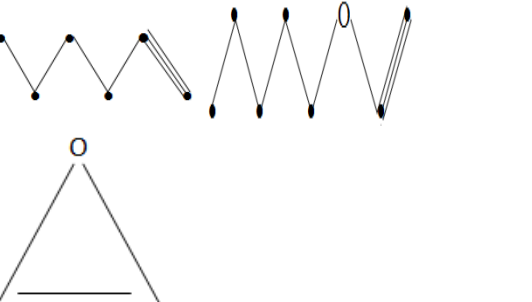
	$C_7H_{12}O$	<pre> H H H H H           H-C-C-C-C-C-O-C≡CH           H H H H H </pre>   <pre> H H H H         H-C-C-C-C-C≡C-H         H H H H </pre>
	$C_2H_2O$	 <pre> H H H H H           H-C-C-C-C-C-O-C≡CH           H H H H H </pre> <pre> H H H H         H-C-C-C-C-C≡C-H         H H H H </pre>
	$C_3H_6$	  

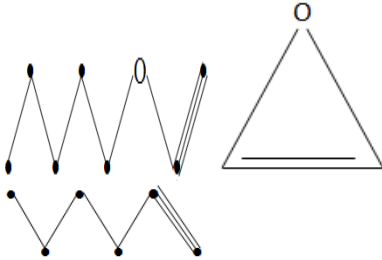
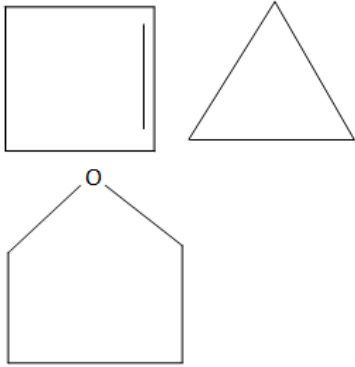
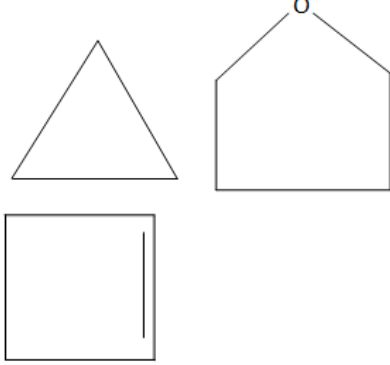
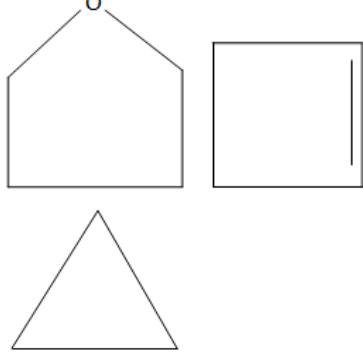
	$C_4H_6$	 <p>Structural formulas for <math>C_4H_6</math> are shown, including 1,2-dioxetane, propyne, cyclobutene, and cyclobutane.</p>
	$C_4H_8O$	 <p>Structural formulas for <math>C_4H_8O</math> are shown, including cyclobutane, 1,2-dioxetane, and cyclopropane.</p>
	$C_5H_{10}$	 <p>Structural formulas for <math>C_5H_{10}</math> are shown, including cyclopentane, cyclopentene, cyclobutane, and cyclopropane.</p>

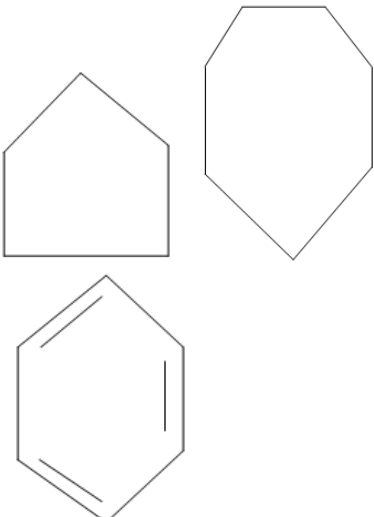
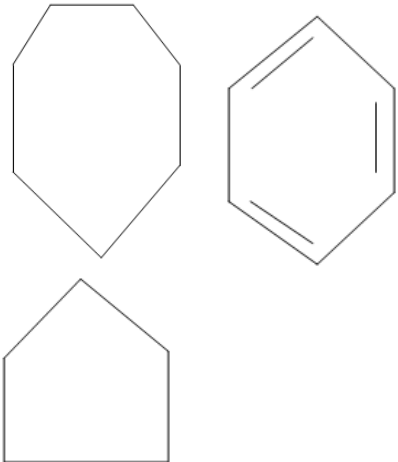
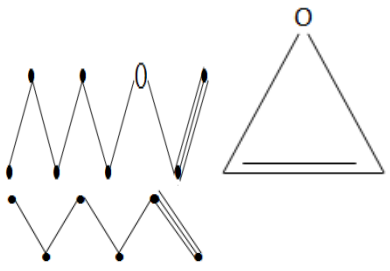
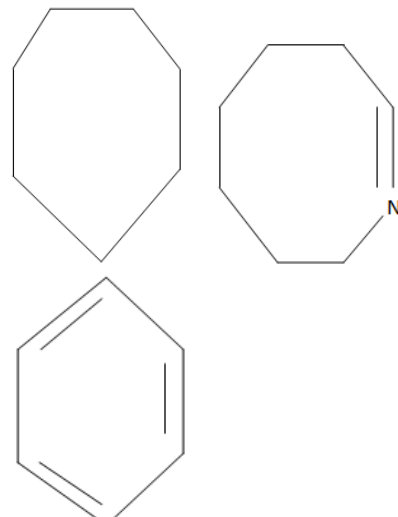
	$C_6H_6$	 <p>The diagrams for <math>C_6H_6</math> show three representations of cyclohexane and one of benzene. The top-left structure is a cyclohexane chair conformation with all C-H bonds explicitly drawn. The top-right structure is a benzene ring with alternating double bonds and C-H bonds. The middle structure is another cyclohexane chair conformation, rotated 180 degrees. The bottom structure is a cyclohexane chair conformation with a different orientation of C-H bonds.</p>
	$C_7H_{14}$	 <p>The diagrams for <math>C_7H_{14}</math> show three representations of cycloheptane and one of cycloheptatriene. The top-left structure is a cycloheptatriene ring with three double bonds and C-H bonds. The top-right structure is a cycloheptane chair conformation with all C-H bonds explicitly drawn. The middle structure is another cycloheptane chair conformation, rotated 180 degrees. The bottom structure is a cycloheptane chair conformation with a different orientation of C-H bonds.</p>

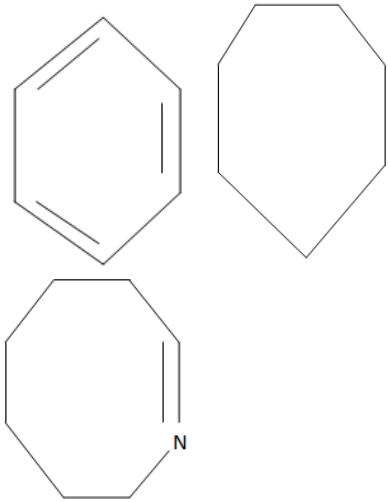
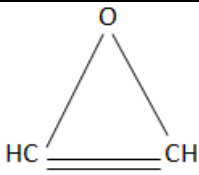
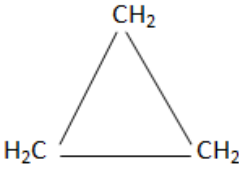
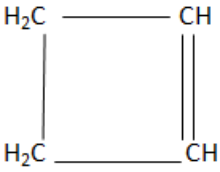
	$C_7H_{13}N$	
<b>Relação BD</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula de Linha e Fórmula Molecular		$C_3H_6$ $C_3H_8O$ $C_2H_4$
		$C_3H_8O$ $C_2H_4$ $C_3H_6$
		$C_2H_4$ $C_3H_6$ $C_3H_8O$
		$C_4H_{10}$ $C_4H_6$ $C_5H_{10}$
		$C_5H_{10}$ $C_4H_{10}$ $C_4H_6$

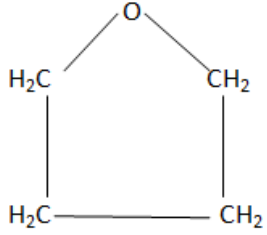
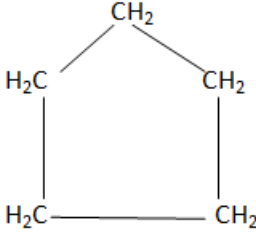
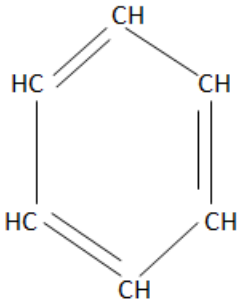
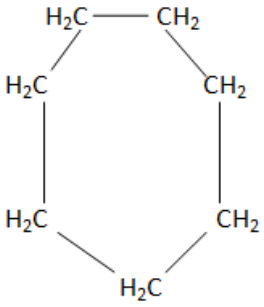
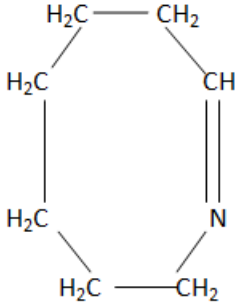
	$C_4H_6$	$C_5H_{10}$	$C_4H_{10}$
	$C_6H_{10}$	$C_7H_{12}O$	$C_2H_2O$
	$C_2H_2O$	$C_6H_{10}$	$C_7H_{12}O$
	$C_7H_{12}O$	$C_2H_2O$	$C_6H_{10}$
	$C_3H_6$	$C_4H_8O$	$C_4H_6$
	$C_4H_6$	$C_3H_6$	$C_4H_8O$
	$C_4H_8O$	$C_4H_6$	$C_3H_6$
	$C_5H_{10}$	$C_6H_6$	$C_7H_{14}$
	$C_7H_{14}$	$C_5H_{10}$	$C_6H_6$
	$C_6H_6$	$C_7H_{14}$	$C_5H_{10}$

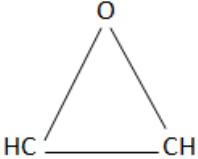
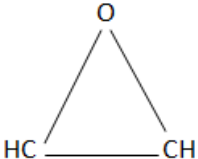
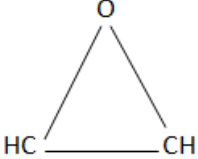
		$C_7H_{14}$ $C_6H_6$ $C_7H_{13}N$
<b>Relação DB</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular e Fórmula de Linha	$C_2H_4$	
	$C_3H_8O$	
	$C_3H_6$	
	$C_4H_{10}$	
	$C_4H_6$	
	$C_5H_{10}$	
	$C_6H_{10}$	

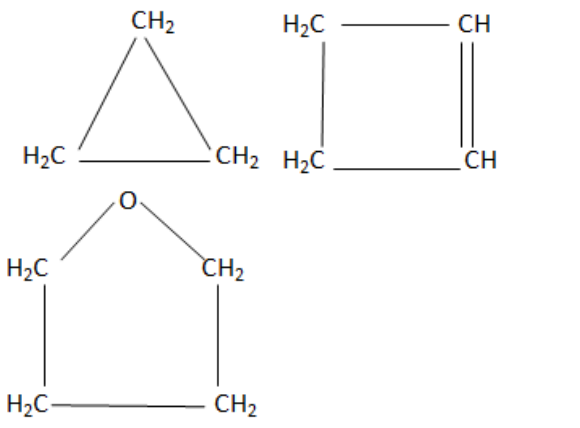
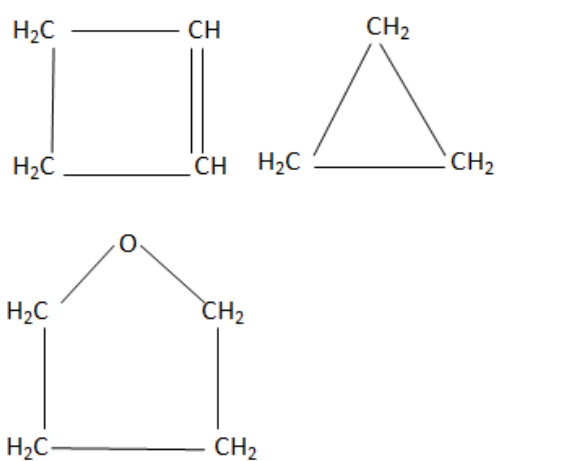
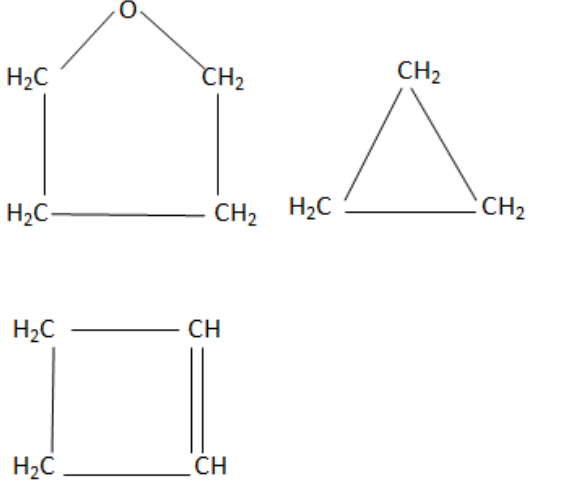
$C_7H_{12}O$	
$C_2H_2O$	
$C_3H_6$	
$C_4H_6$	

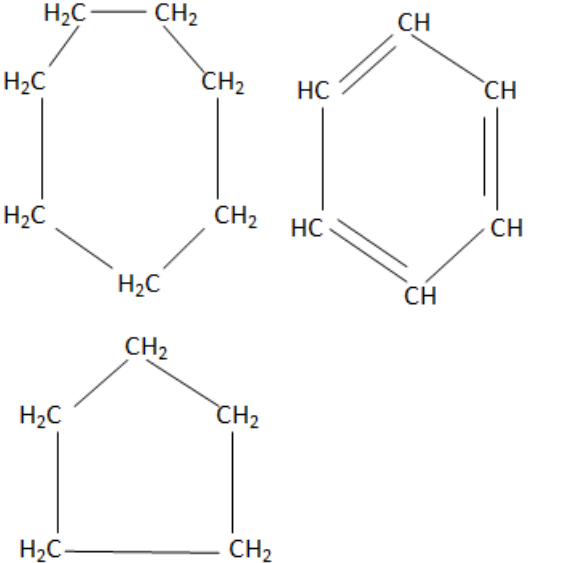
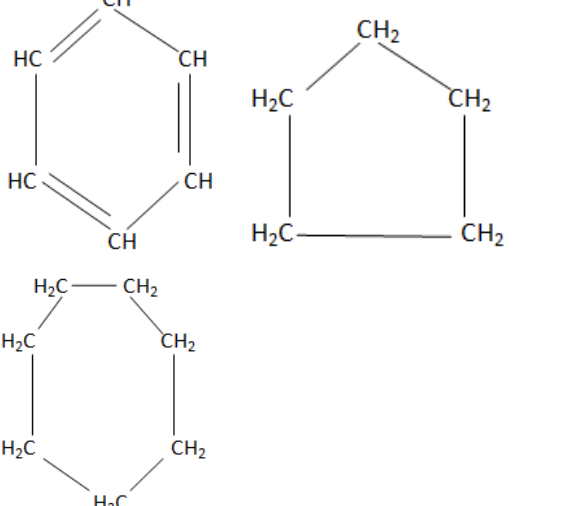
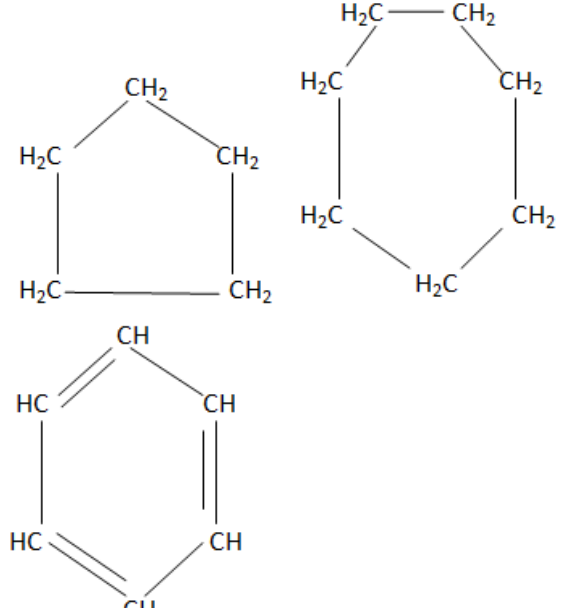
	$C_4H_8O$	
	$C_5H_{10}$	
	$C_6H_6$	
	$C_7H_{14}$	

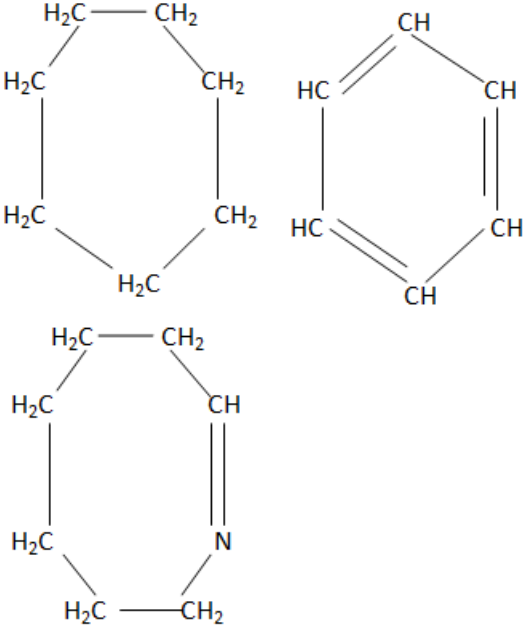
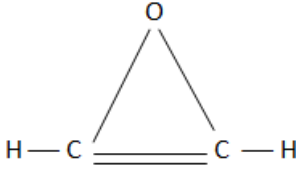
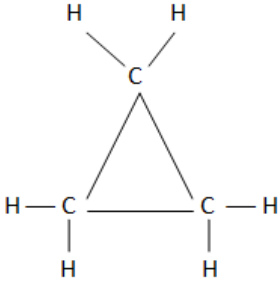
	$C_7H_{13}N$	
<b>Relação CD</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Estrutural Condensada  e Fórmula Molecular	$H_2C = CH_2$	$C_3H_6$ $C_3H_8O$ $C_2H_4$
	$H_3C - CH_2 - O - CH_3$	$C_3H_8O$ $C_2H_4$ $C_3H_6$
	$H_3C - CH = CH_2$	$C_2H_4$ $C_3H_6$ $C_3H_8O$
	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$C_4H_{10}$ $C_4H_6$ $C_5H_{10}$
	$H_3C - C \equiv C - CH_3$	$C_5H_{10}$ $C_4H_{10}$ $C_4H_6$
	$H_3C - CH = CH - CH_2 - CH_3$	$C_4H_6$ $C_5H_{10}$ $C_4H_{10}$
	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$	$C_6H_{10}$ $C_7H_{12}O$ $C_2H_2O$
	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - C \equiv CH$	$C_2H_2O$ $C_6H_{10}$ $C_7H_{12}O$
		$C_7H_{12}O$ $C_2H_2O$ $C_6H_{10}$
		$C_3H_6$ $C_4H_8O$ $C_4H_6$
	$C_4H_6$ $C_3H_6$ $C_4H_8O$	

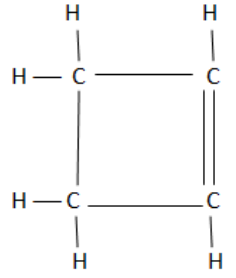
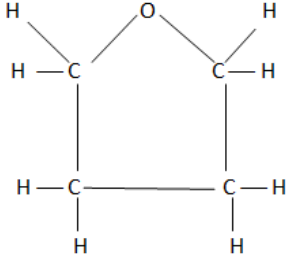
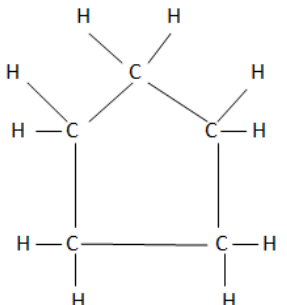
		$C_4H_8O$ $C_4H_6$ $C_3H_6$
		$C_5H_{10}$ $C_6H_6$ $C_7H_{14}$
		$C_7H_{14}$ $C_5H_{10}$ $C_6H_6$
		$C_6H_6$ $C_7H_{14}$ $C_5H_{10}$
		$C_7H_{14}$ $C_6H_6$ $C_7H_{13}N$
<b>Relação DC</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Molecular	$C_2H_4$	$H_3C - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - O - CH_3$
e		$H_2C = CH_2$
Fórmula Estrutural Condensada	$C_3H_8O$	$H_3C - CH_2 - O - CH_3$ $H_2C = CH_2$ $H_3C - CH = CH_2$

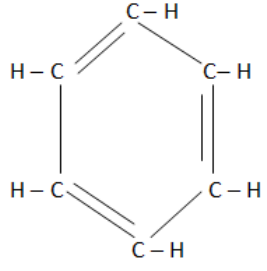
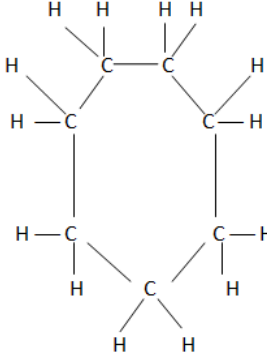
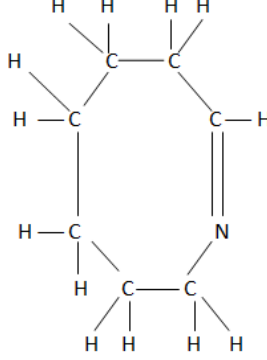
$C_3H_6$	$H_2C = CH_2$ $H_3C - CH = CH_2$ $H_3C - CH_2 - O - CH_3$
$C_4H_{10}$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$ $H_3C - C \equiv C - CH_3$ $H_3C - CH = CH - CH_2 - CH_3$
$C_4H_6$	$H_3C - C \equiv C - CH_3$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$ $H_3C - CH = CH - CH_2 - CH_3$
$C_5H_{10}$	$H_3C - CH = CH - CH_2 - CH_3$ $H_3C - C \equiv C - CH_3$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$
$C_6H_{10}$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - C \equiv CH$ 
$C_7H_{12}O$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - C \equiv CH$  $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$
$C_2H_2O$	 $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$ $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - O - C \equiv CH$

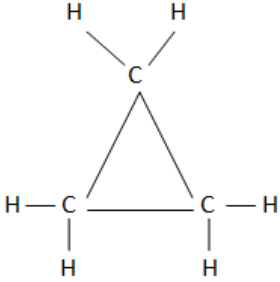
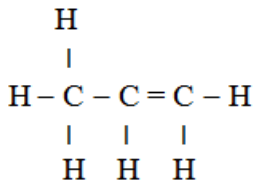
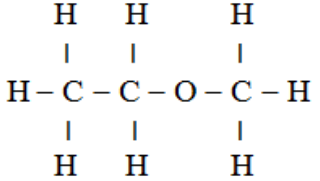
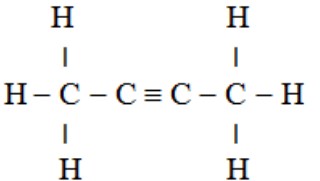
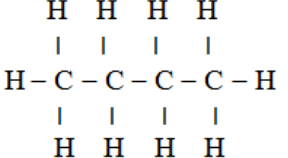
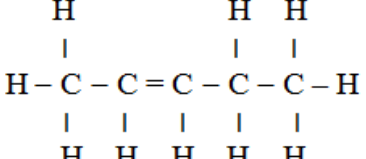
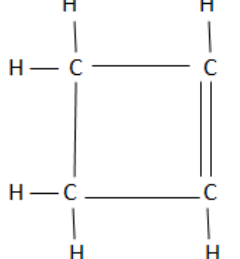
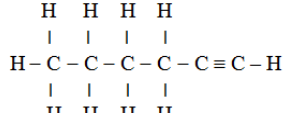
	$C_3H_6$	
	$C_4H_6$	
	$C_4H_8O$	

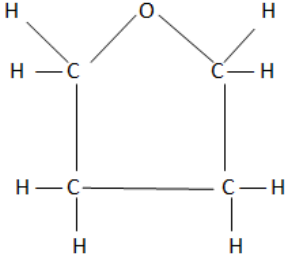
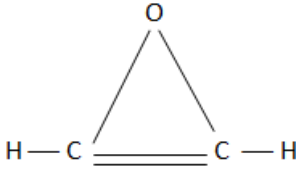
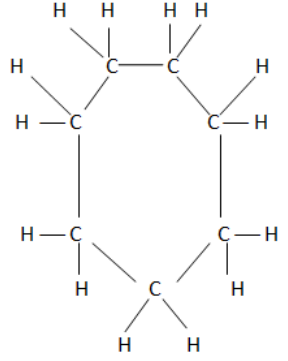
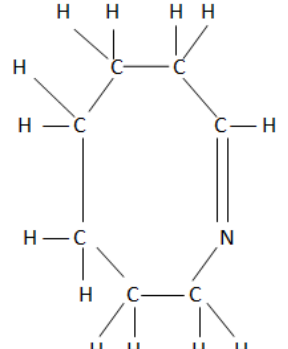
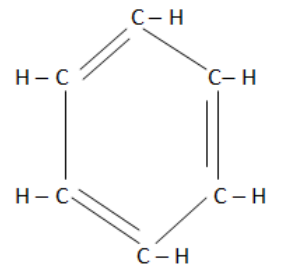
	$C_5H_{10}$	 <p>Structural formulas for <math>C_5H_{10}</math> are shown, including cyclopentane, 1,2-cyclopentadiene, and 1,3-cyclopentadiene.</p>
	$C_6H_6$	 <p>Structural formulas for <math>C_6H_6</math> are shown, including 1,2-cyclohexadiene, 1,3-cyclohexadiene, and cyclohexane.</p>
	$C_7H_{14}$	 <p>Structural formulas for <math>C_7H_{14}</math> are shown, including cycloheptane, 1,2-cycloheptadiene, and 1,3-cycloheptadiene.</p>

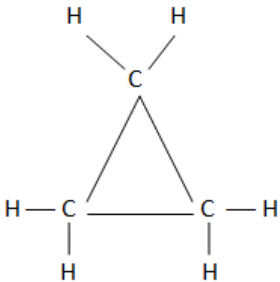
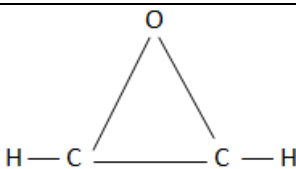
	$C_7H_{13}N$	
<b>Relação AE1</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
Fórmula Estrutural Plana e		Acíclica; Cíclica
Classificação quanto à extremidade	$\begin{array}{c} H-C=C-H \\   \quad   \\ H \quad H \end{array}$	Acíclica; Cíclica
		Acíclica; Cíclica
	$\begin{array}{c} H \\   \\ H-C-C=C-H \\   \quad   \quad   \\ H \quad H \quad H \end{array}$	Acíclica; Cíclica

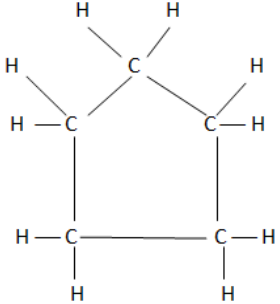
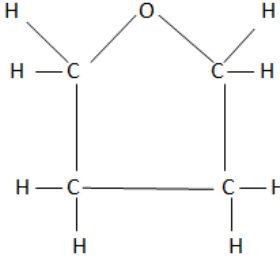
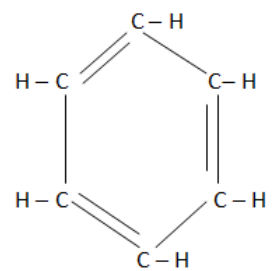
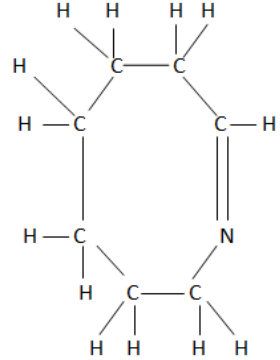
$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{O} - \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Acíclica; Cíclica
	Acíclica; Cíclica
$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Acíclica; Cíclica
	Acíclica; Cíclica
	Acíclica; Cíclica
$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H} \\  &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Acíclica; Cíclica
$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} - \text{O} - \text{C} \equiv \text{CH} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Acíclica; Cíclica

		Acíclica; Cíclica
	$  \begin{array}{c}  \text{H} \qquad \text{H} \\    \qquad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \qquad   \\  \text{H} \qquad \text{H}  \end{array}  $	Acíclica; Cíclica
		Acíclica; Cíclica
	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	Acíclica; Cíclica
		Acíclica; Cíclica

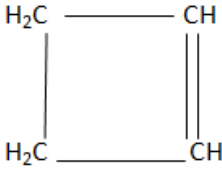
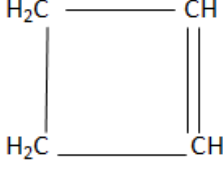
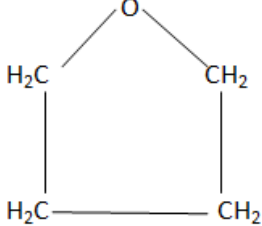
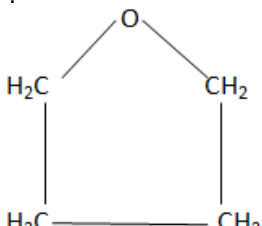
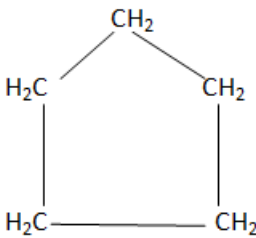
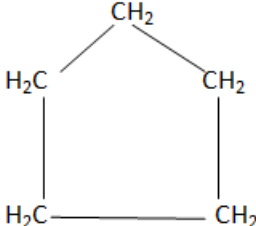
Relação AE2	MODELO	ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO
Fórmula Estrutural Plana e Classificação quanto ao tipo de ligação		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada
		Saturada; Insaturada

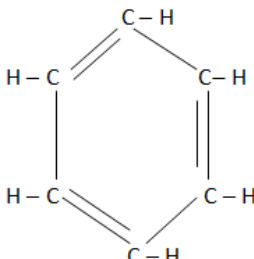
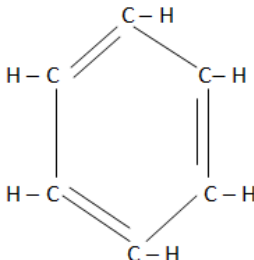
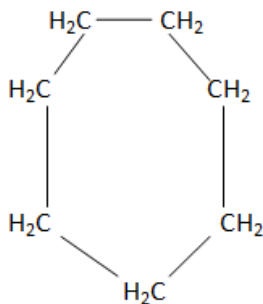
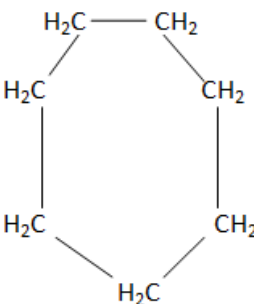
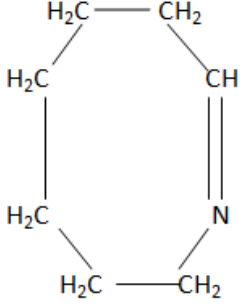
	Saturada; Insaturada
	Saturada; Insaturada
	Saturada; Insaturada
	Saturada; Insaturada
$  \begin{array}{cccccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\    &   &   &   &   & \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH} \\    &   &   &   &   & \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} &   \end{array}  $	Saturada; Insaturada
	Saturada; Insaturada
$  \begin{array}{ccc}  \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	Saturada; Insaturada

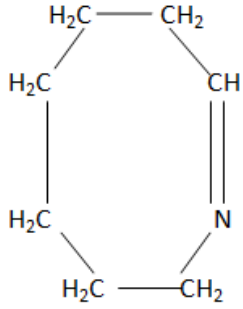
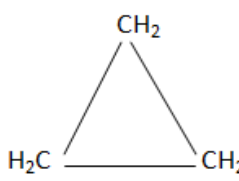
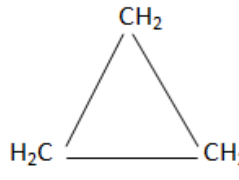
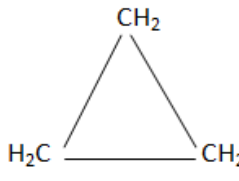
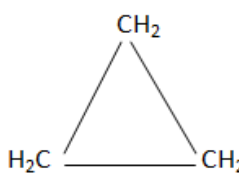
		Saturada; Insaturada
<b>Relação AE3</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
<p>Fórmula Estrutural Plana</p> <p>e</p> <p>classificação quanto à presença ou não do heteroátomo</p>	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & & \text{H} & \text{H} \\  &   & &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} = & \text{C} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Homogênea; Heterogênea
	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & & \text{H} \\  &   &   & &   \\  \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} - & \text{O} - & \text{C} - & \text{H} \\  &   &   & &   \\  & \text{H} & \text{H} & & \text{H}  \end{array}  $	Homogênea; Heterogênea
	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{H} \\  &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Homogênea; Heterogênea
	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   &   \\  \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{O} - & \text{C} \equiv & \text{CH} \\  &   &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Homogênea; Heterogênea
	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & & & \text{H} \\  &   & & &   \\  \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} \equiv & \text{C} - & \text{C} - & \text{H} \\  &   & & &   \\  & \text{H} & & & \text{H}  \end{array}  $	Homogênea; Heterogênea
		Homogênea; Heterogênea

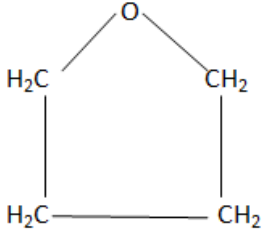
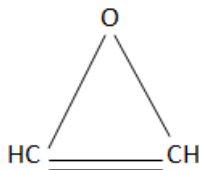
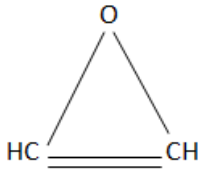
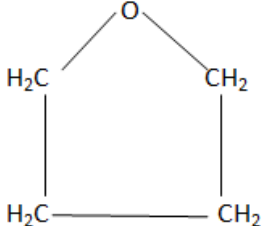
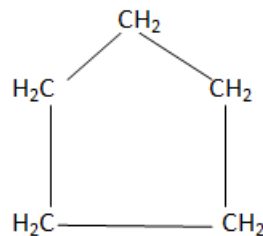
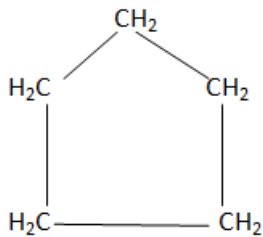
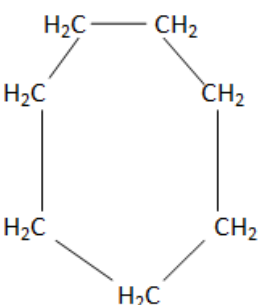
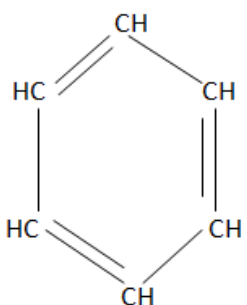
	Homogênea; Heterogênea
	Homogênea; Heterogênea
	Homogênea; Heterogênea
	Homogênea; Heterogênea
$\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Homogênea; Heterogênea

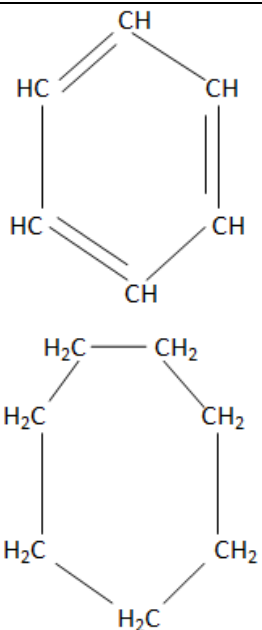
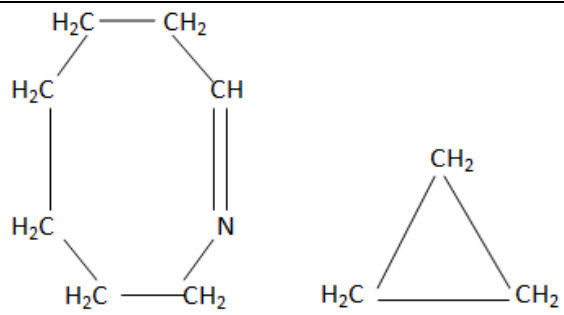
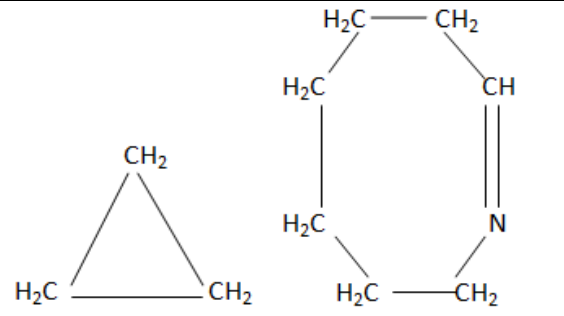
		Homogênea; Heterogênea
		Homogênea; Heterogênea
		Homogênea; Heterogênea
<b>Relação E1C</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação e Fórmula Estrutural Condensada	Acíclica	
	Cíclica	
	Acíclica	
	Cíclica	

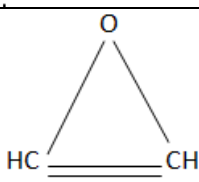
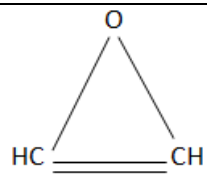
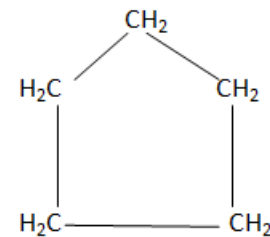
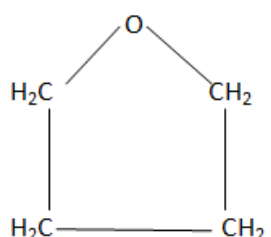
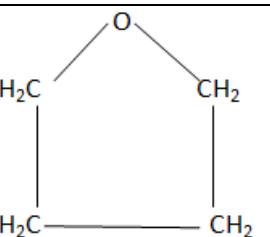
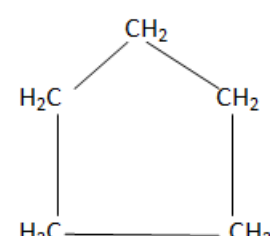
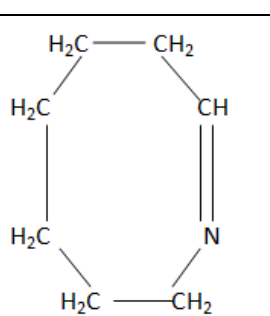
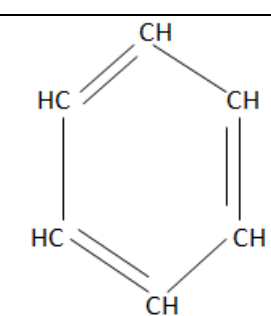
	Acíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$
	Cíclica	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$ 
	Acíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
	Cíclica	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 
	Acíclica	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ 
	Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$

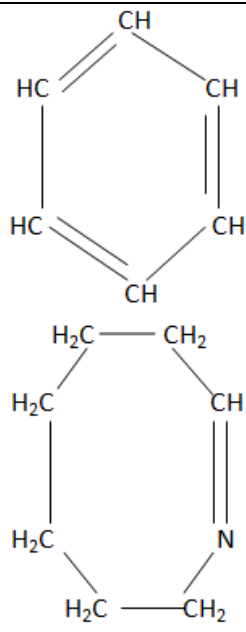
	Acíclica	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH}$ 
	Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH}$
	Acíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
	Cíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
	Acíclica	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$

	Cíclica	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$
<b>Relação E2C</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação e Fórmula Estrutural Condensada	Saturada	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$
	Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$ 
	Saturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
	Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$
	Saturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	Saturada	 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
	Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$ 

	Saturada	 
	Insaturada	 
	Saturada	 $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
	Insaturada	$\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$ 
	Saturada	 

	Insaturada	
	Saturada	
	Insaturada	
<b>Relação E3C</b>	<b>MODELO</b>	<b>ESTÍMULOS DE COMPARAÇÃO</b>
classificação e Fórmula Estrutural Condensada	Homogênea	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	Heterogênea	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$
	Homogênea	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} \equiv \text{CH}$

	Heterogênea	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}\equiv\text{CH}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
	Homogênea	 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
	Heterogênea	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 
	Homogênea	 
	Heterogênea	 
	Homogênea	 

	Heterogênea	 <p>The image displays two chemical structures. The top structure is benzene, a six-membered carbon ring with alternating single and double bonds, labeled with 'HC' and 'CH' at the vertices. The bottom structure is pyridine, a six-membered ring with five carbon atoms and one nitrogen atom, labeled with 'H<sub>2</sub>C', 'CH<sub>2</sub>', 'CH', and 'N' at the vertices.</p>
--	-------------	--

# Apêndice O

(Exemplo da avaliação de P10 / Pré-Teste)

## EXPERIMENTO 2 - PRÉ-TESTE

NOME Diego Domingos Casola (P10)

1) Escreva nomeando o tipo de fórmula apresentada:

a)

$C_4H_{10}$  nunca vi ..... X

b)



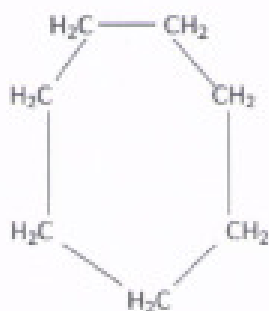
nunca vi ..... X

c)



nunca vi ..... X

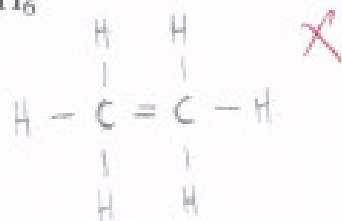
d)



nunca vi ..... X

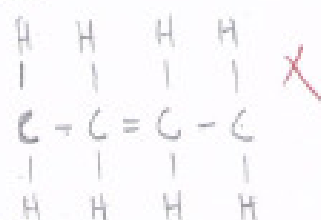
2) Construa a fórmula estrutural plana a partir da fórmula molecular apresentada:

a)  $C_2H_6$



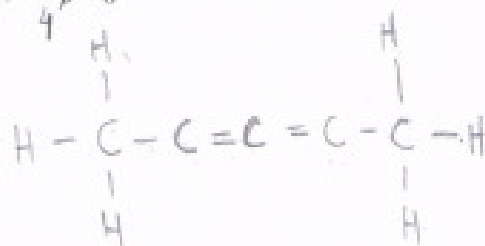
Errou o nº de ligações  
entre os átomos de C  
acertou o nº de C e H

b)  $C_4H_8$



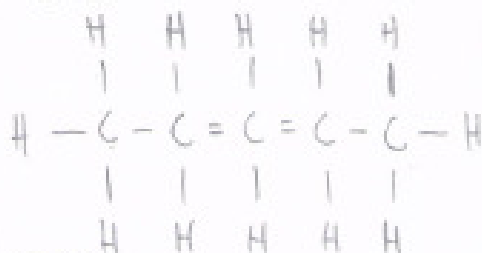
errou na posição das ligações  
e no número de ligações entre C  
acertou o C e H

c)  $C_5H_6$



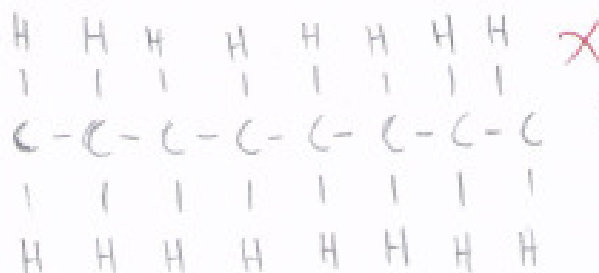
Errou o nº de ligações  
entre os C e o nº  
de átomos de C

d)  $C_5H_{12}$



Errou o nº de ligações  
entre os C  
acertou o nº de C e H

e)  $C_8H_{16}$



errou o nº de ligações  
entre os C  
acertou o nº de C e H



4) Construa a fórmula estrutural condensada a partir da fórmula de linha apresentada:

a)



nunca VI



b)



nunca VI



c)



nunca VI



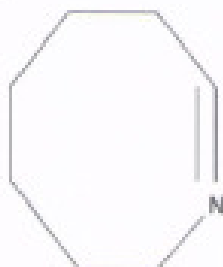
d)



nunca VI



e)



nunca VI

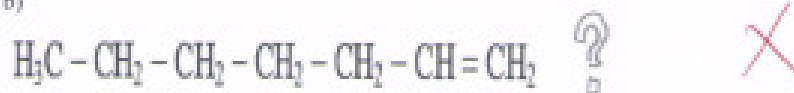


5) Construa a fórmula molecular a partir da fórmula estrutural condensada apresentada:

a)



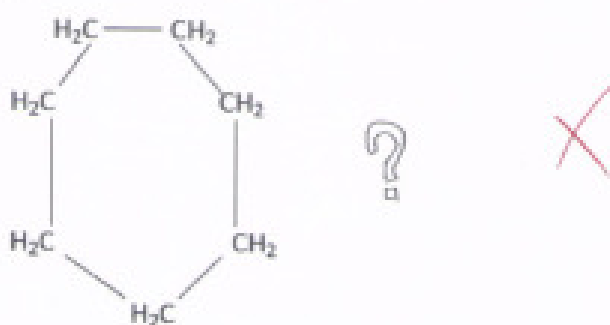
b)



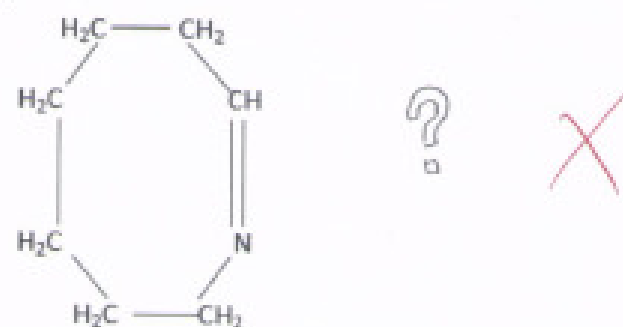
c)



d)

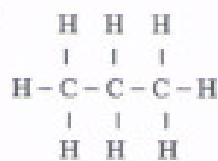


e)



6) Escreva se a cadeia é Acíclica ou Cíclica:

a)



Acíclica



b)



Cíclica



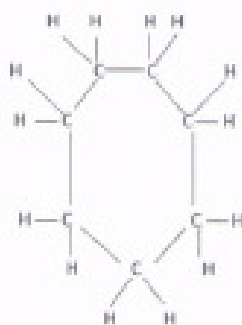
c)



Acíclica



d)



Acíclica



e)



Cíclica



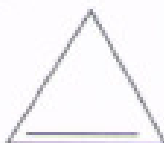
f)



Cíclica



g)



Cíclica



h)



Cíclica



7) Escreva se a cadeia é Saturada ou Insaturada:

a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)





# **Apêndice P**

(Exemplo da avaliação de P10 / Pós-Teste)

## EXPERIMENTO 2 - P05-TESTE

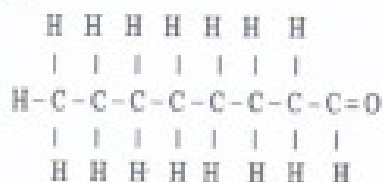
P10NOME Diego Domingos Cassola

1) Escreva nomeando o tipo de fórmula apresentada:

a)

 $C_4H_{10}$  FORMULA MOLECULAR

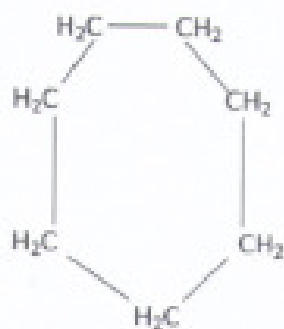
b)

FORMULA ESTRUTURAL PLANA

c)

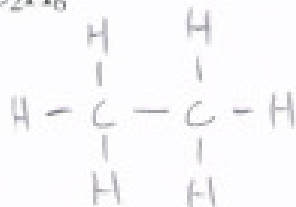
FORMULA DE LINHA

d)

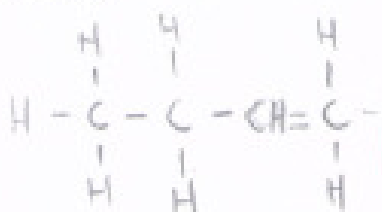
FORMULA ESTRUTURAL CONDENSADA

2) Construa a fórmula estrutural plana a partir da fórmula molecular apresentada:

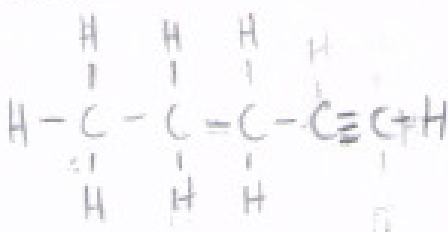
a)  $C_2H_6$



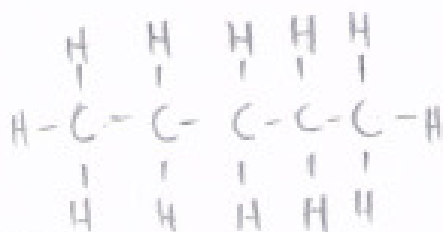
b)  $C_4H_8$



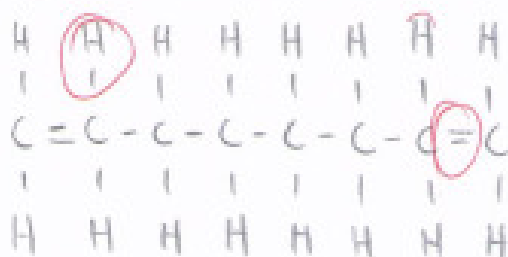
c)  $C_5H_8$



d)  $C_5H_{12}$



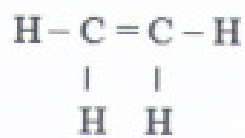
e)  $C_8H_{16}$



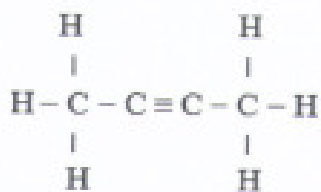
errou o n° de  
ligações, e o n° de  
 $H^+$

3) Construa a fórmula de linha a partir da fórmula estrutural plana apresentada:

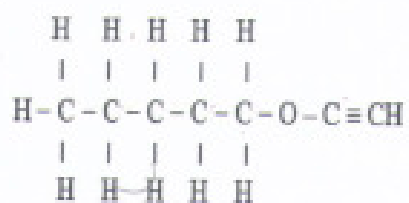
a)



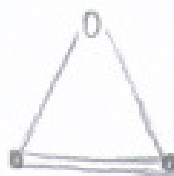
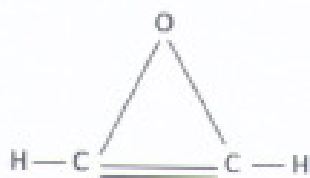
b)



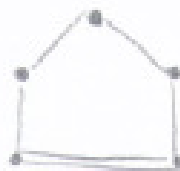
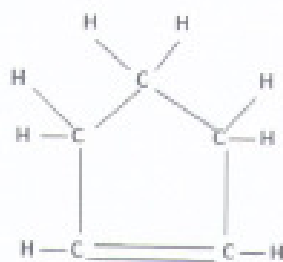
c)



d)



e)



4) Construa a fórmula estrutural condensada a partir da fórmula de linha apresentada:

a)



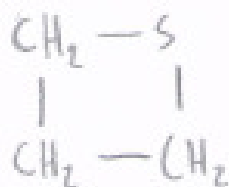
b)



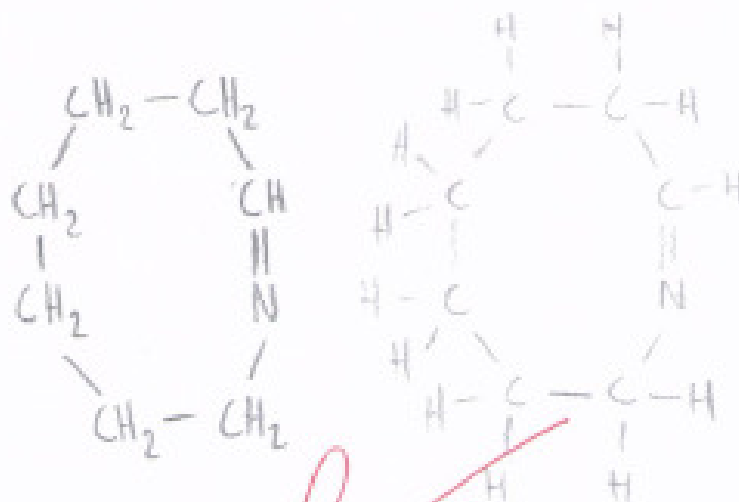
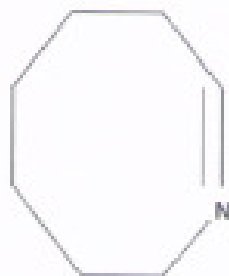
c)



d)



e)



5) Construa a fórmula molecular a partir da fórmula estrutural condensada apresentada:

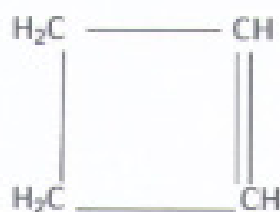
a)



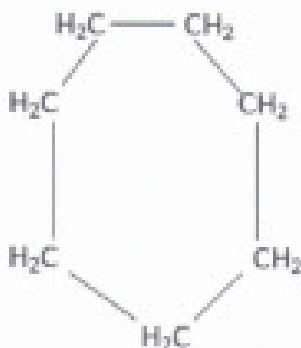
b)



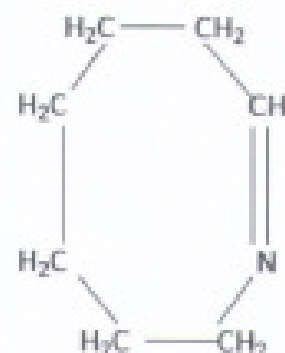
c)



d)

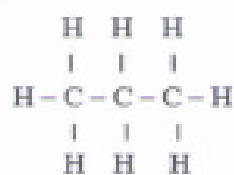


e)



6) Escreva se a cadeia é Acíclica ou Cíclica:

a)



ACÍCLICA

b)



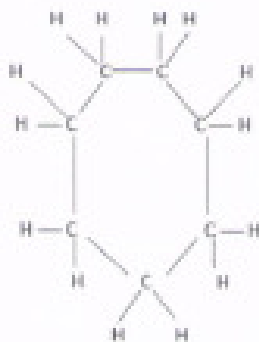
CÍCLICA

c)



ACÍCLICA

d)



CÍCLICA

e)

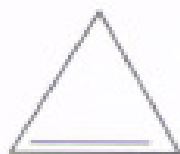


f)



ACÍCLICA

g)



CÍCLICA

h)



X

7) Escreva se a cadeia é Saturada ou Insaturada:

a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



8) Escreva se a cadeia é Homogênea ou Heterogênea:

a)

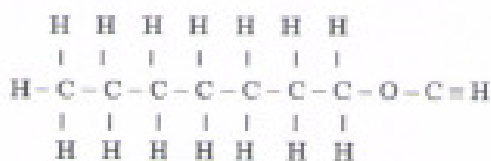


HOMOGÊNEA

b)

$C_4H_6S$  HETEROGÊNEA

c)



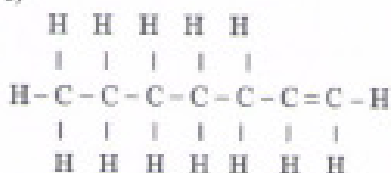
HETEROGÊNEA

d)



HOMOGÊNEA

e)



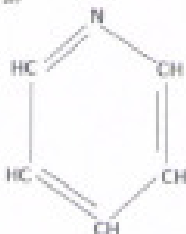
HOMOGÊNEA

f)



HETEROGÊNEA

g)



HETEROGÊNEA

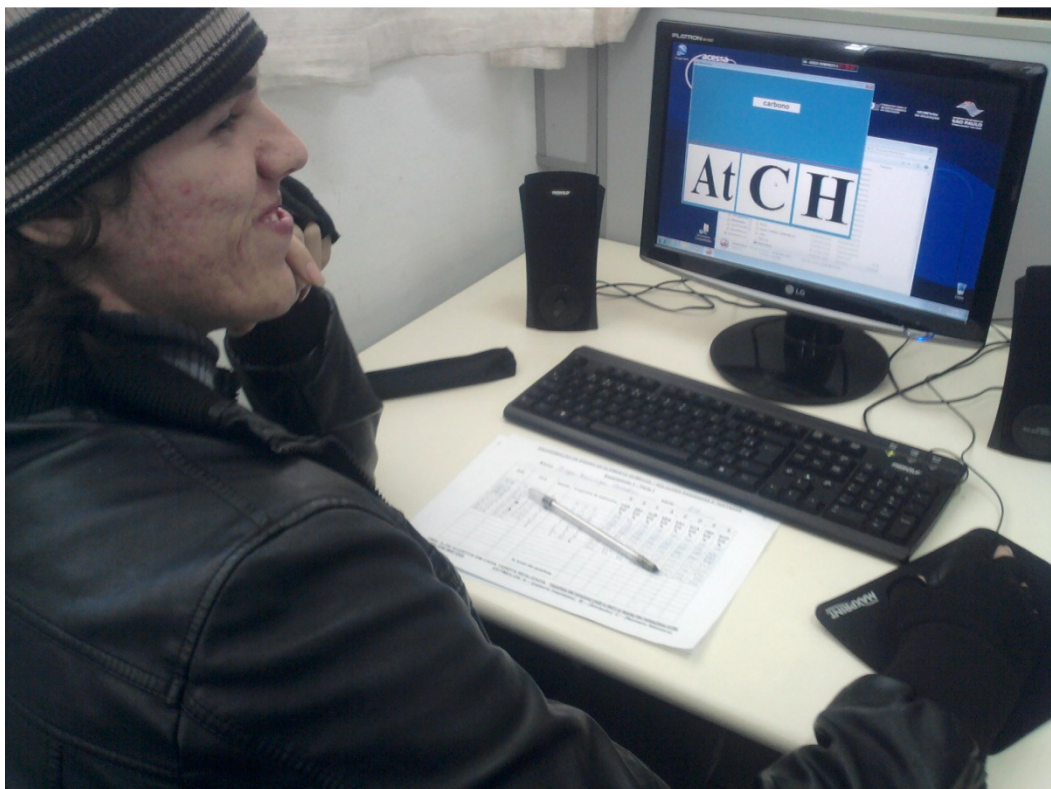
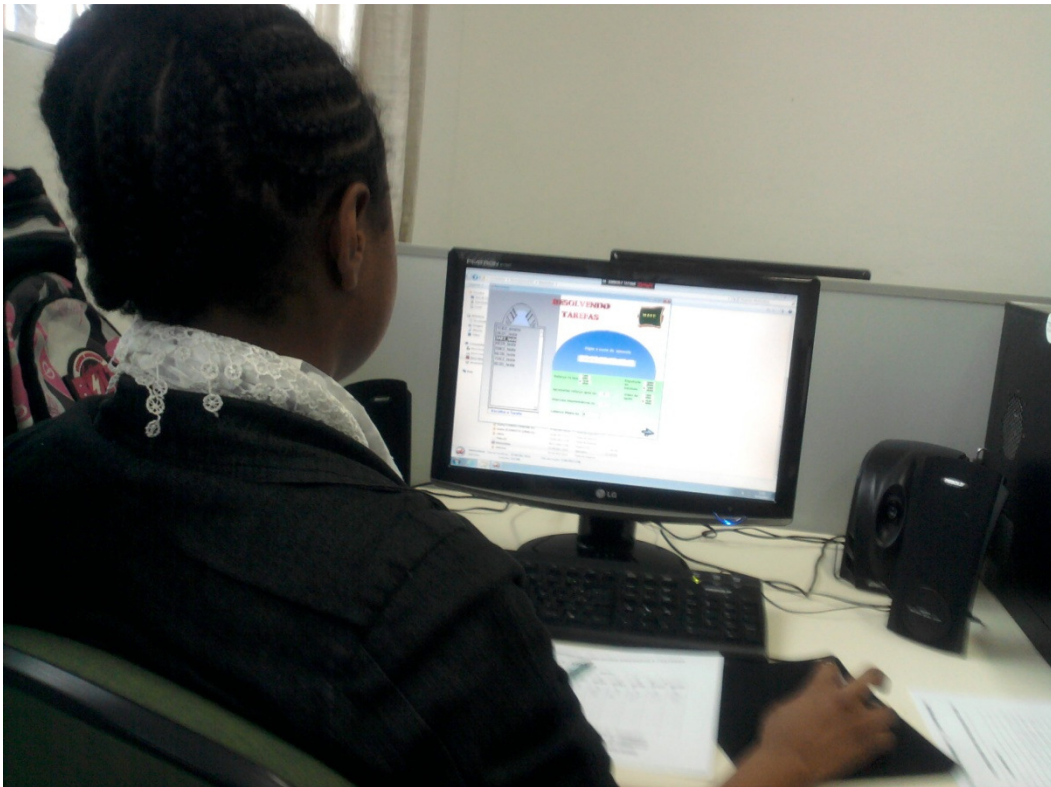
h)

$C_5H_8$  HOMOGÊNEA

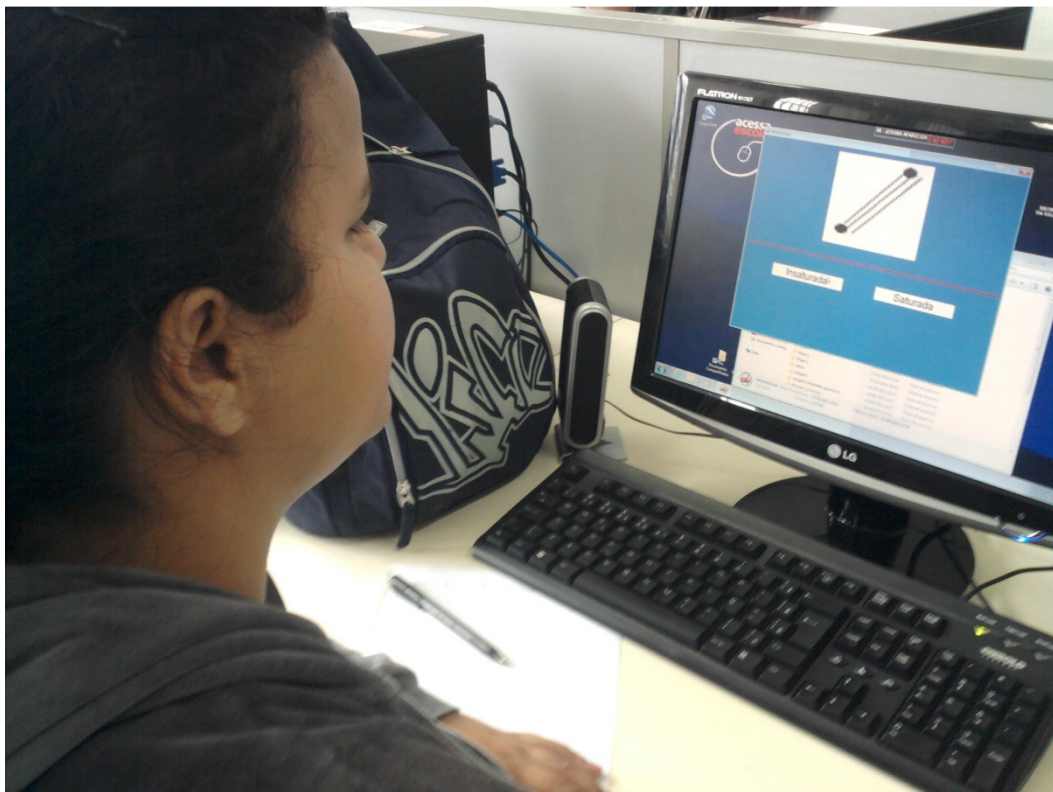
# Apêndice Q

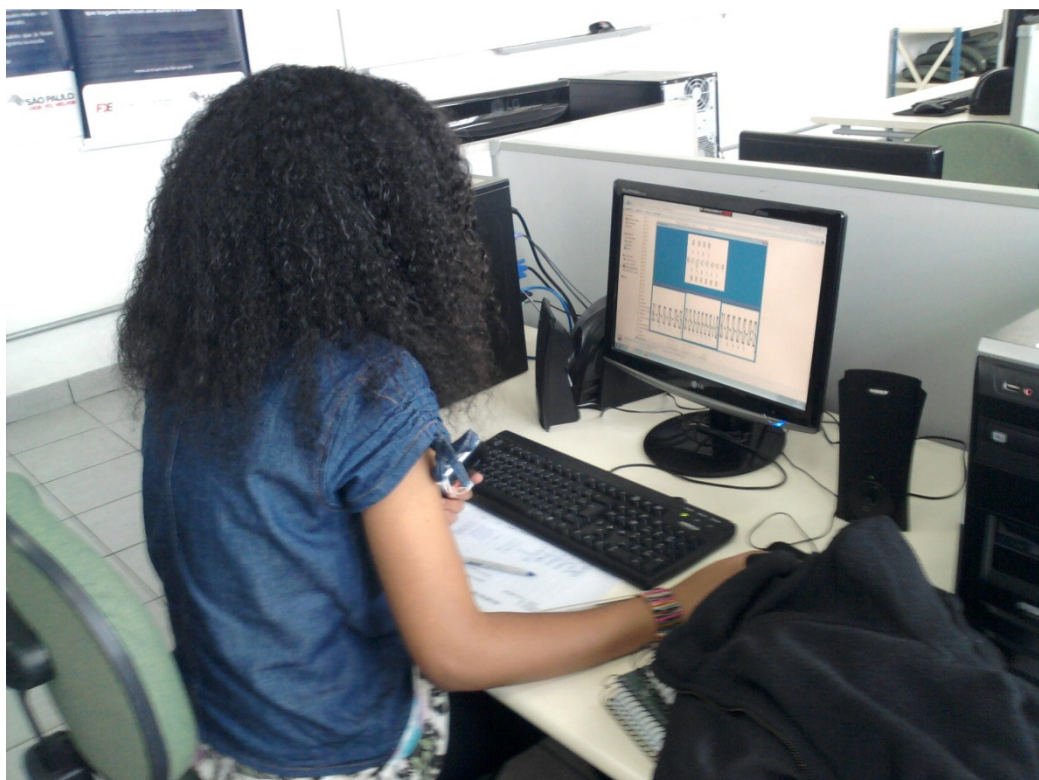
(Imagens dos alunos no laboratório de informática da escola)

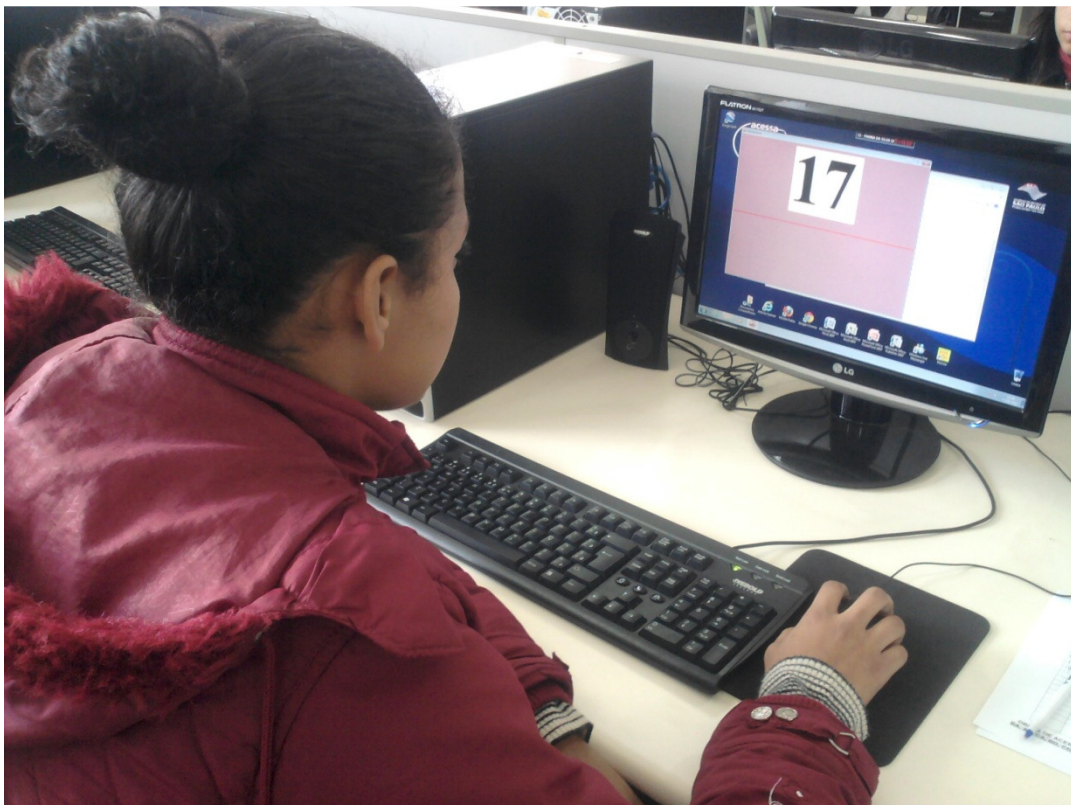


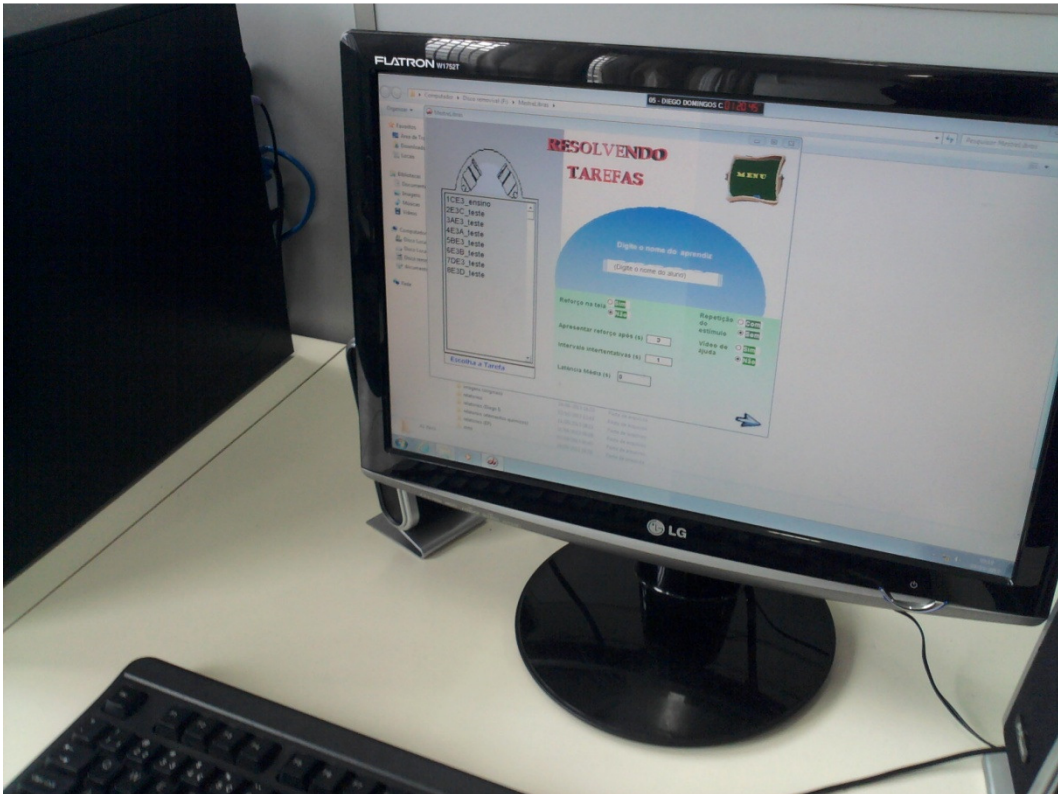












# **Anexo A**

(Informações Adicionais sobre o software Mestre Libras)

## INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE O SOFTWARE MESTRE LIBRAS

- O software educativo MestreLibras destina-se a professores e demais educadores que atuam na área de educação (pré-escolar, de primeiro grau e na educação especial). Foi desenvolvido no LAHMIEI (Laboratório de Aprendizagem Humana, Multimídia Interativa e Ensino Informatizado) com o objetivo de servir como ferramenta de auxílio ao ensino de habilidades acadêmicas diversas para aprendizes a partir da idade de três anos. O software permite introduzir ou eliminar sons e imagens na base de dados, sendo que o educador pode criar atividades diversas de acordo com os seus objetivos e as necessidades do aprendiz.

O software permite uma interação amigável com o usuário. Uma tela principal apresenta seis ícones, com desenhos sugestivos do conteúdo, que dão acesso a todas as ferramentas disponíveis. Cada ícone leva a uma nova tela quando o usuário clica em um deles com o mouse. Os ícones são os seguintes, conforme Figura 44:



Figura 44. Tela principal do software MestreLibras.

A tela de criação de tarefas que é usada para elaborar os conjuntos de exercícios ou problemas, ou para modificar os já existentes. Para criar uma nova tarefa, o educador deve nomeá-la, introduzir sons, imagens e textos como estímulos modelos e imagens, textos e letras como estímulos comparações. O sistema permite introduzir até três estímulos modelos por exercício e até três comparações. Mesmo depois de criada, a tarefa pode ser alterada, incluindo novos exercícios ou apagando os já existentes.

A opção para resolver tarefas contém as lições já criadas. O usuário pode escolher uma dessas lições para ser executada clicando sobre ela com o mouse. O nome do aprendiz pode ser digitado para depois ser impresso juntamente com o nome da tarefa, no relatório. Existe, ainda, a opção de usar ou não consequências para as respostas do aluno, permitindo-se que sejam utilizadas durante o ensino, e não o sejam nas situações de teste (pré-teste, teste de emergência, pós-teste).

A interação do aprendiz com o sistema dá-se através do mouse ou do teclado. As apresentações dos modelos e das comparações na tela seguem o procedimento de escolha de acordo com o modelo, sendo que o programa apresenta, na parte superior da tela, os estímulos-modelo e na parte inferior, os estímulos de comparação.

O software fornece um relatório com informações do desempenho do aluno durante a execução de uma dada tarefa. A tela, que mostra a opção de gerar relatório, contém informações sobre todas as tarefas disponíveis para solicitação de relatório. O relatório traz as seguintes informações: nome do aluno, nome da lição, data, horário de início e de fim da tarefa e um resumo do desempenho do aluno na lição, com frequência simples e porcentagem de erros e acertos. O relatório apresenta, ainda, informações detalhadas da lição: número e ordem das tarefas apresentadas, estrutura de cada tarefa (modelos e comparações), a escolha determinada como correta pelo educador e a escolha efetiva do aluno, bem como o tempo de latência dessa resposta.

A 1ª versão do Mestre<sup>®</sup> data de 1994 e, desde então, alterações foram realizadas; na nova versão (MestreLibras) houve mudança da interface com a finalidade de facilitar a interação com o usuário e a possibilidade do uso de estímulos em formato de vídeo digital. Além disso, foram incluídas novas opções como contagem da latência de resposta do aprendiz, geração automática de tarefas, apresentação de até três estímulos modelos e inclusão de um botão de ajuda para auxiliar na execução da tarefa em aprendizagem observacional e a inserção de vídeos, possibilitando o uso de libras para aprendizes surdos.

