

# Formulação, aplicação e avaliação de exercícios operatórios como procedimento para auxiliar o aprendizado de conceitos de química

Ricardo Eidi Honda\* (PG / FM) \*honda@professorhonda.br

Instituto de Química, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Lineu Prestes, 748, CEP 05508-900, São Paulo, SP

*Palavras-Chave: Exercícios operatórios, reconstrução da prática avaliativa, experimentos investigativos.*

**RESUMO:** Este trabalho relata uma investigação relacionada com o elo existente entre o processo de avaliação no ensino de Química e a aprendizagem de conceitos químicos por parte dos estudantes de Ensino Médio, tendo como metas principais: a análise de exercícios propostos em sala de aula, em uma prova ou como lições de casa; o estudo de como tais exercícios são resolvidos pelos alunos; e a reconstrução da prática avaliativa segundo os momentos pedagógicos de Delizoicov (DELIZOICOV, 1991). Além disso, foram propostos exercícios operatórios (RONCA E TERZI, 1995), onde o aluno se colocava como um agente resolvidor desses problemas. Tais exercícios operatórios foram aplicados com o intuito de averiguar se ocorreu ou não uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. Pela análise dos dados obtidos, verificou-se que a estratégia utilizada apresentou resultados satisfatórios e os objetivos planejados parecem ter sido atingidos.

## INTRODUÇÃO

O Ensino Médio é fundamental para a formação intelectual e social do jovem. É nele que os alunos têm a chance de aprimorarem conhecimentos, descobrirem suas vocações, desenvolverem as competências requeridas para tornarem-se seres sociais, capazes de interagirem com os seus meios de maneira responsável.

Para isso, há de se ter um embasamento nas diretrizes curriculares nacionais, aprovadas na década passada, que preveem um ensino através de assuntos de interesse coletivo, como educação ambiental, saúde e cidadania.

Algumas questões para serem pensadas: como podemos avaliar se um aluno está realmente tendo uma aprendizagem significativa? Será que apenas uma prova é suficiente? Será que os exercícios propostos nos livros didáticos, em vestibulares e elaborados por professores são métodos que auxiliam uma melhor avaliação do aluno? Será que, em determinados exercícios, o aluno acerta porque entendeu um conceito ou porque entendeu um algoritmo? Como deve agir o professor: como um transmissor de conteúdos ou como um mediador, um problematizador? Estas questões, entre muitas outras, levam-nos a refletir sobre o verdadeiro papel da escola: formar cidadãos.

O fenômeno avaliação é, hoje, um fenômeno indefinido. Usa-se o termo com diferentes significados relacionados à prática avaliativa tradicional: prova, nota, conceito, boletim, recuperação, reprovação. Dar nota é avaliar e o registro das notas denomina-se avaliação. Ao mesmo tempo, significados são atribuídos ao termo: análise de desempenho, julgamento de resultado. Decisões políticas encaminham a questão no sentido de eliminar das escolas o fenômeno da reprovação nas séries iniciais, procurando minimizar o prejuízo social decorrente da avaliação punitiva e obstaculizante ao projeto de vida de nossas crianças (HOFFMANN, 2003).

Tendo em vista os pontos abordados acima, este trabalho consistiu na análise de exercícios aplicados em sala de aula, em uma prova ou como lições de casa e no estudo de como tais exercícios são resolvidos pelos alunos. Foi feita também a reconstrução da prática avaliativa segundo os momentos pedagógicos de Delizoicov

(DELIZOICOV, 1991) – problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Além disso, foram propostos exercícios operatórios (RONCA e TERZI, 1995), onde o aluno se colocava como um agente resolvidor desses problemas. Quando se fala em exercícios operatórios, o termo operação é definido por Ronca e Terzi como uma ação mais elaborada e complexa, como, por exemplo: **analisar, classificar, comparar, conceituar, criticar, generalizar e levantar hipóteses**. Para os autores, os exercícios operatórios têm o grande mérito de romper com as clássicas maneiras de avaliar, bloqueando a dicotomia entre certo e errado. Esses exercícios têm a intenção de orientar passo a passo o aluno, deixando sempre explícitos os objetivos das questões que não são apresentadas de maneira isolada, fragmentada. As questões propiciam ao aluno que deixe de lado a memorização e comece a estabelecer relações com base em fatos, fenômenos, ideias, percebendo que nada disso ocorre isoladamente. Nos exercícios operatórios, os problemas devem ter relação direta com o conteúdo estudado, sendo que esse conteúdo não é um fim em si mesmo, mas uma ponte para pensar e para operar. Desta maneira, há uma grande distância entre decorar um conteúdo (por exemplo, quais são os nomes dos processos de separação de mistura) e compreender o significado desse conteúdo para a vida. Tais exercícios operatórios foram aplicados com o intuito de averiguar se ocorreu ou não uma aprendizagem significativa por parte dos alunos.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é verificar se a aplicação de alguns exercícios pode indicar ou não uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. Parte-se da hipótese de que alguns exercícios serão resolvidos facilmente pela grande maioria dos alunos, pois requerem apenas o conhecimento de um algoritmo ou uma simples memorização (habilidades cognitivas de baixa ordem – LOCS (ZOLLER, 2002)), mas que um percentual menor de alunos conseguirá responder exercícios operatórios (habilidades cognitivas de alta ordem – HOCS), conforme as ideias de Ronca e Terzi. Espera-se que esses alunos que não conseguiram responder tais exercícios operatórios, consigam fazê-lo após a reconstrução da prática avaliativa segundo os momentos de Delizoicov – utilizando a técnica da experimentação investigativa que prioriza os processos de coleta de dados, elaboração de hipóteses, análise, discussão dos resultados, estimulando a construção do conhecimento científico através da exploração de habilidades cognitivas (CARVALHO et. al., 1999).

Em resumo, os objetivos deste estudo são:

1. analisar o grau de aprendizado dos estudantes através dos exercícios não-operatórios e operatórios.
2. aplicar o processo da reconstrução da prática avaliativa.
3. avaliar a eficácia da intervenção, em particular aos alunos que apresentaram maiores dificuldades antes da reconstrução da prática avaliativa.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado com alunos do Ensino Médio de um colégio localizado na região de Sumaré, município de São Paulo, no qual fui o docente da disciplina de Química e o interventor deste trabalho. Trata-se de um estabelecimento da rede

particular de ensino. Os sujeitos de pesquisa foram os alunos do 2º ano (16 alunos no total). A faixa etária desses alunos é em torno de 15 – 17 anos e a proporção entre alunos e alunas é aproximadamente a mesma.

Para este trabalho, foram selecionados e analisados os conceitos / conteúdos relacionados ao tema Cinética Química.

Procedeu-se à seguinte aplicação:

- Etapa 1: aplicação de cinco exercícios não-operatórios (exercícios que, a princípio, podem ser respondidos por uma simples memorização ou utilização de um algoritmo);
- Etapa 2: aplicação de cinco exercícios operatórios juntamente com os exercícios não-operatórios descritos no item anterior (com a intenção de verificar se os alunos conseguem responder a questões de ação mais elaborada e complexa como, por exemplo: analisar, classificar, comparar, criticar, generalizar, levantar hipóteses);
- Etapa 3: reconstrução da prática avaliativa através da realização de alguns experimentos de caráter investigativo e da discussão dos mesmos;
- Etapa 4: aplicação de cinco novos exercícios operatórios com o intuito de averiguar se houve uma aprendizagem mais significativa após a reconstrução da prática avaliativa;
- Etapa 5: reaplicação dos cinco exercícios operatórios aplicados na Etapa 2 após três meses da Etapa 4.

É importante mencionar que os exercícios operatórios foram especialmente formulados por mim ou aproveitados de livros didáticos, de vestibulares etc. Além disso, a classificação dos exercícios abordados neste trabalho em operatórios ou não-operatórios foi validada pela apreciação de três professores de Química de Ensino Médio de competência reconhecida. Isso respalda que a classificação que havia proferido está de acordo com a opinião de outros professores. É claro que há uma margem de subjetividade, mas nada que chegasse ao extremo.

Um dos principais objetivos desta pesquisa é estudar os alunos que possuem dificuldades em conceitos químicos através da reconstrução da prática avaliativa. A aplicação de exercícios operatórios pré e pós-reconstrução da prática avaliativa é uma ótima ferramenta para diagnosticar dificuldades (e habilidades) e essa proposta será oferecida principalmente visando os alunos com dificuldades.

Após uma discussão contextualizada em sala de aula, os alunos responderam individualmente e sem consulta a cinco exercícios ditos não-operatórios (Etapa 1) e a cinco exercícios ditos operatórios (Etapa 2). Neste trabalho serão dados exemplos de um exercício operatório e um não-operatório. Esses exercícios foram aplicados em uma data agendada por mim com o propósito do aluno estudar e, posteriormente, tentar investigar como ele estuda. Após a intervenção com a atividade experimental (Etapa 3), foram aplicados mais cinco exercícios de caráter operatório (Etapa 4) e, após passados três meses da Etapa 4, foram aplicados novamente os exercícios operatórios da Etapa 2, correspondendo à Etapa 5.

Para isso, irei transcrever as respostas de alguns alunos exatamente como eles escreveram (seja com erros de ortografia, concordância, etc ou sem estes deslizes).

Com o propósito de preservar a identidade dos alunos, irei transcrever as respostas de alguns deles através do seguinte código: 2-Y, onde “2” corresponde à série do aluno (2º ano do Ensino Médio) e “Y” ao número de chamada desse aluno. Assim, um aluno do 2º ano cujo número de chamada é 5 será chamado de 2-5; um aluno do 2º ano cujo número de chamada é 10 será chamado de 2-10 e assim por diante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para este trabalho, será apresentado um exercício não-operatório e um exercício operatório para efeitos de comparação e análise.

### Exercício não-operatório 1:

Qual é a influência da superfície de contato na rapidez de uma reação química?

**Resultado:** dos 16 alunos, 12 (75%) acertaram esse exercício. A resposta mais comum dada pelos alunos foi a de que quanto maior a superfície de contato entre as partículas dos reagentes, maior será a frequência de choques entre elas, o que provoca um aumento de choques efetivos e influencia no aumento da rapidez da reação.

**Comentário:** esse exercício é considerado de caráter não-operatório, pois exige que o aluno apenas memorize tal situação. Ou seja, o aluno não necessariamente precisa compreender o que é um choque efetivo, por exemplo. Basta este aluno lembrar do princípio básico da Teoria das Colisões que a probabilidade de acerto é muito grande.

### Exercício operatório 1:

Juscelino está prestes a viajar para a Europa. Para se despedir dos amigos, organizou uma “churrascada” em sua casa na hora do almoço (12h00). Os amigos iam chegando aos poucos e Juscelino, muito receptivo, falava sobre seus planos para o futuro. Eram 16h00 e Juscelino, muito distraído, havia se esquecido completamente do churrasco. Seus amigos começaram a reclamar dizendo que estavam com muita fome e pediram para que Juscelino assasse o churrasco o mais breve possível.

Apesar de distraído, Juscelino é muito esperto: colocou pequenos pedaços de carvão (ao invés de pedaços grandes) e ficou abanando a brasa frequentemente. Assim, o churrasco ficou pronto rapidamente.

Por que colocar pequenos pedaços de carvão faz com que o churrasco asse mais rápido do que com grandes pedaços? Justifique claramente com base na Cinética Química.

**Resultado:** dos 16 alunos, 5 (31,25%) acertaram esse exercício. Dos 11 alunos que não acertaram o exercício, nove cometeram erros conceituais por completo e dois acertaram parcialmente a resposta.

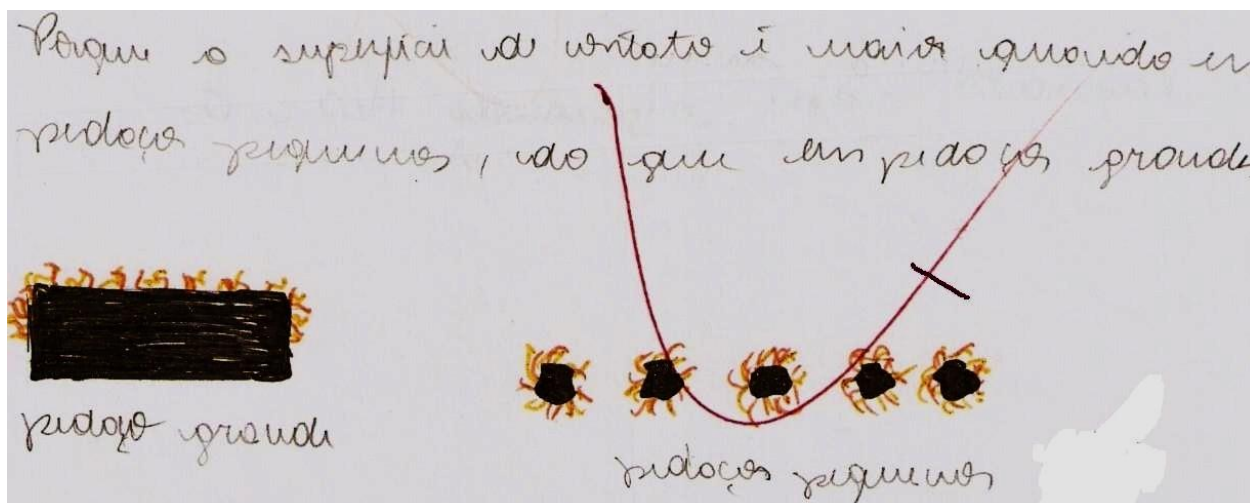
### Algumas respostas consideradas corretas:

- Resposta do 2-2: “Quando a superfície de contato é maior, maior será o número de colisões efetivas, ou seja, maior será a rapidez da reação. Ao fazer o seu churrasco, Juscelino resolveu colocar pequenos pedaços de carvão (ao invés de pedaços grandes), aumentando a superfície de contato, assim, aumentando a velocidade da reação”.

- Resposta do 2-11: “Quando o carvão é quebrado em pequenos pedaços, a superfície de contato entre o carvão e o oxigênio do ar aumenta. Assim, haverá um maior número de colisões efetivas entre as moléculas e maior será a rapidez da reação”.

### Uma resposta considerada parcialmente corretas:

- Resposta do aluno 2-1:



“Porque a superfície de contato é maior quando em pedaços pequenos, do que em pedaços grandes”.

#### Algumas respostas consideradas incorretas:

- Resposta do aluno 2-5: “O carvão inteiro tem maior superfície de contato por ser maior que o carvão em pedaços. Quando está em pedaços aumenta a superfície de contato, fica mais fácil de queimar”.
- Resposta do aluno 2-7: “Quando se faz um churrasco, a temperatura do carvão aumenta, as moléculas vão estar mais agitadas e a velocidade da reação será maior”.

**Comentário:** esse exercício é de caráter operatório, pois exige que o aluno estabeleça relações com base em fatos, ideias, etc. Não basta o aluno saber responder o exercício não-operatório 1. É preciso raciocinar e saber aplicar tal situação em seu cotidiano. Novamente, verifica-se que um percentual bem menor de alunos acertou por completo esta questão, sendo que, a princípio, o conteúdo dessa pergunta é semelhante ao do exercício não-operatório 1.

A resposta do aluno 2-1 foi considerada parcialmente correta, pois não se sabe se este aluno pensou no Teorema das Colisões. Entretanto, é interessante mencionar que este aluno representou o aumento da superfície de contato a partir de um desenho. Já o aluno 2-5 confundiu o conceito de superfície de contato. Para ele, quanto menor o pedaço, menor é a superfície de contato. Talvez este aluno tenha compreendido o Teorema das Colisões, mas demonstrou insegurança com relação ao fator superfície de contato. Já o aluno 2-7 demonstrou que não interpretou o problema. Isso pode ser decorrência deste aluno ter memorizado algo parecido com a resposta do exercício não-operatório 1 (este aluno acertou o exercício não-operatório 1) e não ter sabido aplicar tal conceito.

#### A atividade experimental de caráter investigativo (reconstrução da prática avaliativa)

A atividade experimental foi executada com quatro grupos de quatro alunos. Cada grupo recebeu alguns materiais e reagentes e o objetivo era que eles propusessem alguns métodos para verificar como a temperatura, a superfície de contato, a concentração e a presença de um catalisador podem influenciar na rapidez de uma transformação química.

Os alunos, através da organização de suas ideias, tiveram que formular hipóteses, executar a parte experimental para que o objetivo fosse alcançado. Como

mediador, fui apenas orientando os alunos a organizarem tais ideias, sugerindo alguns métodos através de outras dicas.

### Aplicação de exercícios operatórios após a reconstrução da prática avaliativa

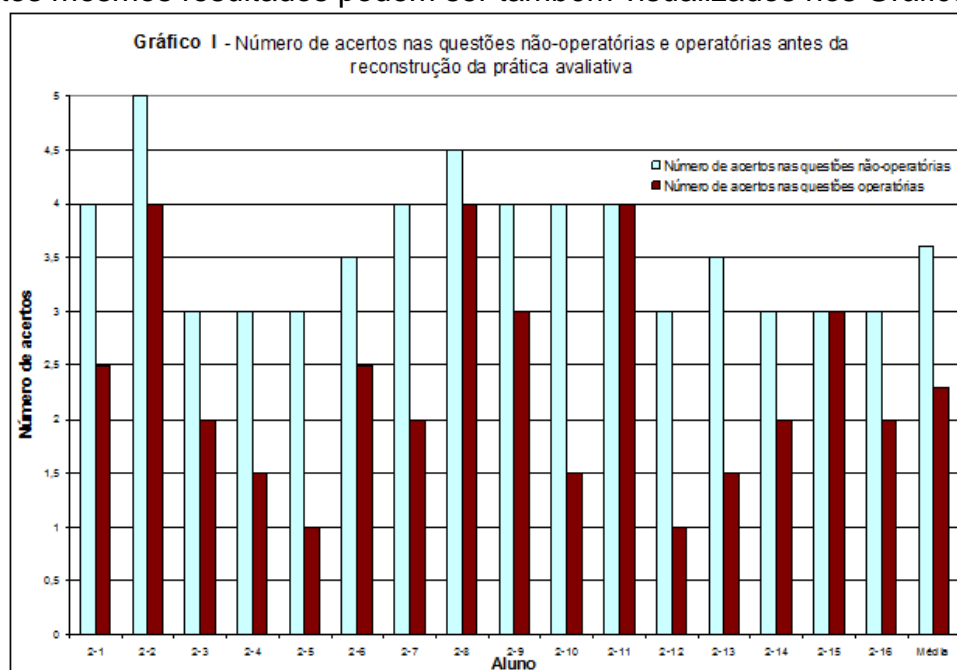
Os resultados indicados no Quadro 1 mostram um efeito comparativo dos alunos antes e após a reconstrução da prática avaliativa.

**Quadro 1: Efeito comparativo dos alunos antes e após a reconstrução da prática avaliativa (através de um experimento investigativo sobre Cinética Química)**

| Aluno | Resultados antes da reconstrução da prática avaliativa |  | Resultados após a reconstrução da prática avaliativa | Evolução* |
|-------|--|--|--|-----------|
|       | Nº de acertos nas questões não-operatórias             | Nº de acertos nas questões operatórias | Nº de acertos nas questões operatórias               |           |
| 2-1   | 4  | 2,5                                    | 4  | + 1,5     |
| 2-2   | 5  | 4                                      | 5  | + 1       |
| 2-3   | 3  | 2                                      | 3,5  | + 1,5     |
| 2-4   | 3  | 1,5                                    | 2,5  | + 1       |
| 2-5   | 3  | 1                                      | 3  | + 2       |
| 2-6   | 3,5  | 2,5                                    | 3  | + 0,5     |
| 2-7   | 4  | 2                                      | 4  | + 2       |
| 2-8   | 4,5  | 4                                      | 3  | - 1       |
| 2-9   | 4  | 3                                      | 4  | + 1       |
| 2-10  | 4  | 1,5                                    | 3  | + 1,5     |
| 2-11  | 4  | 4                                      | 4  | 0         |
| 2-12  | 3  | 1                                      | 2,5  | + 1,5     |
| 2-13  | 3,5  | 1,5                                    | 3  | + 1,5     |
| 2-14  | 3  | 2                                      | 3  | + 1       |
| 2-15  | 3  | 3                                      | 4,5  | + 1,5     |
| 2-16  | 3  | 2                                      | 4  | + 2       |
| Média | 3,6  | 2,3                                    | 3,5  | + 1,2     |

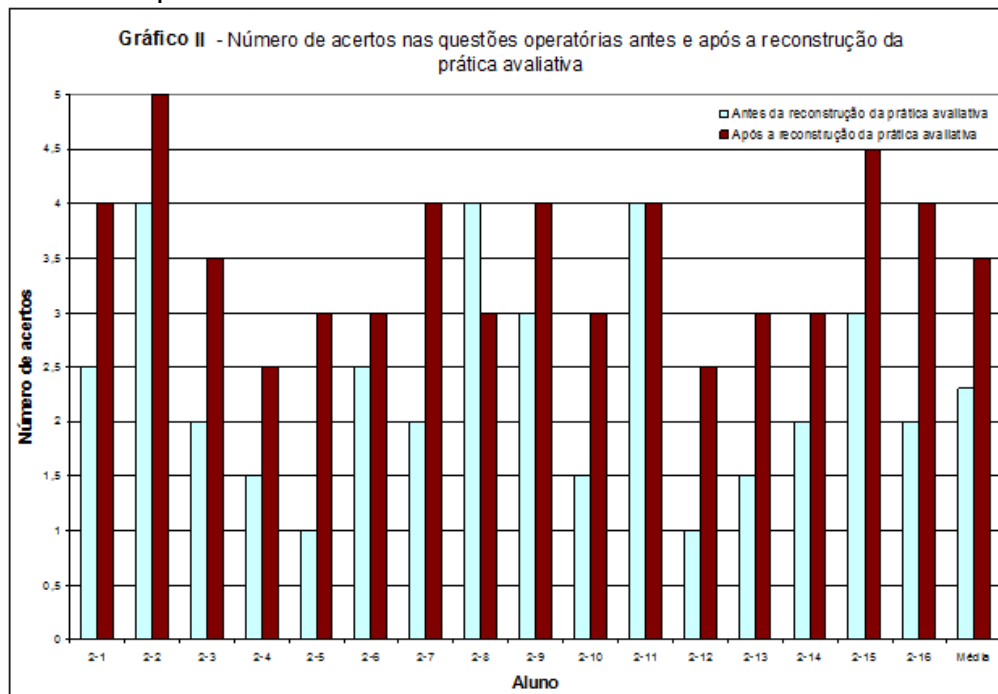
\* A Evolução corresponde à diferença do número de acertos dos exercícios operatórios antes e após a reconstrução da prática avaliativa (intervenção através do experimento investigativo).

Estes mesmos resultados podem ser também visualizados nos Gráficos I e II.



Analisando o Quadro I e o Gráfico I, verifica-se que 14 (87,5%) dos 16 alunos apresentaram maiores pontuações nas questões não-operatórias em relação às operatórias.

A reconstrução da prática avaliativa consistiu em um experimento de caráter investigativo com uma posterior discussão do mesmo, levando-se em conta sempre os resultados obtidos pelos alunos.



O Quadro I e o Gráfico II indicam uma evolução significativa de boa parte dos alunos após a intervenção com a atividade experimental. Nota-se que 14 (87,5%) dos 16 alunos apresentaram melhora quando comparamos o número de acertos pré e pós-reconstrução da prática avaliativa (considerando apenas as questões que exigem maiores habilidades e que dificilmente possam ser resolvidos por algoritmo ou memorização, ou seja, os exercícios operatórios).

Considerando que o nível satisfatório seja de 80% (4 exercícios operatórios corretos após a reconstrução da prática avaliativa), sete alunos (43,75%) obtiveram tal marca. Antes da reconstrução da prática avaliativa, apenas três alunos (18,75%) haviam obtido esse nível de satisfação.

Além disso, se o nível satisfatório considerado for de 60% (3 exercícios operatórios corretos após a reconstrução da prática avaliativa), 14 alunos (87,5%) obtiveram tal marca. Antes da reconstrução da prática avaliativa, apenas cinco alunos (31,25%) haviam obtido esse nível de satisfação.

Quando se compara a média da sala, também verifica-se uma notável melhora. O número de acertos médio dos exercícios operatórios antes do experimento foi de 2,3 e após a discussão do experimento, 3,5.

### Aplicação de novos exercícios operatórios após três meses do término da última aplicação de exercícios operatórios

Visando verificar se, após um certo tempo, o aprendizado permaneceu ou se os conceitos foram esquecidos, foi feita uma nova aplicação de exercícios operatórios sobre o tema "Cinética Química". O resultado comparativo entre a aplicação de

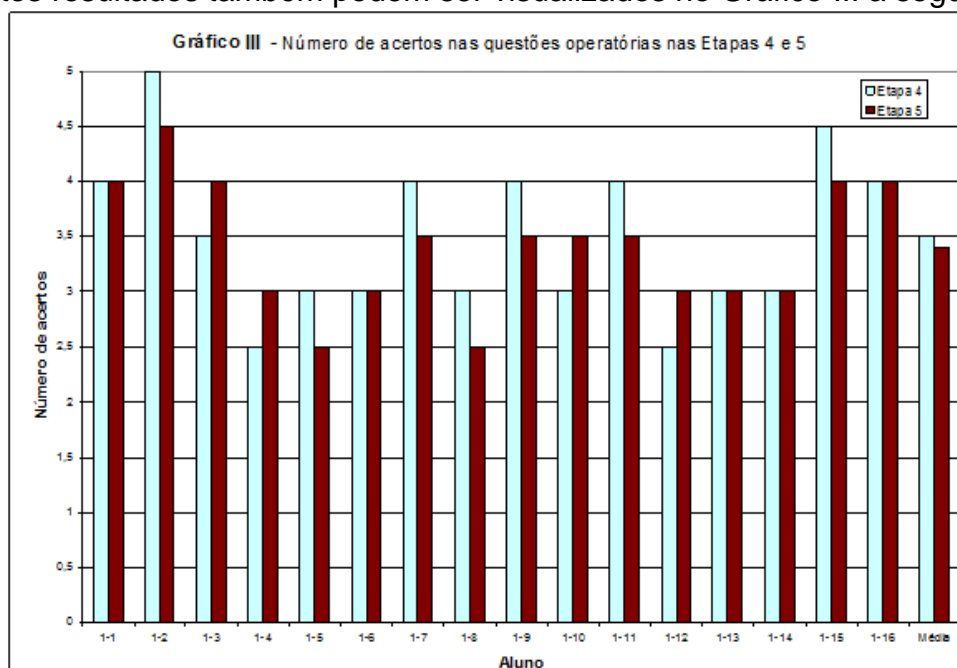
exercícios operatórios nas Etapas 4 e 5 (após três meses da Etapa 4) é mostrado no Quadro II a seguir.

**Quadro II** – Resultados obtidos pelos alunos do 2º ano após a reconstrução da prática avaliativa (Etapa 4) e após 3 meses dessa etapa (Etapa 5)

| Aluno | Número de acertos nas questões operatórias |         | Evolução* |
|-------|--|---------|-----------|
|       | Etapa 4                                    | Etapa 5 |           |
| 2-1   | 4  | 4       | 0         |
| 2-2   | 5  | 4,5     | - 0,5     |
| 2-3   | 3,5  | 4       | + 0,5     |
| 2-4   | 2,5  | 3       | + 0,5     |
| 2-5   | 3  | 2,5     | - 0,5     |
| 2-6   | 3  | 3       | 0         |
| 2-7   | 4  | 3,5     | - 0,5     |
| 2-8   | 3  | 2,5     | - 0,5     |
| 2-9   | 4  | 3,5     | - 0,5     |
| 2-10  | 3  | 3,5     | + 0,5     |
| 2-11  | 4  | 3,5     | - 0,5     |
| 2-12  | 2,5  | 3       | + 0,5     |
| 2-13  | 3  | 3       | 0         |
| 2-14  | 3  | 3       | 0         |
| 2-15  | 4,5  | 4       | - 0,5     |
| 2-16  | 4  | 4       | 0         |
| Média | 3,5  | 3,4     | - 0,1     |

\* A Evolução corresponde à diferença do número de acertos dos exercícios operatórios entre as Etapas 4 e 5

Estes resultados também podem ser visualizados no Gráfico III a seguir.



Alguns dados interessantes podem ser verificados no Quadro II e Gráfico III. Mesmo após três meses da última aplicação de exercícios operatórios, a média de acertos praticamente se manteve: 3,4. Isso mostra que, em termos gerais, os alunos obtiveram uma aprendizagem significativa considerável. Analisando de maneira individualizada, verifica-se que apenas sete alunos (43,75%) caíram de rendimento e,



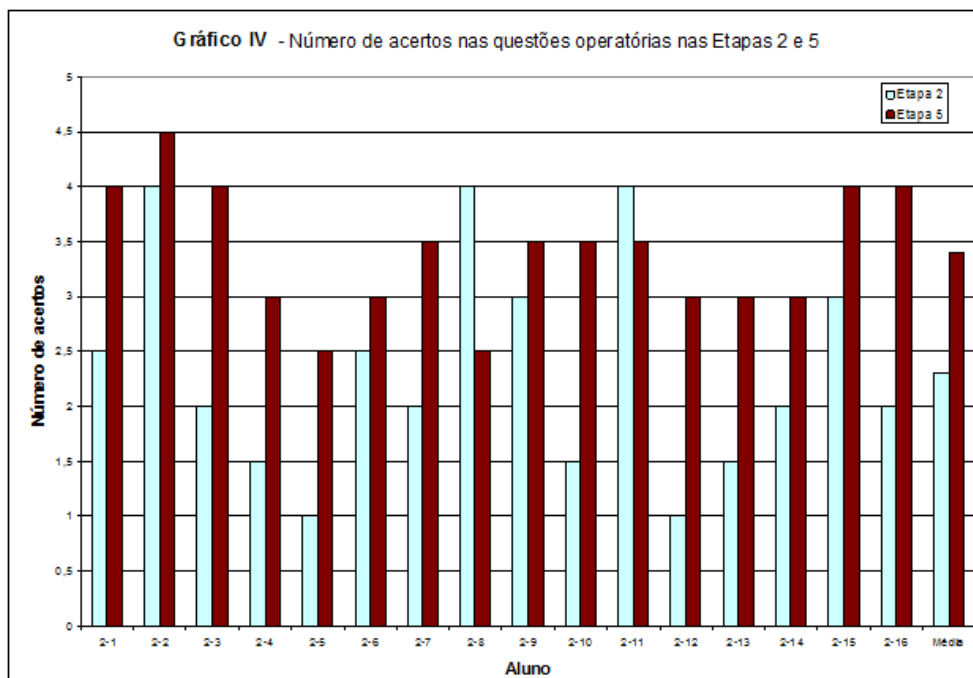
mesmo assim, de uma forma relativamente aceitável, visto que a queda foi em torno de 0,5 ponto (meia questão).

Considerando que os exercícios operatórios aplicados na Etapa 2 (antes da intervenção com o experimento investigativo) são os mesmos da Etapa 5, observa-se uma notável melhora no aprendizado dos alunos, conforme representados pelo Quadro III e Gráfico IV.

**Quadro III – Resultados obtidos pelos alunos do 2º ano nas Etapas 2 e 5**

| Aluno | Número de acertos nas questões operatórias |         | Evolução* |
|-------|--|---------|-----------|
|       | Etapa 2                                    | Etapa 5 |           |
| 2-1   | 2,5  | 4       | + 1,5     |
| 2-2   | 4  | 4,5     | + 0,5     |
| 2-3   | 2  | 4       | + 2       |
| 2-4   | 1,5  | 3       | + 1,5     |
| 2-5   | 1  | 2,5     | + 1,5     |
| 2-6   | 2,5  | 3       | + 0,5     |
| 2-7   | 2  | 3,5     | + 1,5     |
| 2-8   | 4  | 2,5     | - 1,5     |
| 2-9   | 3  | 3,5     | + 0,5     |
| 2-10  | 1,5  | 3,5     | + 2       |
| 2-11  | 4  | 3,5     | - 0,5     |
| 2-12  | 1  | 3       | + 2       |
| 2-13  | 1,5  | 3       | + 1,5     |
| 2-14  | 2  | 3       | + 1       |
| 2-15  | 3  | 4       | + 1       |
| 2-16  | 2  | 4       | + 2       |
| Média | 2,3  | 3,4     | + 1,1     |

\* A Evolução corresponde à diferença do número de acertos dos exercícios operatórios entre as Etapas 2 e 5



Analisando o Gráfico IV, verifica-se que dos 16 alunos, 14 (87,5%) apresentaram uma evolução com relação à resolução das questões operatórias e apenas dois alunos (12,5%), alunos 2-8 e 2-11, caíram de rendimento. Isso indica que houve um aumento na aprendizagem significativa por parte dos alunos.

## CONCLUSÕES

Pela análise dos dados obtidos, verifica-se que a estratégia utilizada apresentou resultados satisfatórios e os objetivos planejados foram atingidos.

Quanto ao procedimento utilizado na coleta de dados, na aplicação de questões não-operatórias e operatórias, na aplicação e discussão dos experimentos de caráter investigativo, é importante salientar que foram feitos objetivando a aprendizagem significativa ou uma melhora dela visando, principalmente, aqueles alunos que possuem maiores dificuldades com a disciplina Química.

A melhora da aprendizagem foi constatada através da aplicação de um questionário três meses após o encerramento do ciclo dos conceitos químicos abordados neste trabalho. Verificou-se, nesta etapa, que tais conceitos químicos ainda estavam pertinentemente bem compreendidos. Isso indica, segundo Ausubel, que grande parte dos alunos teve uma estrutura cognitiva melhorada funcionando como um alicerce para que novas ideias, conceitos, proposições fossem aprendidos significativamente.

O processo se mostrou eficiente e sugere que, se incorporado na prática do professor, pode haver uma melhora no desempenho cognitivo dos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P. *A Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- BECKER, F. In: HOFFMANN, J. *Avaliação mediadora: uma prática em construção da escola à universidade*. Porto Alegre: Educação e Realidade, 1993.
- CARVALHO, A. M. P. et al. *Termodinâmica: Um ensino por investigação*. 1a. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1999. v. 1. p. 123.
- DELIZOICOV, D. *Conhecimentos, tensões e transições*. São Paulo: FEUSP, Tese (Doutoramento em Educação) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, 1991.
- HOFFMANN, Jussara. *Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade*. 20 ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2003.
- RONCA, A. C. e TERZI, C. A., *A aula operatória e a construção do conhecimento*. São Paulo: EDESPLAN, 1995.
- ZOLLER, U., DORI, Y.; LUBEZKY, A. Algorithmic and LOCS and. HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. *International Journal of Science Education*. 24 (2), p.185-203, 2002.