

- (1986) 29, 237.
- <sup>26</sup> Berger, R.L.; Chick, F.Y. e Davida, N. *Rev. Sci. Instr.*, (1968) 39, 362.
- <sup>27</sup> Beezer, A.E.; Volpe, P.L.O., Miles; R.G.; Hunter, H.H. *J. Chem. Soc. Faraday Trans I*, (1986) 82, 2929.

- <sup>28</sup> Stoesser, P.R.; Gill, S.J. *Rev. Sci. Instr.* (1967) 38, 422.
- <sup>29</sup> Leydet, P.; Rose O. *J. Chem. Phys.* (1969) 66, 1777.
- <sup>30</sup> Sturtevant, J.M.; Lyons, P.A. *J. Chem. Thermodyn.* (1969) 1, 201.

## EDUCAÇÃO

### A TEORIA DE PIAGET E OS EXERCÍCIOS DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Leda Verdiani Tfouni,\*  
Dair Aily Franco de Camargo \* e Elia Tfouni\*\*

*Departamento de Química – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP  
14.049 – Ribeirão Preto – (SP)*

Recebido em 22/04/86  
Cópia revista e recebida em 22/04/87

#### ABSTRACT

In this paper, exercises activities proposed to students by highschool Chemistry textbooks are examined and discussed according to being, or not, adequate for effective teaching. Piaget's concepts of "operative knowledge" served as theoretical background. A nonquantitative analysis of "figurative" exercises is carried out, and their negative aspects, as well as the most common mistakes they induce both teachers and students into, are stressed.

#### INTRODUÇÃO

A teoria de Jean Piaget tem sido usada de maneira sistemática e proveitosa por pesquisadores educacionais já há algum tempo. Especificamente com relação ao ensino de Ciências, as várias aplicações da psicologia genética foram revisadas por Good et alii<sup>1</sup>, e cobrem um total de 131 publicações, relacionadas às seguintes áreas de pesquisa:

- 1º) – Relação entre conteúdos específicos de Ciências e o nível cognitivo dos estudantes;
- 2º) – Pesquisas sobre o nível cognitivo de estudantes com diferentes graus de escolaridade;
- 3º) – Relação entre instrução formalizada, desenvolvimento cognitivo e sucesso escolar;
- 4º) – Técnicas de avaliação do nível cognitivo, com ênfase especial ao estágio operatório formal;
- 5º) – Relação entre o raciocínio formal de estudantes de Ciências e fatores tais como: sexo, Q.I., etc.;
- 6º) – Relação entre treinamento em tarefas piagetianas específicas e melhora no desempenho escolar;

7º) – Réplicas dos estudos clássicos realizados por Piaget e colaboradores.

Todos esses trabalhos têm um ponto em comum: centralizam seu interesse no grau de desenvolvimento cognitivo do aluno, e estão voltados, aparentemente, para um tipo de trabalho de apoio aos professores, visando promover, ou "melhorar" o desempenho escolar.

Uma crítica que se pode fazer a esses trabalhos é que nesses a situação ensino/aprendizagem fica simplificada, na medida em que, de uma certa forma, o binômio professor-aluno é considerado aí como o eixo central ao redor do qual gira a instrução formal dos conteúdos específicos. A tarefa de ensinar/aprender parece reduzir-se a saber qual é o estágio cognitivo dos alunos e, conseqüentemente, tentar adequar, em função desse estágio, os conteúdos a serem ensinados.

O professor de 2º grau não tem, dentro da realidade educacional, um papel tão central relativamente a conduzir pesquisas e preparar seu próprio material de ensino. Isto ocorre porque atualmente uma terceira variável interfere na relação professor-aluno de maneira forte, e, muitas vezes, negativa. Trata-se do livro didático, o qual freqüentemente assume um papel central em sala de aula, colocando o professor muitas vezes em segundo plano.

Com efeito, a função do professor em muitos casos parece estar reduzida a seguir o livro junto com os alunos.

Herron<sup>2</sup> faz algumas apreciações pertinentes dos livros textos utilizados pelas escolas americanas, que podem aplicar-se à nossa realidade educacional.

Diz o autor, em primeiro lugar, que os livros didáticos são produzidos por editoras, as quais visam, naturalmente, obter o maior lucro possível com o menor investimento. As-

sim, de ano para ano, muito pouco é modificado no material editado. Tampouco se leva em consideração as diferenças porventura existentes quanto ao tipo de alunos a quem se destina esses manuais.

Com relação à estrutura e conteúdo dos livros didáticos, acrescenta o autor que, como os livros são, na realidade, indicados aos alunos pelo professor, então as editoras elaboram livros que agradem aos professores. Ora, os critérios de escolha do livro nem sempre incluem o aluno como referencial básico. Deste modo, muitas vezes os livros-textos são inadequados, pois contêm conceitos que estão acima da capacidade de compreensão dos alunos, ou então utilizam-se de gravuras, gráficos, fórmulas que, ao invés de facilitar, dificultam a compreensão dos alunos.

Por estes motivos, julgamos oportuno que se realize uma análise dos livros didáticos a fim de detectar os eventuais aspectos negativos dos mesmos e, deste modo, alertar os professores para que deles façam uso com maior cautela e parcimônia.

Neste trabalho, pretendemos abordar um aspecto dos livros didáticos que, do nosso ponto de vista, apresenta-se muitas vezes inadequado com relação à facilitação ou mesmo compreensão dos conceitos que estão sendo ensinados: os exercícios.

A fim de mostrar essa inadequação, escolhemos uma disciplina específica, a Química, e procuramos fazer um "levantamento" dos tipos de exercícios que ocorrem em livros didáticos de 2º grau para depois fazermos uma análise qualitativa dos mesmos. Embora outros tipos de exercícios e atividades possam ser encontrados, entendemos que os que escolhemos para análise merecem um exame devido a ocorrerem com frequência e ao seu caráter predominantemente figurativo.

Utilizamos, como referencial teórico, os conceitos de *conhecimento operativo* e *conhecimento figurativo* de Piaget<sup>3,4</sup>.

Queremos ressaltar que os conceitos utilizados, no entanto, não restringem suas possibilidades de aplicação aenas à Química, ou mesmo aos livros didáticos de uma disciplina específica. Por se tratar de uma teoria geral sobre a aprendizagem humano do ponto de vista da construção do conhecimento, os conceitos piagetianos têm irrestrito alcance e, podem, por esse motivo, ser usado em qualquer área do conhecimento. O aspecto original deste artigo está no fato de que Piaget não elaborou uma teoria sobre a educação e aspectos específicos da situação ensino-aprendizagem em sala de aula, e é isto que estamos tentando fazer.

A seguir, descrevemos brevemente os conceitos de conhecimento operativo e conhecimento figurativo para Piaget.

Os aspectos figurativos do conhecimento estão relacionados às representações estáticas do mundo exterior, aos aspectos descritíveis, particulares e observáveis dos objetos. Em virtude de sua própria natureza, que é de origem perceptual e imitativa, o conhecimento figurativo, apesar de sempre existir, predomina no estágio sensório-motor e no pré-operatório. Esse domínio está intimamente relacionado ao desenvolvimento da capacidade simbólica da criança. À medida em que os objetos vão sendo internalizados, e

a imagem mental aparece, então o indivíduo passa a ser capaz de lidar com objetos ausentes, e pode, portanto, dispensar as características puramente perceptuais que antes eram necessárias para que o objeto fosse conhecido. Por outro lado, o conhecimento figurativo não é invariável, nem garantido pelo real, uma vez que há fatores culturais, cognitivos e emocionais que interferem no conhecimento estático que o sujeito tem do objeto. É através das representações figurativas, portanto, que o indivíduo pode representar-se a realidade e ao mesmo tempo descrevê-la. Por último, vale dizer que no conhecimento figurativo há um domínio da acomodação sobre a assimilação, o que equivale a dizer que os objetos se impõem ao sujeito enquanto configurações, e têm sua estrutura pouco modificada pelo organismo.

Para Piaget<sup>5</sup>, a acomodação ocorre quando "... ao incorporar os novos elementos aos esquemas anteriores, a inteligência modifica incessantemente os últimos para ajustá-los aos novos dados" (p.18). Deste modo, o objeto predomina sobre o sujeito durante a acomodação, e os aspectos figurativos são muito mais enfatizados, resultando disso um conhecimento estático do objeto.

O conhecimento operativo, por sua vez, tem sua origem nos esquemas de ação e nas operações realizadas pelo sujeito sobre o objeto, ações e operações essas que identificam e interpretam o objeto. O produto dessa atividade do sujeito é algo inexistente no mundo exterior. No entanto, o conhecimento operativo está intimamente relacionado ao figurativo, uma vez que o primeiro serve para transformar, através de inferências, as representações figurais e particulares do objeto, típicas do segundo. Ao contrário do figurativo, entretanto, que tem sua origem no próprio objeto, o conhecimento operativo origina-se internamente, sendo um produto da assimilação, e da necessidade lógica de coerência do sujeito.

A assimilação é definida por Piaget<sup>5</sup> como "... a estruturação por incorporação da realidade exterior a formas devidas à atividade do sujeito" (p. 17). Isto significa que a assimilação é o mecanismo responsável pela interpretação dos dados da realidade, dentro das possibilidades cognitivas do sujeito. Por este motivo, o conhecimento operativo possibilita a transferência, a generalização lógica da inteligência.

Pode-se dizer, então, que a verdadeira aprendizagem está intimamente relacionada ao conhecimento operativo. Portanto, ao lado do conhecimento figurativo, factual, envolvendo os conteúdos específicos da disciplina que ensina, o professor deve propiciar aos alunos oportunidades para que coloque em ação, e desenvolvam seu saber operativo. Isto implica em favorecer o aparecimento de situações, experimentais ou não, que façam com que os alunos infiram, deduzam, comparem, interpretem, estabeleçam relações entre fenômenos, eventos ou dados, etc.

Queremos assinalar que não é o uso de exercícios figurativos em si que estamos criticando. O que deve ser condenado, do nosso ponto de vista, é o seu uso maciço e incondicional. De acordo com o quadro teórico apresentado neste artigo, o conhecimento figurativo só faz sentido quando colocado contra um pano de fundo operativo.

Analisando-se os livros didáticos, observa-se, no entanto, que muitas das atividades propostas requerem apenas que o aluno use seu conhecimento figurativo do conteúdo. Para ilustrar, mostraremos casos típicos em que isso ocorre. Os tipos de exercícios que serão apresentados a seguir foram retirados de alguns livros-textos de Química, os mais adotados em escolas do 2º grau da região de Ribeirão Preto.

Nosso trabalho não pretende ser inferencial; o objetivo do presente levantamento é antes, vencer uma etapa que deve preceder a realização de tais trabalhos, segundo nossa maneira de ver: conhecer alguns dados da população em estudo. Fica pois explicado porque desconsideramos o tamanho(n) a casualidade e representatividade da amostra, aspectos essenciais dos estudos inferenciais.

## TIPOS DE EXERCÍCIOS QUE EXIGEM CONHECIMENTO FIGURATIVO

### 1. Preenchimento de Lacunas

- a) o átomo é constituído de três partículas elementares: o \_\_\_\_\_, o \_\_\_\_\_, e o \_\_\_\_\_.
- b) os ácidos reagem com as bases, formando \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_. Estas reações recebem o nome de reações de \_\_\_\_\_, pois originam soluções \_\_\_\_\_, ou reações de \_\_\_\_\_.

**Comentários:** o trabalho do aluno aqui reduz-se a procurar num texto anterior do livro a(s) palavra(s) "que cabe(m)" e copiá-la(s) no espaço correspondente. Em muitos casos, as sentenças são idênticas àquelas do texto.

### 2. Aplicação Automática de Fórmulas já conhecidas

Calcular os equivalentes-grama dos elementos químicos abaixo. São dados, entre parênteses, as massas atômicas dos elementos.

- a) Cálcio (40)  
b) Sódio (23)  
c) Iodo (127)  
d) Cloro (35,5)  
e) Cobre (63,5)

**Comentários:** neste caso, a fórmula é fornecida imediatamente antes e o trabalho se resume em identificar os sím-

bolos, substituir os valores e resolver o exercício de aritmética. Como as valências são em geral fornecidas por tabelas, o trabalho do aluno no exercício acima reduz-se a procurar os valores na tabela e substituí-los nas fórmulas de equivalente-grama. Logo, esses exercícios podem ser resolvidos sem que o aluno tenha compreendido o conceito de equivalente-grama. No entanto, se o professor assegurar-se de que esse conceito já foi aprendido, o tipo de exercício acima pode perfeitamente ser usado como técnica complementar para a fixação da aprendizagem.

### 3. Memorização do Conteúdo

- a) Enuncie a lei periódica.  
b) Dê a definição de molécula-grama.  
c) A expressão matemática da lei de Raoult é:

**Comentários:** este exercício é bastante semelhante ao do tipo 1. As mesmas observações feitas ali aplicam-se neste caso.

### 4. Questões de Múltipla Escolha

Assinale a proposição correta:

- a) isomeria funcional é aquela em que os isômeros pertencem a funções químicas diferentes.  
b) isomeria de compensação ocorre quando os isômeros diferem pela posição de um carbono assimétrico na cadeia carbônica.  
c) tautomeria é o caso particular de isomeria funcional onde os dois isômeros estão em equilíbrio químico dinâmico.  
d) isomeria de cadeia é aquela em que os isômeros têm cadeias diferentes.  
e) isomeria de posição é aquela em que os isômeros têm a mesma cadeia carbônica, mas diferem pela posição de radicais ou de ligações duplas ou triplas.

**Comentários:** este tipo de exercício tem caráter predominantemente figurativo nos casos em que somente exige do aluno o reconhecimento da alternativa "correta". Dependendo das proposições, os exercícios de múltipla escolha podem requerer dos alunos um trabalho mais operativo.

Além disso, este tipo de teste pode assumir diversas formas: "Associe a coluna da esquerda com a coluna da direita"; "Assinale verdadeiro (V) ou falso (F)"; etc.

### 5. Siga o modelo

**Exercício Resolvido:**

— 50 ml de uma solução de hidróxido de sódio neutralizam completamente 20 ml de HNO<sub>3</sub> 2N. Pede-se: a) a normalidade da solução de hidróxido de sódio utilizada e b) a massa de hidróxido de sódio existente nessa solução.

Resolução:

a) Usando a equação  $V_1 N_1 = V_2 N_2$ , temos:

$$V_1 = 50\text{ml}$$

$$N_1 = ?$$

$$V_2 = 20\text{ml}$$

$$N_2 = 2\text{ N}$$

$$\text{portanto: } V_1 N_1 = V_2 N_2 \implies 50 \cdot N_1 = 20 \cdot 2 \\ \implies N_1 = 0,8\text{ N}$$

b) Pode ser calculada de duas maneiras:

i) primeiro calcula-se o número de eq-g de NaOH

$$e = VN \implies e = 0,050 \cdot 0,8 \implies$$

$$e = 0,04 \text{ eq-g de NaOH}$$

para, em seguida, calcular-se a massa de NaOH

$$e = \frac{m}{E} \implies m = e \cdot E = 0,04 \times 40 \implies$$

$$m = 1,6\text{g NaOH}$$

ii) Este cálculo será mais fácil utilizando a fórmula.

$$N = \frac{m}{EV}$$

$$\implies 0,8 = \frac{m}{40 \times 0,050} \implies m = 0,8 \times 40 \times 0,050$$

$$\implies m = 1,6 \text{ g NaOH}$$

**Exercício Proposto:**

40ml de solução de KOH 0,6 N reagem completamente com 20 ml de HCl. Calcule: a) a normalidade do ácido e b) a massa de HCl presente na solução original.

**Comentários:**

**Comentários:** neste caso, fornece-se ao aluno um exercício resolvido etapa por etapa ("modelo") e em seguida propõe-se um exercício que, para ser resolvido, deve passar pelas mesmas etapas, ou semelhantes. Neste caso, o exercício resolvido passa a funcionar como um algoritmo para o aluno.

**Comentários Gerais:**

A classificação apresentada acima não esgota as formas que um exercício figurativo pode assumir, nem teve a intenção de propor "categorias".

Na verdade, pode-se observar que alguns tipos de exercícios se sobrepõem, enquanto outros podem ser classificados em mais de um tipo. Nossa intenção foi tão somente mostrar algumas formas sob as quais freqüentemente são encontrados os exercícios de caráter predominantemente figurativo.

Também não é o caso de se interpretar o que está escrito como um conselho para abolir completamente o conhecimento figurativo. Conforme dito no início, os conhecimentos figurativo e operativo não existem sozinhos; eles

são complementares. Nossa intenção foi apenas a de alertar contra o uso indiscriminado de atividades predominantemente figurativas em salas de aula e no livro-texto adotado.

Acrescente-se ainda que muitas vezes não é a estrutura do exercício em si que determina seu aspecto figurativo, mas sim o trabalho intelectual que ele exige do aluno. Em linhas gerais, sempre que se tratar de cópias, memorização pura do conteúdo, ou "receitas", o exercício será mais figurativo: e, em contrapartida, sempre que existir reelaboração, análise, síntese, interpretação, etc., o exercício será mais operativo.

Apresentamos abaixo um exemplo de exercício que requer predominância do aspecto operativo do conhecimento:

Carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) foram dissolvidos em água. A adição de ácido clorídrico (HCl), a esta solução, ocasiona uma efervescência devida à formação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). A qual dos componentes inicialmente dissolvidos se deve a formação de  $\text{CO}_2$ ?

Para resolver esse exercício, o aluno deverá elaborar um raciocínio do tipo dedutivo, tomando como ponto de partida a lei da conservação da matéria. Isto significa que ele deve saber que numa reação química os átomos são conservados. Ele precisará ainda saber estabelecer relações entre os dados contidos no problema e comparar esses dados com outros conhecidos (por exemplo, o aluno pode fazer uma analogia entre esse problema e o conhecimento prévio acerca da formação de uma molécula de água, que só pode ocorrer através da combinação de hidrogênio e oxigênio, e nunca, por exemplo, de carbono e hidrogênio). Deste modo, mesmo não conhecendo a reação, ou o processo envolvido, o aluno inferiria que, como só o carbonato de sódio tem carbono, somente ele (no caso) poderia dar origem a gás carbônico. Todas essas operações apoiam-se no conhecimento operativo.

Esse mesmo exercício, no entanto, pode adquirir caráter mais figurativo se, por exemplo, o aluno já tiver visto sua resolução em classe ou em algum livro, mesmo que de forma ligeiramente alterada. Neste caso, apenas da memória para configurações estáticas dependeria a resolução do problema.

A exemplificação acima ilustra também como o caráter contextual dos exercícios pode torná-los mais operativos ou mais figurativos.

Cabe ao professor saber identificar e dosar adequadamente as atividades figurativas que apresentará a seus alunos, a fim de prevenir que seu curso se transforme num repositório ou mesmo em mero exercício da memória.

## CONCLUSÕES

Nossa intenção, nestas conclusões, é redimensionar a questão da aprendizagem do ponto de vista construtivista. Por esse motivo, não estaremos nos atendo apenas a aspec-

tos específicos do ensino de Química, mas a uma análise mais geral daqueles aspectos que, do nosso ponto de vista, servem como suporte teórico para uma atividade de ensino mais apoiada numa ênfase do conhecimento figurativo do que no operativo.

O uso exclusivo de exercícios e atividades figurativas pelo professor apresenta alguns aspectos negativos, que passamos a analisar:

1º) – Não conduz ao verdadeiro conhecimento, visto que este, para Piaget, está relacionado com as transformações dinâmicas e com a construção do conteúdo, qualquer que seja ele;

2º) – Não conduz à verdadeira aprendizagem, pois, na medida em que há predomínio da acomodação, pode-se dizer que o conteúdo “aprendido” corresponde a uma “cópia” do que foi “ensinado”. Em muitos casos, o resultado é a memorização pura, o “hábito relativo ao manejo de símbolos” sem qualquer participação ativa, assimiladora do aluno;

3º) – Também não propicia a transferência de aprendizagem, visto que não leva à formação de esquemas de assimilação, cuja principal característica é possibilitar a generalização e a identificação de novos eventos da mesma natureza.

Uma questão que pode ser formulada neste ponto é: Por que se usam exercícios, técnicas de ensino, avaliações, etc., que levam à utilização e construção de conhecimento do tipo figurativo?

De um modo geral, a aula informativa (que é o veículo privilegiado do conhecimento figurativo), além de facilitar o trabalho do professor, particularmente quando este conta com o recurso do livro didático, parte do seguinte pressuposto: a formação do aluno é decorrência da quantidade de informação que ele traz armazenada na mente. Não resta dúvida de que existem fatores ideológicos subjacentes a essa posição, os quais, por sua vez, estão ligados a uma concepção específica que o professor faz a respeito do processo de ensino-aprendizagem. Não cabe aqui aprofundar este aspecto, pela sua complexidade. Indicamos aos interessados no tema a leitura do artigo de Kohlberg e Mayer<sup>6</sup>.

Retornando à questão acima, compete-nos acrescentar que não existe uma resposta, mas várias, e todas elas complexas. Examinaremos, a seguir, algumas asseverações que podem servir como respostas, e, ao mesmo tempo explicitam algumas posições dos professores com relação ao processo de educação. Os comentários que acompanham cada asseveração foram formulados também considerando como referencial a teoria piagetiana:

1º) – *Ensinar é transferir o conhecimento* – aqueles que acreditam nesta afirmativa crêem também que a organização do conteúdo (no caso, a Química) de maneira “didática” é suficiente para garantir a aprendizagem; que a organização psicológica garante a lógica. Em decorrência, acreditam que basta “relatar” o conteúdo para que ele seja “aprendido”, e que, a área figurativa instrumentará o aluno a compreender a realidade e atuar sobre ela. Ora, para a psicologia genética, não existe essa transferência de conhecimento do livro (ou do professor) para a cabeça do estudan-

te. O desenvolvimento da inteligência não se faz só a partir do conhecimento figurativo, mas sim através da aplicação dos esquemas de assimilação à realidade a ser conhecida.

2º) – *Aprender é saber reproduzir conteúdos* – A “aprendizagem” levada a efeito pelo uso de esquemas de acomodação, através da ênfase sobre o conhecimento figurativo reduz-se à incorporação pelos alunos, dos dados vindos de fora. A consequência mais imediata disso é um acúmulo das informações transmitidas, sem organização, interrelação, sequenciação, o que transforma o aluno em um depósito de conhecimento, de opiniões alheias, ao mesmo tempo em que o aliena de suas próprias opiniões, experiências, criatividade e espírito crítico.

3º) – *Educar é evitar o “erro”* – Muitos professores e muitos livros-textos direcionam suas atividades para o “correto”, e preocupam-se muito em fazer com que os alunos “acertem”. Em nosso sistema educacional, o erro muitas vezes é visto como algo que deve, necessariamente, ser evitado, algo proibido, quase pecaminoso. Ora, quando se propõem aos alunos atividades relacionadas ao conhecimento operativo (do tipo: estabelecer comparações, composição e decomposição, formular hipóteses, etc.) então a incidência de “erros”, ou respostas inesperadas será incontável pelo professor. Já quando se propõem atividades figurativas, reprodutivas, é mais fácil controlar e corrigir os erros cometidos. No entanto, Piaget considera o “erro” como fundamental para o processo da educação, pois é quando o aluno erra que se pode perceber o seu funcionamento intelectual, quais operações mentais estão por baixo daquele raciocínio. Deste modo, o “erro”, no sentido comum, não existe, quando se considera o conhecimento operativo; somente com relação ao conhecimento figurativo. Craig<sup>7</sup> afirma, com razão, a respeito, que:

“In the study of chemistry, (...) incorrect answers would give the teacher important feedback, not only on how is students think, but on his teaching and on the text used”.

## Referências

- 1 Good, R.; Kromhout, R.A.; Mellon, E.K.; *J. Chem. Ed.* 1979) 56, 426.
- 2 Herron, J.D.; *J. Chem. Ed.*, (1983) 60, 888.
- 3 Piaget, J.; *Problemas de Psicologia Genética*, Cia. Edit. Forense, Rio de Janeiro, 1973.
- 4 Furth, H.G. *Os aspectos operativo e figurativo do conhecimento na teoria de Piaget*. In: B.A. Geber(ed) *Psicologia do Conhecimento em Piaget*, Rio de Janeiro, 1979.
- 5 Piaget, J. *O Nascimento da Inteligência na Criança*. Rio: Zahar, 1975.
- 6 Kohlberg, L; Mayer, R.; *Development as the Aim of Education*, *Harvard Educational Review*. (1972) 42 (4), 449.
- 7 Craig, B.S.; *J. Chem. Ed.*, (1972) 49, 807.