

## GEOMETRIA DESCRITIVA PELO MÉTODO DOS INSTRUMENTOS OPERACIONAIS

*Teresinha Rosa Cruz*

Da Universidade Nacional de Brasília

*Vânia Ribas Ulbricht*

*Leonir Maria Fortunato de Fávère*

*Maria Antonieta Rey Maduell*

*Marília Marques Guimarães*

*João Haroldo Borges Pereira*

Da Universidade Federal de Santa Catarina

### INTRODUÇÃO

#### Histórico e Problema

De 1980 a 1983 foi desenvolvido um projeto de pesquisa experimental no Depto. de Artes da Universidade Federal de Santa Catarina utilizando-se um método de ensino criado no ex-Centro Integrado de Ensino Médio (CIEM<sup>1</sup>, Universidade de Brasília), aplicado à Geometria Descritiva. Esse método propunha a aquisição de conhecimento pelo próprio aluno através da pesquisa, experimentação, reflexão e descoberta do sistema de projeção, o que era feito mediante instrumentos norteadores das operações a serem realizadas por ele.

Montou-se o Projeto (financiado pelo PADES) e deu-se início à experiência em 1980, ano destinado à experimentação da adaptação feita aos instrumentos originários do CIEM para o ensino superior.

Foram feitos seis experimentos, o primeiro dos quais — cujo resumo publicado nos *Cadernos de Pesquisa* n.º 38 — apresentou como resultado um saldo bastante positivo quanto às perspectivas de maior autonomia do aluno e maior êxito no rendimento. O Projeto teve como objetivo testar o método de Instrumentos de Trabalho para Aula (versão original, Cruz et alli. 1969) que foi redenominado de Instrumentos Operacionais (IOs), visando a proporcionar ao ensino de Geometria Descritiva uma abordagem renovada. Essa área do conhecimento no ensino superior tem perdido terreno nos currícu-

los, em função do acréscimo de novas disciplinas e do avanço da informática na educação, que poderá, inclusive, substituí-la nos cursos de Engenharia, Arquitetura e Geologia.

A Geometria Descritiva, outrora consagrada como fundamental ao raciocínio espacial do profissional que lidava com a relação espaço-forma era estudada em profundidade. Hoje está reduzida a esquemas formais que visam facilitar ao aluno a solução de problemas, fazendo que o único objetivo dessa disciplina seja o de cumprir uma programação já que ainda é obrigatória para os cursos de Engenharia e Arquitetura.

A redução do tempo de aula, a falta de pesquisa na área sobre sua importância na formação de profissionais que lidam com problemas de relação espaço-forma têm contribuído para o seu amesquinçamento no ensino su-

---

<sup>1</sup> A equipe de professores do Centro Integrado de Ensino Médio (CIEM) responsáveis pelo método (Teresinha Rosa Cruz, Carlos Roberto Troncoso e José Carlos de Lima Bueno) adaptou os princípios pedagógicos que orientavam a ação dos professores do CIEM ao ensino da Geometria Descritiva e a outros tipos de Desenho (1966 a 1969).

perior e a sua retirada dos cursos de ensino de 2<sup>o</sup> grau. Cumpria, então, criar uma situação nova que viesse modificar o comportamento do aluno em relação à Geometria Descritiva (GD). O aluno não consegue compreender o significado da mesma no seu currículo, razão pela qual sempre a cursa com desinteresse.

O método dos Instrumentos Operacionais (IOs) propunha uma abordagem educacional diferente, muito adequada ao ensino da GD: tempo flexível para o desenvolvimento dos IOs, podendo o aluno terminar mais cedo o seu curso; possibilidade de alcançar processos diferentes de raciocinar e resolver problemas mais criativamente; experimentação, análise, síntese (pensamento indutivo); situações para serem explicadas e soluções hipotetizadas (pensamento hipotético-dedutivo); motivação (intrínseca) decorrente da própria atividade gerando comprometimento com a matéria; professor que orienta mas não ensina e desempenho com êxito, independentemente de ter o aluno alto ou baixo raciocínio espacial e abstrato.

Programaram-se experimentos que pudessem testar o método com controle máximo de variáveis, avaliando o efeito do mesmo sobre o rendimento de alunos de diferentes percentis de raciocínio espacial e abstrato, e a relação entre os principais fatores inseridos na situação de aprendizagem.

O primeiro experimento foi realizado em 1980. Os resultados comprovaram que o método dos IOs foi mais importante que o método tradicional, porque os alunos deste último método revelaram-se mais dependentes do seu potencial original de raciocínio espacial que os alunos do método novo, obtendo melhores resultados somente aqueles de raciocínio espacial mais alto, o que não ocorreu com os do método dos IOs. O grupo experimental e o grupo de controle foram constituídos com o mesmo número de sujeitos (26). Cada grupo foi dividido em dois subgrupos, um com raciocínio espacial alto e o outro baixo. Todavia, essa segunda subdivisão ocorreu apenas para efeito da análise.

Foram realizados ao todo seis experimentos, dos quais só três foram aproveitados, devido aos problemas de greve na Universidade. O objetivo deste trabalho é relatar os resultados do segundo experimento (1<sup>o</sup> período letivo de 1981). Tendo sido comprovado que havia efeito significativo do raciocínio espacial sobre o rendimento do aluno do método dos IOs, (porém, não tão significativo quanto sobre o do aluno do método tradicional), seria necessário explicar que outros fatores estariam afetando os resultados, como por exemplo, o efeito da assistência do professor, a flexibilidade de tempo para a realização dos IOs sobre o comprometimento e sobre o rendimento dos alunos.

O terceiro experimento, (1<sup>o</sup> período letivo de 1982) será motivo de um próximo relatório, após o que, far-se-á um confronto dos resultados do Projeto como um todo.

### Formulação do Problema

O método está fundamentado em teorias cognitivas da aprendizagem, mais particularmente na de Piaget, quanto ao desenvolvimento da autonomia da ação e do

pensamento no trato com o conhecimento; e, mais genericamente, na de Bruner, teoria da aprendizagem pela descoberta.

Os princípios básicos decorrentes dessas teorias que fundamentaram o método são: as estruturas do pensamento operatório são construídas quando se permite ao sujeito operá-las através da experiência pessoal com o objeto do conhecimento; o envolvimento do aluno com o objeto do conhecimento decorre de situações desafiadoras que lhe permitam a reconstrução do conhecimento através da experiência; nenhuma estrutura mental pode ser desenvolvida se não há relação do desconhecido com o conhecido na operacionalização do conhecimento e o raciocínio científico é natural e, portanto, qualquer sujeito pode chegar à descoberta de algo novo, se lhe forem oferecidas condições para experimentar, explorar, investigar.

Baseados nestes princípios, os Instrumentos Operacionais foram elaborados na perspectiva de se alcançar resultados mais positivos para a aprendizagem do aluno e uma nova atitude do mesmo face à disciplina (GD).

A partir daí, questionou-se:

- 1) Se o método possibilita ao aluno de baixo raciocínio espacial rendimento próximo ao aluno de alto raciocínio, será que o raciocínio abstrato, não incluído no 1<sup>o</sup> experimento, não estaria afetando positivamente o rendimento do aluno de baixo raciocínio espacial?
- 2) Se o método dispensa a aula expositiva, será que a assistência direta do professor não estaria suprimindo a ausência das aulas expositivas, afetando negativamente a qualidade de aprendizagem do aluno?
- 3) Se o método pressupõe que o ritmo de trabalho do aluno deve ser respeitado, a assistência maior do professor aos alunos de raciocínio espacial e abstrato baixo reduziria o tempo do aluno, afetando negativamente o seu rendimento?
- 4) Se o método pressupõe comprometimento do aluno com a tarefa quando operacionaliza os Instrumentos sozinho, levando-o à descoberta da disciplina e a solucionar problemas de forma original, a assistência maior do professor afetaria negativamente esse comprometimento, tanto para alunos de baixo quanto de alto raciocínio espacial?

As respostas a essas questões são objeto dos dois experimentos mencionados.

### Hipóteses

A hipótese substantiva derivada do estudo preliminar previa rendimento homogêneo para alunos, tanto de baixo como de alto raciocínio espacial, com o método dos Instrumentos Operacionais, prevendo-se a assistência adequada do professor às necessidades de cada aluno.

Para o presente experimento, as hipóteses estatísticas derivadas da substantiva, são as seguintes:

- HO<sub>1</sub> - Não há efeito estatisticamente significativo da assistência do professor sobre o rendimento dos sujeitos de raciocínio espacial e abstrato (RE e RA) alto e baixo.
- HO<sub>2</sub> - Não há efeito estatisticamente significativo da assistência do professor sobre o comprometimento dos sujeitos de RE e RA alto como o de

RE e RA baixo na realização dos Instrumentos Operacionais.

- H0<sub>3</sub> - Não há efeito estatisticamente significativo da assistência do professor sobre o tempo de realização dos IOs pelos sujeitos de RE e RA alto e baixo.

#### Hipóteses Alternativas

- H1<sub>1</sub> - Há efeito estatisticamente significativo da assistência do professor sobre o rendimento dos sujeitos de RE e RA alto e baixo.
- H1<sub>2</sub> - Há efeito estatisticamente significativo da assistência do professor sobre o comprometimento dos alunos de alto e de baixo RE e RA na realização dos IOs.
- H1<sub>3</sub> - Há efeito significativo da assistência do professor sobre o tempo dispendido pelos alunos de RE e RA alto e baixo na realização dos IOs.

### DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

#### Variáveis Independentes

- 1) *Raciocínio espacial e abstrato*: Resultados da Bateria de testes DAT para a classificação dos sujeitos numa distribuição normal, selecionando aqueles que apresentaram de zero a trinta percentis (0 a 30) como sujeitos de RE e RA baixo, e de setenta a cem (70 a 100) como sujeitos de RE e RA alto.
- 2) *Assistência do professor*: Frequência de atendimentos a pedidos de orientação de cada aluno computados proporcionalmente em relação ao maior número de consultas (180 = 100). Os sujeitos foram reagrupados em três categorias numa escala de 0 a 34 para assistência menor, de 35 a 69 para assistência moderada e de 70 a 100 para assistência maior, resultando em células desiguais. (7, 9 e 7).

#### Variáveis Dependentes

- 1) *Rendimento*: Média aritmética dos resultados de 4 testes e 1 prova realizados ao longo do experimento. A opção por essa modalidade de computar o desempenho do aluno objetivou o equilíbrio entre as variações desse desempenho ao longo do semestre.
- 2) *Tempo*: Número de horas dispendidas, pelo sujeito na realização dos IOs presumivelmente dependentes do seu RE e RA maior ou menor, e da assistência maior, moderada e menor ao professor registradas em ficha individual e computadas ao final do experimento.
- 3) *Comprometimento*: Resultados de um questionário com questões alternativas numa escala de valor (0,1) para mensurar a relação de comprometimento do aluno com o método (não, sim).

### MÉTODO

#### Sujeitos

Alunos do ciclo básico de Engenharia, recém-chegados à Universidade, aos quais foi aplicado teste de co-

nhecimento de GD, a fim de selecionar aqueles que apresentassem somente de zero a cinco pontos num conjunto de questões que totalizavam 25 pontos visando controlar o conhecimento anterior dos sujeitos. Foram selecionados 84 (oitenta e quatro) sujeitos e estes se submeteram aos testes de raciocínio espacial e abstrato no início e no final do experimento. Todos esses sujeitos passaram pela experiência. Dentre eles foram pós-selecionados 23 (vinte e três) sujeitos de RE e RA alto e 23 (vinte e três) de RE e RA baixo. Como a amostra foi pequena e desigual para cada grupo, foi necessário alterar o critério de seleção da amostra, incluindo no grupo de alto RE e RA 4 (quatro) sujeitos com percentil abaixo de 70 (setenta) em RE, mas com RA acima de 70 (setenta) percentis.

Procedeu-se da mesma forma com o outro extremo da curva: selecionaram-se 10 (dez) sujeitos de RE acima de 30 (trinta) até 40 (quarenta) percentis mas que tiveram RA abaixo de 40 (quarenta) percentis.

A faixa etária foi de 18 (dezoito) a 25 (vinte e cinco) anos, e a classe social média e média-alta.

#### Instrumentos e Condições

*Para experimentação*: foram utilizados em todos os experimentos os *Instrumentos de Aprendizagem: Geometria Descritiva* (Cruz et alii, 1984). Constam de um conjunto de Instrumentos Operacionais, assim denominados devido às características de que são portadores, isto é, são instrumentos para levar o aluno a operar as suas potencialidades cognitivas e sensorio-motoras através de desafios que lhe são propostos dentro do campo da GD.

*Ambiente de Trabalho*: foi idêntico para todos os alunos: - sala de aula aberta oito horas por dia a todos os sujeitos, com instrumentos, material didático e livros textos, atendimento personalizado.

*Cuidados*: para acompanhar de perto a realização dos IOs e evitar a interveniência de atitudes que viessem enfraquecer o rigor da pesquisa, foram adotadas as seguintes precauções: os instrumentos não foram levados para casa. Na sala de aula havia sempre um professor ou um monitor e cada 10 resolvido era imediatamente corrigido e destacado para ser arquivado na pasta do aluno, que podia consultá-lo todas as vezes que quisesse.

*Comprometimento*: foi elaborada uma sondagem de opinião (testada nos experimentos anteriores) para medir o alcance do comprometimento do aluno com o método, o qual poderia decorrer do seguinte: do conhecimento que ele tivesse do valor do método para a sua autonomia de pensamento e ação; do prazer de problemas; da compreensão do tipo de aprendizagem que decorre do processo; e finalmente, do relacionamento entre ele o professor devido ao sistema individualizado de atendimento.

*Tempo*: cada aluno registrava nos seus IOs a hora de início e término na realização dos mesmos. Essas horas foram somadas ao final do curso, variando de 45:30 a 104:00 horas. Os monitores ficavam encarregados de acompanhar esses registros transcrevendo os mesmos para as fichas dos alunos.

*Assistência do Professor:* da mesma forma que o tempo, o número de vezes que o aluno buscava orientação com o professor era registrado na sua ficha, variando de 27 (vinte e sete) a 180 (cento e oitenta) o número total de consultas por aluno ao longo do período letivo. O registro nas fichas dos alunos foi feito diariamente.

Quanto à confiabilidade dos instrumentos pode-se ressaltar que os Instrumentos Operacionais, constantemente testados, há longo tempo, passaram por várias alterações de linguagem, reformulação das propostas de atividades e de problemas a cada experimento. A frequência maior de dificuldades de compreensão de cada quesito, evidenciada pela busca de esclarecimentos pelos alunos junto ao professor, foi o critério adotado para rever as questões.

O questionário para sondar a opinião do aluno sobre o método, a fim de mensurar seu comprometimento com as atividades, sofreu várias alterações, tendo sido aplicado mais de uma vez durante cada experimento para testar as flutuações de opinião de cada aluno. Prevaleceu o último, após correção de questões que não eram bem interpretadas pelos alunos nos primeiros questionários.

O registro das horas dispendidas na realização dos IOs, e das vezes que o aluno consultava o professor, foi feito com uma boa margem de segurança porque o aluno anotava no início e no fim da aula. A cada dia o monitor revisava os IOs dos alunos a fim de detectar as falhas havidas, providenciando a correção.

#### Modelo de Análise

O modelo para a análise estatística foi o que Winer (1962) designa como "factorial experiments" (células desiguais) que, neste caso, foi um modelo 2X3: RE e RA

alto e baixo ( $a_1$  e  $a_2$ ) X assistência maior, moderada e menor ( $b_1$ ,  $b_2$  e  $b_3$ ) do professor. Os 23 (vinte e três) sujeitos de cada grupo ( $a_1$  e  $a_2$ ) foram reagrupados de acordo com a assistência do professor ( $b_1$ ,  $b_2$  e  $b_3$ ), no que resultou em 2 (duas) células de 7 (sete) sujeitos e 1 (um) de 9 (nove) para cada grupo ( $a_1$  e  $a_2$ ).

O objetivo de tal modelo primeiro foi o de verificar o efeito simples de A (raciocínio); o efeito simples de B (assistência) e a interação de A e B em relação a três variáveis dependentes: rendimento, comprometimento e tempo. Para tanto, foram realizados três procedimentos 2X3 (factorial experiments) cada um deles com uma das variáveis dependentes.

Segundo, dimensionar a magnitude da influência das duas variáveis independentes (A e B) sobre as três variáveis dependentes (R, C e T) através das correlações simples entre: Assistência e Rendimento (R); Assistência e Tempo (T) e Assistência e Comprometimento (C) de cada grupo ( $a_1$  e  $a_2$ ), segundo recomendação de Kelling (1973, p. 231).

A seguir, o teste de hipóteses de diferenças entre médias (comparação individual) e, para completar, a correlação entre RE e RA alto e baixo e rendimento, entre comprometimento e rendimento, e entre tempo e rendimento.

#### RESULTADOS

O rendimento dos sujeitos dos dois grupos de RE a RA alto e RE e RA baixo, reagrupados segundo a assistência (maior, moderada e menor) do professor, apresentaram-se bastante homogêneos. O mesmo se verifica em relação ao comprometimento e ao tempo.

### RESULTADO DO EXPERIMENTO

Quadro 1a

RACIOCÍNIO ESPECIAL E ABSTRATO ALTO ( $a_1$ )												
ASSISTÊNCIA MAIOR ( $B_1$ )				ASSISTÊNCIA MODERADA ( $B_2$ )				ASSISTÊNCIA MENOR ( $B_3$ )				
	SUJ.	R	C	T	SUJ.	R	C	T	SUJ.	R	C	T
	8	8,9	8,1	52,0	1	8,7	8,1	51,5	2	8,1	7,5	77,0
	9	8,9	8,8	60,0	4	8,6	10,0	45,5	3	8,9	9,4	52,0
	10	8,5	8,1	78,5	7	8,9	8,7	52,0	5	9,6	9,4	52,0
	11	7,6	6,3	60,5	12	8,7	10,0	73,0	6	6,9	6,3	61,0
	18	8,3	8,1	71,5	13	7,9	8,1	45,0	15	8,7	9,4	59,0
	20	9,6	10,0	104,0	14	8,4	9,4	46,0	16	7,8	8,8	68,0
	23	8,6	8,7	61,0	21	9,3	6,9	47,0	17	8,8	8,8	66,0
									19	9,6	10,0	63,0
									22	7,7	6,9	69,0
M	7	60,4	58,1	487,5	7	60,5	61,2	360,0	9	76,1	76,5	567,0
X		8,63	8,3	69,64		8,64	8,74	51,43		8,43	8,5	63,0

SUJ. = SUJEITOS

R = RENDIMENTO

C = COMPROMETIMENTO

T = TEMPO

Quadro I b

RACIOCÍNIO ESPECIAL E ABSTRATO BAIXO ( $\sigma_2$ )												
ASSISTÊNCIA MAIOR ( $B_1$ )				ASSISTÊNCIA MODERADA ( $B_2$ )				ASSISTÊNCIA MENOR ( $B_3$ )				
	SUJ.	R	C	T	SUJ.	R	C	T	SUJ.	R	C	T
	4	9,0	7,5	67,0	1	6,0	8,1	81,5	6	8,8	8,8	82,5
	5	8,8	6,9	69,0	2	7,5	7,5	62,0	7	9,0	9,0	57,5
	9	7,9	8,8	87,0	3	8,1	8,8	54,5	10	7,1	7,1	70,0
	11	7,7	9,8	72,5	8	5,8	6,9	56,5	13	7,8	7,8	70,0
	12	7,8	8,8	65,0	14	8,9	8,8	51,0	16	8,9	8,9	58,5
	17	8,5	8,1	77,0	15	7,9	10,0	60,0	20	7,6	7,6	56,0
	23	7,4	8,1	91,0	18	8,3	8,8	70,0	22	7,5	7,5	52,5
					19	8,4	9,4	96,0				
					21	9,6	10,0	76,0				
$\Sigma$	7	57,1	57,6	528,0	9	70,5	78,3	607,5	7	56,7	56,7	447,0
X		8,16	8,22	75,5		7,83	8,7	67,5		8,1	8,1	63,85

Esses resultados foram tratados em três momentos distintos, com as mesmas variáveis independentes em todos os momentos, e três variáveis dependentes, uma para cada momento, de acordo com o cruzamento dos Quadros II, III e IV.

Esses dados, ao serem tratados, apresentaram os seguintes resultados:

Quanto ao efeito simples de A e B e  $\bar{A}\bar{B}$  os testes acusaram:

Quadro II

	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$\Sigma$
$a_1$	8,63	8,64	8,45	25,72
$a_2$	8,16	7,83	8,10	24,09
$\bar{M}$	16,79	16,47	16,55	49,81

ASSISTÊNCIA • RE • RA (X)  
RENDIMENTO (Y)

Quadro III

	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$\Sigma$
$a_1$	8,30	8,74	8,50	25,54
$a_2$	8,22	8,70	8,10	24,02
$\bar{M}$	16,52	17,44	16,60	50,56

ASSISTÊNCIA • RE • RA (X)  
COMPROMETIMENTO (Y)

Quadro IV

	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$\Sigma$
$a_1$	69,64	51,43	63,00	184,07
$a_2$	75,50	67,50	63,85	206,85
$\bar{M}$	145,14	118,93	126,85	390,92

ASSISTÊNCIA • RE • RA (X)  
TEMPO (Y)

1) Em relação ao Rendimento (Quadro II):

A (Raciocínio) = 4,70 >  $F_{0,05}(1;40) = 4,08$   
 B (Assistência) = 0,16 <  $F_{0,05}(2;40) = 3,23$   
 $\bar{A}\bar{B}$  (Interação) = 0,32 <  $F_{0,05}(2;40) = 3,23$

2) Em relação ao Comprometimento (Quadro III)

A (Raciocínio) = 0,27 < F crítico = 4,08  
 B (Assistência) = 0,87 < F crítico = 3,23  
 $\bar{A}\bar{B}$  (Interação) = 0,10 < F crítico = 3,23

3) Em relação ao Tempo (Quadro IV)

A (Raciocínio) = 4,37 > F crítico = 4,08  
 B (Assistência) = 4,57 > F crítico = 3,23  
 $\bar{A}\bar{B}$  (Interação) = 1,51 < F crítico = 3,23

Continuando a análise, chegou-se ao seguinte: no primeiro tratamento dos dados, verificou-se que somente o efeito simples de A foi significativo estatisticamente. A magnitude da relação entre assistência e rendimento avaliada por correlação simples foi:

- para  $a_1$  (RE e RA alto),  $r = 0,156$
- para  $a_2$  (RE e RA baixo),  $r = 0,138$

O teste de significância estatística, de acordo com a fórmula  $t = r \sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}}$ , acusou os seguintes valores:

- para  $a_1$ ,  $t = 0,78 < F_{0,05} (1,22) = 4,40$
- para  $a_2$ ,  $t = 0,68 < F$  crítico.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos dois grupos e nem entre os subgrupos. O conjunto dos resultados leva à aceitação da  $H_{01}$  e à rejeição de  $H_{11}$ .

No segundo tratamento os dados (assistência e comprometimento) os efeitos nem de A e nem de B afetaram significativamente o comprometimento do aluno com o seu desempenho. Não houve tão pouco significância na interação AB. A correlação feita entre as duas variáveis foi:

- para  $a_1$ ,  $r = -0,14$
- para  $a_2$ ,  $r = 0,15$

O teste de significância estatística acusou os seguintes resultados:

- para  $a_1$ ,  $t = 0,69 <$  que F crítico assinalado
- para  $a_2$ ,  $t = 0,77 <$  que F crítico.

Não houve diferença de médias significativa estatisticamente entre os grupos e nem dentro os subgrupos.

Aceita-se portanto, a  $H_{02}$  e rejeita-se a  $H_{12}$ .

No terceiro tratamento, (assistência e tempo) os efeitos simples de A e B sobre o tempo foram significativos, mas não o foi a interação AB. A dimensão da relação entre essas duas variáveis, avaliada através da correlação, denunciou:

- para  $a_1$ ,  $r = 0,30$
- para  $a_2$ ,  $r = 0,47$

O teste de significância estatística acusou os seguintes resultados:

- para  $a_1$ ,  $t = 1,71 <$  F crítico
- para  $a_2$ ,  $t = 2,95 <$  F crítico

Não houve diferença significativa entre as médias de nenhum dos grupos e nem entre os grupos. Rejeita-se a  $H_{03}$  e aceita-se a  $H_{13}$ .

As correlações que foram feitas, tomando comprometimento e tempo como variáveis independentes, e rendimento como dependente, apresentaram os coeficientes seguintes:

Entre comprometimento e rendimento

- para  $A_1$ ,  $r = 0,62$
- para  $A_2$ ,  $r = 0,23$

Os testes de significância estatística evidenciaram:

- para  $A_1$ ,  $t = 4,6 >$  F crítico
- para  $A_2$ ,  $t = 1,2 <$  F crítico.

Entre tempo e rendimento:

- para  $A_1$ ,  $r = 0,04$  (praticamente nula)
- para  $A_2$ ,  $r = 0,003$  (nula).

## DISCUSSÃO

Para facilitar a discussão, os resultados apresentam-se nos Quadros V, VI e VII. Quadro V engloba os resultados dos experimentos fatoriais (2X3); no Quadro VI as correlações relativas aos experimentos fatoriais; e, no VII, os coeficientes de correlação entre comprometimento e rendimento, e tempo e rendimento para  $A_1$  e  $A_2$ .

Quadro V — Efeitos simples de A, B e AB sobre o Rendimento, Comprometimento e Tempo.

x \ y	REND.	COMPROM.	TEMPO
A	4,70 *	0,273	4,37*
B	0,16	0,87	4,55*
$\bar{AB}$	0,32	0,70	1,51

\* — São significativos: o efeito do raciocínio sobre o rendimento e sobre o tempo, e da assistência sobre o tempo.

Quadro VI — Correlações entre Assistência e Rendimento, Comprometimento e Tempo.

x \ y	REND.	COMPR.	TEMPO
a 1	0,156	-0,14	0,31
a 2	0,138	0,15	0,47*

\* — Significativo: o coeficiente de correlação entre assistência e tempo do grupo de baixo RE e RA.

Quadro VII — Correlações entre comportamento e rendimento, e tempo e rendimento dos dois grupos.

x \ y	RENDIMENTO	
	a 1	a 2
COMPROM.	0,62 *	0,23
TEMPO	0,04	0,003

\* Significativo o coeficiente de correlação entre Comprometimento e Rendimento do grupo de RE e RA alto.

Centrar-se-á a discussão na relação entre cada variável independente com as dependentes, segundo os tratamentos estatísticos, para, em seguida, estabelecer a inter-relação entre os estudos: raciocínio em relação ao rendimento; assistência do professor em relação ao rendimento, comprometimento e tempo e correlações entre comprometimento e rendimento e tempo e rendimento.

#### **Raciocínio em relação ao rendimento**

Tanto no experimento anterior, como no que ora se verifica, a análise de variância acusou efeito do raciocínio sobre o rendimento. No primeiro experimento, apenas o raciocínio espacial (RE) foi levado em conta. As correlações feitas entre RE e rendimento de cada método, dimensionaram a significância, jogando-a para o grupo do método tradicional, demonstrando que o RE é mais importante para os alunos desse método que para os do método dos IOs, e que o potencial original de raciocínio do aluno realmente não responde muito pela aprendizagem da Geometria Descritiva com o método novo.

No atual experimento, apesar de reconhecer a inutilidade da correlação para grupos selecionados com variabilidade mínima de percentis de RE e RA aos níveis alto e baixo, e, ainda levando em conta a não significância das diferenças de médias dos dois grupos, as correlações foram feitas. Apesar dos coeficientes não serem significativos, evidenciou-se uma tendência maior do efeito do RE sobre o rendimento dos alunos de baixo raciocínio ( $r = 0,195$ ) para  $A_1$  e ( $r = 0,36$ ) para  $A_2$ .

No experimento anterior não foram feitas as correlações em separado dentro de cada método pela mesma razão. Possivelmente, ocorreria fenômeno semelhante com o grupo de RE maior dentro o grupo do método novo.

Estes resultados levam à inferência de que o aluno de baixo raciocínio espacial, com o método dos IOs pode alcançar êxito igual ou próximo ao do aluno de alto raciocínio.

A questão levantada sobre a possibilidade do raciocínio abstrato afetar, positivamente, o rendimento do aluno de baixo raciocínio espacial, parece não proceder. Para efeito de comparação, e sabendo seriam nulos ou insignificantes os coeficientes de correlação entre o raciocínio abstrato (RA) e o rendimento, as correlações foram feitas, verificando-se que foram bem mais baixas que as referentes ao RE ( $r = 0,16$  para  $A_1$  e  $0,14$  para  $A_2$ ).

O emparelhamento dos raciocínios em dois níveis (alto e baixo) para cada sujeito, com o objetivo de assegurar, através do controle de um grupo sobre o outro, que o rendimento dos sujeitos de baixo raciocínio espacial viesse a ser mascarado por seu alto raciocínio abstrato, possibilitou reafirmar a flexibilidade do método tanto para alunos de baixo como de alto raciocínio. Esse controle permite dirigir a análise, mais objetivamente, para o passo seguinte: o efeito da assistência do professor sobre o rendimento, o comprometimento e o tempo gasto na realização dos IOs.

#### **Assistência do professor**

O efeito simples dessa variável sobre o rendimento

e sobre o comprometimento não foi significativo para nenhum dos grupos. A assistência do professor foi computada segundo o número de vezes que o aluno o procurou para esclarecimentos, mas não se registrou a forma de assistir a esse aluno. A forma de assistência, — com dimensão de qualidade e integrante do próprio método — é uma variável importante, mas que não foi objeto deste experimento. A análise, como ver-se-á mais adiante, parece indicar sua interveniência nos resultados, tendo em vista que um dos fundamentos do método é o processo de descoberta (ou indução). Neste caso o professor não ensina: devolve as perguntas ao aluno, levando-o a encontrar ele mesmo a resposta. Não é portanto a frequência da assistência do professor uma variável significativa no processo de aprendizagem do aluno, como confirmaram os coeficientes de correlação ( $r = 0,156$  e  $0,138$ ).

A assistência do professor parece também não afetar o comprometimento dos sujeitos de nenhum dos grupos, mas afetou o tempo. A correlação entre assistência e tempo, conquanto não significativa, definiu maior significância para o grupo de RE e RA baixo.

Esperava-se de ambos os grupos uma correlação negativa (em crescendo a assistência diminuiria o tempo). Porém, tal não ocorreu, mesmo no grupo de RE e RA baixo. Parece que a forma de assistência do professor, obriga o aluno a um raciocínio mais elaborado e, portanto mais lento, (em crescendo a assistência, cresceu também o tempo). Se for verdadeira esta inferência é evidente que "a forma" de assistência poderia ter afetado o rendimento, razão pela qual não se verificou a correlação entre a frequência da assistência e o rendimento, porque o tempo interveio através da forma do professor assistir ao aluno.

Parece plausível, porque não havendo diferença de médias entre e dentro dos grupos, nem em rendimento e nem em comprometimento, e sendo altas essas médias dos dois grupos, tudo leva a crer que de fato o rendimento teria sido afetado por uma ou mais variáveis integrantes do método. Embora a correlação entre tempo e rendimento não ocorra significativamente devido à homogeneidade das médias dos sujeitos, a própria não significância da correlação indica que a dimensão do fator tempo está mais relacionada com forma de assistência do professor do que com a frequência dessa assistência. Assim sendo, não seria mesmo possível uma significância estatística entre a frequência da assistência com o rendimento e nem com o tempo.

#### **Comprometimento e tempo em relação ao rendimento**

Como se observou, o comprometimento não foi afetado nem pelo raciocínio e nem pela assistência na análise fatorial. As correlações entre assistência e comprometimento também não foram significativas estatisticamente. Todavia, tomando comprometimento como variável independente, ou como motivação inerente ao sujeito, em relação ao rendimento, a correlação revelou coeficiente significativo para os alunos de RE e RA alto, e não significativo para o grupo de RE e RA baixo. Parece ser explicável tal fenômeno, porque o trabalho individualizado exige esforço do aluno, e será tão menos

motivador quanto mais penoso for o seu esforço, principalmente se ele considera pouco relevante o objeto desse esforço (a aprendizagem da GD) para a sua formação profissional.

Todavia, a não diferença entre as médias do comprometimento e o nível superior das médias tanto dos alunos de alto como de baixo raciocínio demonstram que houve empenho do aluno na resolução dos IOs, conquanto não houvesse efeito da assistência sobre o compromisso do aluno com a tarefa, demonstrando que a origem desse empenho não está na assistência maior ou menor, mas talvez nas condições em que o aluno é colocado a trabalhar.

Por outro lado, se o comprometimento do aluno de RE e RA alto se relaciona significativamente com o rendimento, mas a assistência do professor não influi nesse comprometimento e nem no do aluno de RE e RA baixo, os altos escores do comprometimento tanto de um como de outro grupo indicam não haver diferença quanto ao conceito que o aluno tem do método, nem quanto ao seu empenho em realizá-lo. O que parece influir é a natureza desse empenho, que pode ser diversa de um grupo para outro. Associando o comprometimento (como motivação inicial) à forma de assistência e ao tempo adequado a cada caso, independentemente do raciocínio, e ainda às condições de desafio em que o aluno é jogado, pode-se esperar a ocorrência do que se observou: os alunos de baixo RE e RA tendo oportunidade igual a dos alunos de alto RE e RA de operacionalizar o raciocínio, desenvolvendo estruturas próprias de pensamento e ação, são capazes de alcançar êxito próximo, igual e até superior ao dos alunos mais bem dotados.

## CONCLUSÕES

O segundo experimento, conquanto fosse conduzido mediante controle de muitas variáveis dependentes, ainda não alcançou todas as respostas aos problemas propostos. A existência de um ou mais variáveis não controladas interferiram, de fato, no processo, sem todavia prejudicar os resultados. Muito pelo contrário, a pesquisa pareceu indicar, como seqüência natural, outro experimento.

Os resultados da análise do 2º experimento evidenciaram:

1) que alunos de baixo raciocínio espacial e abstrato po-

dem alcançar, com o método dos Instrumentos Operacionais, rendimento próximo ou igual ao dos alunos de alto raciocínio (o experimento anterior demonstrou que alunos de baixo RE no método tradicional apresentaram rendimento muito abaixo dos alunos do método dos IOs);

2) que a assistência maior ou menor do professor influi muito pouco no rendimento do aluno, e, por outro lado, esse rendimento e o tempo dispendido por ele na realização dos IOs não se correlacionaram. Todavia, há efeito do raciocínio e da assistência do professor sobre o tempo, levando à conclusão de que o rendimento estaria sendo afetado por outras variáveis, dentre as quais, suspeita-se, seja a maneira pela qual o professor assiste ao aluno;

3) que o comprometimento mais intenso do aluno com o método decorre de sua maior capacidade de enfrentar o desafio em que é colocado, e que as altas médias em comprometimento dos alunos de RE e RA baixo talvez derivem da forma do professor assistí-los, compensando assim a ausência de relação entre comprometimento e rendimento nesse grupo. O não efeito do comprometimento sobre o rendimento dos alunos de RE e RA baixo — cuja média não divergiu da média do outro grupo — e a ausência da motivação inicial parece decorrer da dificuldade maior que esses alunos enfrentaram na realização dos IOs, o que teria sido compensado pela forma da assistência do professor e pelas próprias condições do método.

Enfim, o referencial teórico indica que o método em si mesmo é o responsável pela harmonia dos resultados, mas só se comprovará tal pressuposição com novos experimentos através dos quais se avalie a qualidade da assistência do professor e a qualidade das respostas dos alunos. Há que elucidar se é de fato o método, ou mesmo o estilo de assistência individualizada (orientação e não ensino) ou ainda a associação dos dois a responder pelo resultado.

O 3º experimento (não analisado) focalizou a personalidade do professor e os procedimentos usados na condução do processo. Todavia, não objetivou o controle do comprometimento do aluno quanto à motivação inicial e final, bem como sua disponibilidade de tempo para dedicação maior aos Instrumentos. Tudo indica a necessidade de novo experimento que focalize essas novas variáveis.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, Teresinha Rosa et alii. O efeito do raciocínio espacial sobre a aprendizagem da geometria descritiva pelo método de instrumentos operacionais e pelo método tradicional. *Cadernos de Pesquisa*. São Paulo, (38) : 87-88, ago. 1981.
- CRUZ, Teresinha Rosa et alii. *Instrumentos de aprendizagem: geometria descritiva*. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1984. [Acompanha a edição um Manual do Aluno.]
- CRUZ, Teresinha Rosa et alii. *Instrumentos de trabalho para aula*. Brasília, UnB., 1969. mimeo.
- KELINGER, Fred N. *Foundations of behavioral research*. 2. ed. New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1973. p. 231.
- WINER, J.B. *Statistical principles in experimental design*. 2. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1962.