

# INFLUÊNCIA DOS "KITS" OS CIENTISTAS NO DESENVOLVIMENTO DO COMPORTAMENTO CIENTÍFICO EM ADOLESCENTES \*

BERNARDETE ANGELINA GATTI\*\*

MARIA AMÉLIA AZEVEDO GOLDBERG\*\*

## RESUMO

O presente estudo propõe-se verificar em que medida o objetivo de desenvolver comportamento científico pode ser atingido através dos "kits" da série *Cs Cientistas* que a Abril/FUNBEC editaram. Trabalhou-se com os quatro primeiros "kits" da série: NEWTON, LAVOISIER, EINSTEIN e VOLTA, e com o "kit" GALILEU, modificado, de modo a servir aos objetivos de avaliação na pesquisa. O Grupo Experimental foi composto de 24 sujeitos e o Grupo Controle também, sorteados aleatoriamente dentre alunos de 8ª série de três colégios da cidade de São Paulo. Os resultados demonstram alto grau motivacional do material e revelaram um ganho significativo para o Grupo Experimental quanto a conhecimentos e habilidades intelectuais, bem como melhores resultados para este grupo quanto a encaminhamento de solução de problemas.

## SUMMARY

*Effects of "The Scientists" kits on the Development of Scientific Behaviors in Adolescents*  
— The present study was designed to verify the effects of the series of "The Scientists" kits, published by Abril/FUNBEC, on the development of scientific behavior. The four first kits of the series were used in the study: NEWTON, LAVOISIER, EINSTEIN and VOLTA and the kit GALILEU was modified for evaluation purposes. The experimental and control groups consisted of 48 subjects (24 subjects in each group), randomly selected among students of the 8th grade of three schools in São Paulo. The results indicated that the kits had a high influence on motivation and that the Experimental Group obtained a significant gain in terms of knowledge and intellectual abilities, as well as better results in problem solving.

## I — INTRODUÇÃO

Na cultura do mundo de hoje, ciência e tecnologia ocupam lugar de destaque. Vamos encontrar repercussões desse fato, na valorização crescente que se vem emprestando ao desenvolvimento do comportamento científico como objetivo educacional. Prova disso é a produção de livros, materiais didáticos, currículos, etc., propondo desenvolver, no

aluno, este ou aquele aspecto do comportamento científico. Isso não significa, porém, que exista um consenso teórico sobre a melhor maneira de provocar as mudanças comportamentais definíveis sob essa rubrica. Mesmo entre os que admitem que a melhor forma de desenvolver esse comportamento é levar os alunos a se comportarem cientificamente, há divergências sobre como orientar essa aprendizagem. Há os que admitem que uma abordagem puramente indutiva será a mais adequada, a eles se contrapondo os que acentuam as vantagens de uma abordagem dedutiva.

(\*) Agradecemos a Luiz Alberto de Lima Nassif e Verônica dos Santos Leite Ribeiro pela sua valiosa colaboração na construção de instrumentos utilizados nesta pesquisa; aos Colégios Rainha da Paz e São Domingos e ao Instituto Estadual de Educação Virgínia Rodrigues Alves de Carvalho Pinto, pela sua cooperação, facilitando nosso contato com seus alunos, e a estes jovens, que foram sujeitos da pesquisa; e à Abril Cultural, cujo interesse e apoio propiciaram-nos o material e as condições necessários à realização da pesquisa.

(\*\*) Do Departamento de Pesquisas Educacionais da Fundação Carlos Chagas.

Por outro lado, mesmo entre os indutivistas há divergências metodológicas. Há os que defendem uma linha "molecular", em que o sujeito é treinado a fazer descobertas parciais sem uma visão prévia de conjunto e há os que defendem a idéia de que o processo de aprendizagem deve ser "molar", isto é, partir de uma visão de conjunto da situação proble-

ma e exigir que o aluno levante hipóteses, teste-as e conclua por si próprio.

As evidências existentes sobre as várias orientações metodológicas acima apresentadas estão longe de serem consideradas definitivas. Um longo esforço de pesquisa ainda se faz necessário, especialmente no sentido de avaliar as contribuições que novos currículos e nova tecnologia educacional possam trazer para a aprendizagem do comportamento científico. O presente estudo se insere nessa linha de investigações e se propõe a verificar em que medida o objetivo de desenvolver este comportamento pode ser atingido através dos "kits" da série *Os Cientistas* que a Abril/FUNBEC lançaram no mercado.

## II — PLANEJAMENTO DA PESQUISA

### 1.º — Definição de comportamento científico

A especificação de comportamento científico foi feita em termos cognitivos e atitudinais, isto é, definimos comportamento científico como resultante da aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários à compreensão e aplicação do método científico. Os conhecimentos dizem respeito a conceitos, terminologia científica, etc.. Dentre as habilidades intelectuais necessárias, incluímos as seguintes:

1. observar e medir coisas e fenômenos com meticulosidade e rigor;
2. perceber ou discernir problemas;
3. formular hipóteses adequadas ao problema;
4. testar hipóteses, realizando ou concebendo experimentos;
5. interpretar dados e extrair conclusões pertinentes.

No domínio das atitudes, incluímos as seguintes:

1. ter curiosidade, ser inquisitivo;
2. apreciar o desafio de uma atividade de descoberta;
3. basear suas opiniões, tanto quanto possível, em fatos comprovados;
4. não tirar conclusões apressadas.

Pesquisas realizadas (Cattell *et alii*, 1950) demonstram que o interesse pode ser considerado como a dimensão de intensidade de uma atitude. Isto significa que ao medirmos interesse científico estaremos indiretamente medindo atitude científica.

Por outro lado, tem-se considerado o interesse como fator determinante de atenção e aprendiza-

gem e de efeitos inibitórios sobre processos de não-perseverança. Conseqüentemente, medidas mais objetivas de interesse podem ser conseguidas através de variáveis tais como distração, persistência na tarefa, retenção imediata, etc..

### 2.º — Análise da orientação metodológica dos "kits" da série Os Cientistas

Os "kits" seguem a orientação que denominamos *indutiva molecular*. Através de uma série de etapas, o sujeito é levado a realizar experimentos a fim de constatar certas relações entre fenômenos.

Há, em cada experimento, um problema gerador, a partir do qual o sujeito deve montar um instrumental e realizar a experiência, para depois responder às questões — o que aconteceu? como? por que? — relativas ao problema.

Ao longo das instruções, enfatiza-se repetidas vezes que a montagem dos aparatos deve ser cuidadosa, meticulosa, a fim de possibilitar conclusões precisas. A preocupação com o rigor nas observações está presente, também, quando as instruções recomendam ao sujeito que confirme seus resultados, repetindo as experiências, em dois casos:

- a) quando os resultados que obteve divergem dos resultados esperados (ou corretos);
- b) quando há necessidade de repetição para compensar as variações de medida.

Recebe-se a cada passo informação da correção ou não das respostas encontradas, antes de se passar para o próximo passo.

### 3.º — Material utilizado

— os quatro primeiros "kits" da série *Os Cientistas*: NEWTON, LAVOISIER, EINSTEIN e VOLTA;

— o "kit" modificado referente a GALILEU.

### 4.º — Sujeitos

Grupo Experimental: 24 sujeitos

Grupo Controle: 24 sujeitos

Esses sujeitos foram sorteados aleatoriamente dentre os alunos, de cada um dos sexos, de 8.ª série de três colégios da cidade de São Paulo. Só entraram na composição da amostra sujeitos que ainda não tinham trabalhado com nenhum dos "kits" da série. O Grupo Experimental foi distribuído ao

acaso em quatro sub-grupos de seis alunos cada um, de forma que cada sub-grupo pudesse trabalhar com cada um dos quatro "kits", em rodízio, para se poder controlar a possível influência da ordem de realização.

Especificam-se nas Tabelas I, II e III as características dos sujeitos componentes desses dois grupos, quanto a idade, sexo e nível sócio-econômico, avaliada este segundo a escala de prestígio ocupacional (modificada), de Hutchinson (Dias, 1962). Observa-se que as médias de idade do Grupo Experimental e do Grupo Controle são iguais ( $\bar{x}=15$  anos), e as variabilidades também semelhantes (Grupo Experimental:  $s=1,12$ ; Grupo Controle:  $s=1,3$ ). A distribuição do nível sócio-econômico é, também, bastante semelhante nos dois grupos: para os dois níveis mais altos da escala (2 e 3) temos em cada grupo 11 alunos, e nos níveis mais baixos (5 e 6), quatro alunos no Grupo Experimental e cinco no Controle.

TABELA I — Distribuição dos sujeitos segundo a idade

Idade \ Grupo	Experimental	Controle
13	3	—
14	8	9
15	9	11
16	3	3
18	1	—
20	—	1
Total	24	24

TABELA II — Distribuição dos sujeitos segundo o sexo

Sexo \ Grupo	Experimental	Controle
Masculino	11	12
Feminino	13	12
Total	24	24

TABELA III — Distribuição dos sujeitos segundo o nível sócio-econômico

(Escala de Prestígio de Hutchinson)

Níveis \ Grupos	Experimental	Controle	Total
2	5	8	13
3	6	3	9
4	9	8	17
5	3	5	8
6	1	—	1
Total	24	24	48

5.º — Plano do Trabalho e Instrumentos Empregados \*

A presente pesquisa foi realizada em cinco dias consecutivos. Nos quatro primeiros, o Grupo Experimental trabalhou, por um sistema de rodízio, com os "kits" referentes a NEWTON, LAVOISIER, EINSTEIN e VOLTA. No quinto dia, tanto o Grupo Experimental como o Controle trabalharam com o "kit" GALILEU modificado.

Os instrumentos utilizados para a medida dos objetivos que nos propunhamos a avaliar foram:

- Escala de Observação de Persistência na tarefa;
- Roteiro de Observação da concentração na tarefa;
- Opinionário (anexo 1);
- Prova Objetiva de conhecimentos e habilidades intelectuais, com 40 itens de 5 alternativas;
- "kit" GALILEU modificado;
- dois problemas relativos ao "kit" GALILEU;
- Teste de Retenção imediata, com 5 questões, relativo ao "kit" GALILEU.

O quadro a seguir resume os objetivos visados, as variáveis e os instrumentos utilizados para sua medida.

(\*) Relatório completo desta pesquisa, contendo os instrumentos utilizados e outros detalhes, encontram-se na Biblioteca do Departamento de Pesquisas Educacionais da Fundação Carlos Chagas.

		Objetivos	Variáveis	Instrumentos
Comportamento Científico	Aspectos Atitudinais	Interesse	1. Persistência na tarefa 2. Concentração na tarefa 3. Opinião sobre a tarefa	Escala de Observação Roteiro de Observação Opiniário
	Aspectos Cognitivos	Aquisição de conhecimento.  Comportamento de solução do problema.	4. Aprendizagem (conhecimento de conceitos e terminologia, habilidades de compreensão e aplicação de princípios). 5. Habilidade em observar e medir coisas e fenômenos com meticulosidade e rigor, em perceber o problema, testar hipóteses, interpretar dados e extrair conclusões. 6. Habilidade para discernir o problema, formular hipóteses adequadas, conceber um experimento para testá-las, observar e medir coisas com meticulosidade e rigor, interpretar os dados e extrair conclusões pertinentes. 7. Retenção imediata (GALILEU).	Prova Objetiva (Pré e Pós-teste)  "kit" GALILEU (modificado) Escala de Observação  "kit" GALILEU — 1.º e 2.º problemas  Teste de Retenção

Como se pode verificar pelo quadro anterior, os instrumentos foram construídos para avaliar as variáveis que operacionalizam aspectos atitudinais e cognitivos do comportamento científico, tais como foram colocados na introdução do presente trabalho.

Durante cada sessão do Grupo Experimental, que durava em média três horas, os observadores\* acompanhavam o trabalho assinalado, para cada sujeito:

a) os passos cumpridos, na Escala de Persistência;

b) a incidência de comportamento de distração, no Roteiro de Observação.

Ao fim do primeiro dia de trabalho, tendo cada sub-grupo do Grupo Experimental trabalhado com um dos quatro "kits", pediu-se aos sujeitos que respondessem a um Opiniário com o objetivo de avaliar o interesse despertado pelos diferentes materiais e pela tarefa, as possíveis dificuldades, etc..

A Prova Objetiva de conhecimentos e habilidades intelectuais foi aplicada a ambos os grupos: como pré-teste, foi aplicado ao Grupo Experimental, antes do início da primeira sessão de trabalho, e ao Grupo Controle, em suas escolas; como pós-teste, foi aplicado, aos dois grupos, antes do início da quinta sessão de trabalho. Nesta sessão, os sujeitos do Gru-

po Experimental e do Grupo Controle trabalharam com o "kit" GALILEU modificado. A bula para este "kit" resultou de algumas modificações, introduzidas na bula original, a saber:

a) supressão de toda a parte relativa a experimentos sobre queda dos corpos;

b) eliminação do tratamento experimental com o fator massa, em relação ao pêndulo;

c) supressão da chave de correção: o sujeito não era informado do acerto ou erro de suas respostas às questões levantadas.

Essas modificações foram necessárias a fim de possibilitar a avaliação dos aspectos cognitivos do comportamento científico.

Com este mesmo objetivo, propôs-se ainda aos sujeitos dos Grupos Experimental e Controle dois problemas relativos ao pêndulo com que haviam trabalhado.

No primeiro problema, os sujeitos deveriam ser capazes de conceber uma experiência para determinar a existência ou não da influência do fator massa sobre o período do pêndulo. Para resolver este problema, já deveriam ter interiorizado o princípio de que o período do pêndulo depende do comprimento do fio, mas não depende do ângulo de oscilação.

Para resolver o segundo problema, os sujeitos deveriam ter aprendido, através do primeiro problema, que o fator massa não influi no período do pêndulo e que, portanto, a solução da questão depende-

(\*) Os observadores eram todos estudantes universitários que receberam treinamento específico na utilização da Escala de Observação para persistência na tarefa e no Roteiro de Observação para concentração na tarefa.

ria apenas da manipulação da variável comprimento do fio.

Em ambos os problemas era importante que os sujeitos tivessem aprendido a medir corretamente o período.

Nessa mesma sessão, foi feita uma observação sistemática dos aspectos de persistência e qualidade de execução da tarefa, tanto no que respeita aos trabalhos com o "kit", como no que se refere à resposta aos problemas. Para este fim, elaborou-se um roteiro de observação específico.

### III — APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 1. Persistência e concentração na tarefa. Opinionário

As tabelas IV e V resumem os resultados obtidos na observação quanto a persistência e concentração na tarefa.

Foram feitas duas tabulações para a Escala de Persistência na tarefa:

1.º — número de sujeitos que atingiram os 27% do intervalo superior da escala de pontos obtidos;

2.º — número de sujeitos que atingiram o máximo de pontos que podem ser obtidos em cada um dos "kits".

Através de uma análise de conteúdo do Roteiro de Observação, os comportamentos de distração foram classificados inicialmente em 27 categorias, depois sintetizadas em duas grandes classes de comportamentos: verbais e não-verbais.

A Tabela IV permite ver que a maioria dos sujeitos mostrou persistência em todas as tarefas, o que nos leva a pensar que elas são bastante motivadoras. Notamos também que, nos "kits" EINSTEIN e VOLTA, poucos sujeitos conseguiram o máximo de pontos em persistência. São "kits" de trabalho mais demorado, o de EINSTEIN apresentando alguma dificuldade nas experiências, especialmente no que se refere ao efeito fotoelétrico, e o de VOLTA apre-

TABELA IV — Número de sujeitos que atingiram os 27% do intervalo superior de pontos obtidos e número de sujeitos que atingiram o máximo de pontos da escala, por "kit" (n = 24)

Critério	"kit"			
	Newton	Lavoisier	Einstein	Volta
27% superior	21	19	18	15
Máximo de pontos	13	12	3	6

TABELA V — Frequência de comportamentos Verbais e Não-Verbais de distração, por "kit"

Comportamento de distração	"kit"				Total
	Newton	Lavoisier	Einstein	Volta	
Verbal	2	4	4	6	16
Não-verbal	19	64	60	30	173
Total	21	68	64	36	189

sentando dificuldades nas experiências sobre a corrente elétrica. As respostas obtidas às questões n.º 10 e n.º 13 do Opinonário permitem-nos afirmar isto. Pelas respostas dadas a essas questões, verificamos também que alguma dificuldade é apontada em relação ao LAVOISIER, e é justamente nos "kits" de EINSTEIN e LAVOISIER que encontramos o mais alto índice de comportamentos de distração.

Quanto às informações obtidas no Opinonário, em síntese verificamos que:

a) nenhum sujeito se mostrou desinteressado; apenas dois "pouco interessado", e 94% "razoavel-

mente" ou "muito interessado" (destes, 58% "muito interessado");

b) as principais razões do interesse são "Gosto de fazer experiências", "Gosto de tarefas que levam a gente a fazer coisas", "Nem senti o tempo passar" e "As instruções eram sempre claras e fáceis de serem seguidas";

c) as experiências apontadas como "a que mais gostou" foram as de massa e aceleração (NEWTON), reação de química em sistema fechado (LAVOISIER), o galvanômetro (VOLTA), sendo as principais razões da preferência o fato de serem: "interessan-

te”, “instrutiva”, “precisão dos resultados”, “fácil de compreender e de fazer”, “novidade”;

d) foi muito baixa a frequência de sujeitos apontando experiências “que menos gostou”, a maioria respondendo “nenhuma” a esta questão;

e) quanto à dificuldade no trabalho, só um sujeito apontou ter tido muita dificuldade (NEWTON); sete apontaram razoável dificuldade, cinco dos quais no EINSTEIN. Dos sujeitos da amostra, 66% apontaram pouca ou nenhuma dificuldade;

f) as razões principais para “muita” ou “razoável dificuldade” foram “nem sempre as peças se encaixavam bem” e “nem sempre eu conseguia entender o que me pediam para fazer”; dentre as razões para “pouca” ou “nenhuma dificuldade” a que teve mais alto nível foi “as instruções eram sempre claras e fáceis de acompanhar” seguida de “as peças são fáceis de encaixar e de usar” e “aprendi a observar e experimentar”;

g) na discriminação de dificuldade ou facilidade, nas diversas experiências de cada “kit”, foram

apontadas novamente dificuldades quanto ao encaixe de peças e erros de cálculo e contagem. Essas dificuldades aparecem relacionadas com a experiência de força e aceleração (NEWTON), de efeito fotoelétrico (EINSTEIN), e de corrente elétrica (VOLTA). Por outro lado, foi apontada facilidade de trabalho na grande maioria das montagens e realização das experiências;

h) quanto à apresentação material dos “kits”, 87% dos sujeitos foram de opinião que estão bem construídos.

## 2. Pré e Pós-teste

Os resultados obtidos pelos sujeitos do Grupo Experimental e do Grupo Controle acham-se discriminados no anexo 2 e sintetizados na Tabela VI. Na comparação entre os resultados, foram utilizados o “Wilcoxon Rank Sum Test: unpaired replicates” e o “Wilcoxon Rank Test: for paired observations”.

TABELA VI — Médias e Variâncias dos escores brutos no Pré e Pós-teste

Estatísticas	Grupos	Experimental		Controle	
		Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Média		14,79	19,12	16,29	16,08
Variância		11,56	22,11	21,61	23,99

Podemos concluir que:

a) não houve diferença significativa no pré-teste entre os Grupos Experimental e Controle;

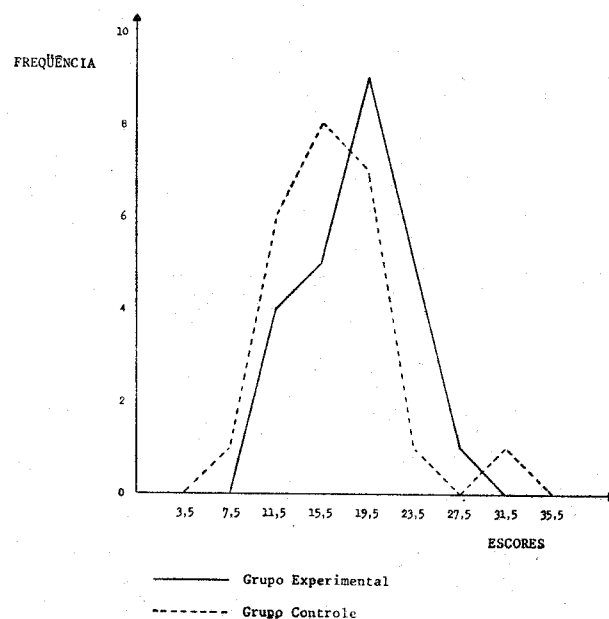
b) houve uma diferença altamente significativa (0,001), evidenciando ganho, entre o pré e o pós-teste do Grupo Experimental;

c) não houve diferença significativa entre o pré e o pós-teste do Grupo Controle; não houve ganho nos resultados do pós-teste deste grupo;

d) houve uma diferença significativa (0,025) entre os resultados no pós-teste do Grupo Experimental e do Grupo Controle, sendo os resultados do Grupo Experimental significativamente maiores do que os do Grupo Controle. Pode-se ter uma visão deste ganho no Gráfico 1;

e) o aumento de variância no pós-teste, em relação ao pré-teste, foi muito maior no Grupo Experimental do que no Grupo Controle; este dado, acrescido à diferença constatada entre as médias, indica que houve uma aprendizagem no Grupo Experimental, mas que seus sujeitos não dominaram de maneira uniforme os conceitos e habilidades envolvidos no teste.

Gráfico 1 — Polígono de Frequência — Pós-teste dos Grupos Experimental e Controle



3. Resultados da sessão de trabalho com o "kit"  
GALILEU modificado

No que se refere à persistência na tarefa de realizar as experiências propostas no "kit" GALILEU modificado, ambos os grupos apresentaram alto grau de persistência. Do Grupo Experimental, 79% dos sujeitos se colocaram nos 27% do extremo superior de pontos, contra 75% do Grupo Controle. O material parece despertar interesse, mesmo sem ter a confirmação das respostas, o que era o caso neste "kit" modificado; mostra-se, também, altamente atraente e motivador para os que entram em contato com ele pela primeira vez.

Ao mesmo tempo que os observadores acompanhavam o cumprimento dos passos deste "kit", faziam observações quanto a alguns comportamentos relativos à realização das experiências. Estes comportamentos poderiam servir como referencial da aquisição de certas habilidades — como precisão de medida e de observação — que poderiam diferenciar o Grupo Experimental do Grupo Controle e foram anotados através de um roteiro de observação específico.

Na Tabela VII estão tabuladas as frequências relativas a estas observações.

TABELA VII — Comportamentos observados na realização do "kit" GALILEU modificado

Experi- mentos	Observações	Grupo Experimental			Grupo Controle		
		Sim	Não	Branco	Sim	Não	Branco
A	1. Escolhe bola correta	23	—	1	24	—	—
	2. Coloca durex se o percevejo escapa	15	2	7	17	—	7
	3. Afasta a bola sem que haja fator impedindo oscilação	16	7	1	18	5	1
B	4. Usa bocal preto (correto)	23	—	1	23	1	—
	5. Usa corretamente a escala	13	8	3	11	12	1
	6. Azera o nível da água	20	4	—	20	3	1
	7. Solta a bola e começa a medida no mesmo instante	23	1	—	20	2	2
	8. Conta 10 idas e voltas do pêndulo	18	5	1	16	8	—
C	9. Faz os traços para controlar o ângulo de oscilação corretamente	17	6	1	18	6	2
	10. Alinha corretamente	18	5	1	20	4	—
	11. Azera o nível da água	22	2	—	19	5	—
	12. Solta a bola e começa a medida simultaneamente	23	1	—	21	3	—
	13. Conta 10 idas e 10 voltas	20	4	—	14	10	—
	14. Alinha corretamente	21	2	1	20	4	—
D	15. Mede realmente o fio para ser duas vezes maior	22	2	—	21	3	—
	16. Solta a bola e começa a medir simultaneamente	20	1	3	21	2	1
	17. Conta 10 idas e 10 voltas	17	2	5	12	11	1

Nesta tabela aparecem algumas diferenças, embora pequenas. Assim, verifica-se que:

a) comparados com o Grupo Controle, mais sujeitos do Grupo Experimental usam corretamente a escala de medida;

b) no cuidado de azerar o nível da água para começar a medida, no experimento B, ambos os grupos se mostraram igualmente cuidadosos; já no seguinte, C, o número de sujeitos do Grupo Experi-

mental que mantém esta preocupação é maior que o do Grupo Controle;

c) quanto à precisão no soltar a bola e começar simultaneamente a medir, tanto no experimento B como no C, maior número de sujeitos do Grupo Experimental teve este cuidado;

d) na contagem das idas e voltas do pêndulo, no experimento B e, especialmente, no C e no D, o número de sujeitos do Grupo Experimental que fez a contagem correta foi bem superior ao do Grupo Controle.

Em síntese, podemos considerar que há evidência, embora pequena, de que os sujeitos do Grupo Experimental têm mais preocupação com relação à precisão das medidas a serem obtidas do que os sujeitos do Grupo Controle.

No pequeno teste de retenção imediata, aplicado logo após o término das experiências do "kit" GALILEU, a média do número de respostas corretas foi maior para o Grupo Controle. Este obteve uma média de 2,8 respostas corretas, e o Grupo Experimental de 2,1: uma razão para esta diferença talvez possa ser a situação motivadora causada por um material inédito para o Grupo Controle.

Analisando-se as formas de solução oferecidas aos dois problemas propostos, foram observadas va-

riáveis que poderiam evidenciar a apreensão e utilização dos conceitos introduzidos com o "kit", a preocupação com a observação, a precisão das mensurações, a capacidade de conceber e realizar uma experiência, etc.. Assim é que se observou, por exemplo, a consideração da variabilidade da massa, da manutenção ou não do comprimento do fio, repetição da experiência para confirmar resultados obtidos, rigor na medida, resposta correta ou incorreta, etc. (ver Tabelas VIII e IX). Além disto, o encaminhamento da solução foi classificado através de uma análise de conteúdo, em:

*Solução insatisfatória* — quando houve erro na resposta ou na medida e no processo, tendo-se evidenciado que o sujeito não assimilou os conceitos com a realização das experiências do "kit";

*Solução razoável* — quando acertou a resposta apresentando, no entanto, algum erro na mensuração ou no processo;

*Solução satisfatória* — quando houve acerto de resposta, sem erros no processo e nas medidas, com claras evidências de que apreendeu corretamente os conceitos que a realização do "kit" propicia.

Os dados estão reunidos nas Tabelas VIII e IX.

TABELA VIII — Encaminhamento da Solução do 1.º problema — "kit": GALILEU

Variáveis	Grupo	
	Experimental	Controle
Variou massa (Sim)	24	22
Manteve constante o comprimento do fio (Sim)	13	11
Repetiu experiências (Sim)	13	11
Resposta correta	15	7
Resposta errada	7	15
Solução Insatisfatória	8	15
Solução razoável	4	3
Solução Satisfatória	10	4
Não fizeram	—	2
Desistiram depois de tentar o experimento	2	—

TABELA IX — Encaminhamento da Solução do 2.º problema — "kit": GALILEU

Variáveis	Grupo	
	Experimental	Controle
Variou comprimento do fio (Sim)	15	14
Mediu corretamente o fio na solução (Sim)	12	8
Repetiu experiência (Sim)	9	11
Leitura correta da escala	14	12
Solução Insatisfatória	7	11
Solução razoável	—	—
Solução Satisfatória	12	8
Não fez	4	5
Desistiu	1	—



Tanto no que se refere à solução do primeiro como do segundo problema, o Grupo Experimental apresentou melhor desempenho do que o Grupo Controle. Assim é que, no primeiro problema, 15 sujeitos do Grupo Experimental acertaram a resposta e, do Grupo Controle, apenas 7; dentre os sujeitos deste último grupo, 7 obtiveram soluções razoáveis e satisfatórias, contra 14 do Grupo Experimental. Dentre as soluções satisfatórias para o primeiro problema algumas foram consideradas mais criativas ou menos criativas pelos especialistas. A solução considerada mais criativa apareceu somente em um dos sujeitos, justamente do Grupo Experimental.

No segundo problema também o número de soluções satisfatórias é maior para o Grupo Experimental, evidenciando-se ainda, neste grupo, maior precisão e preocupação com respeito às mensurações.

#### IV — CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente experimento podem ser assim sumariadas:

1. Houve alto grau de persistência na tarefa, em todos os "kits".

2. Houve baixa incidência de comportamentos de distração. Estes foram mais numerosos nos "kits" LAVOISIER e EINSTEIN para os quais foram também observadas e apontadas dificuldades maiores na realização. Estas dificuldades ocorreram, no "kit" LAVOISIER, na montagem e equilíbrio da balança, e no "kit" EINSTEIN, na obtenção do efeito fotoelétrico\*.

(\*) Em ambos os casos, estas dificuldades não podem ser atribuídas exclusivamente à falta de habilidade dos sujeitos, mas também a condições ligadas ao próprio material e a fatores ambientais, como diferenças de peso nos pratos da balança e umidade excessiva do ar.

3. A grande maioria das opiniões emitidas pelos sujeitos reflete interesse pelos "kits", sendo ressaltados aspectos como a clareza e facilidade das instruções, a adequação das peças, a novidade e o interesse que as experiências despertaram.

4. Comparados com o Grupo Controle, os sujeitos do Grupo Experimental apresentaram um ganho bastante significativo em termos de conhecimentos e habilidades intelectuais.

5. No rigor e precisão de medida e no encaminhamento de solução dos problemas do "kit" GALILEU modificado, o Grupo Experimental mostrou melhores resultados com número de "soluções satisfatórias" bem maior que o das do Grupo Controle.

Nossos resultados permitem concluir pela superioridade do Grupo Experimental em relação ao Grupo Controle no que respeita às variáveis cognitivas do comportamento científico. Isto pode indicar que o trabalho com os "kits" da série *Os Cientistas* teve como efeito desenvolver nos sujeitos do Grupo Experimental conhecimento de conceitos e terminologia, habilidades de compreensão e aplicação de princípios, rigor na observação e mensurações, capacidade de solucionar problemas através de teste experimental de hipótese, o que, em conclusão, permite afirmar que, a longo prazo, o material se presta ao desenvolvimento do que chamamos de comportamento científico. Todavia, em experimento desta natureza, com pequenas amostras e grupos de controle, apesar do rigor metodológico, há sempre a interferência de variações individuais decorrentes do processo anterior de escolarização de cada sujeito; dessa forma, as diferenças possivelmente seriam mais consistentes não fora esse tipo de interferência.

Os dados relativos a persistência, concentração e retenção imediata sugerem, por sua vez, que esse material é altamente motivador.

#### BIBLIOGRAFIA

BLOOM, B. S., et al. 1971 — *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York, McGraw-Hill.

BRUNER, J. S. 1968 — *Toward a theory of instruction*. New York, Norton.

BRUNER, J. S. 1968 — *O processo da educação*. São Paulo, Ed. Nacional.

CATTELL, R. B., HEIST, A. B., HEIST, P. A., STEWART, R. G. 1950 — The objective measurement of dynamic traits. *Educational and psychological measurement*. Durham, W. Scott Gehman, 10 (2): 224-248.

DIAS, J. A. 1967 — *Ensino Médio e estrutura sócio-econômica*. Rio de Janeiro, INEP.

EBEL, R. L. 1965 — *Measuring educational achievement*. New Jersey, Prentice-Hall.

HUTCHINSON, B. 1961 — *Mobilidade e trabalho*, MEC-INEP.

JUNGWIRTH, E. 1970 — An evaluation of the attained development of the intellectual skills needed for "Understanding of the nature of scientific enquiry" by B.S.C.S. Pupils in Israel, *Journal of Research in Science Teaching*. New York, John Wiley, 7: 141-151.

WILCOXON, F., WILCOX, R. A. 1964 — *Some rapid approximate statistical procedures*. New York, Lederle Laboratories, Pearl River (rev.).

## A N E X O 1\*

### OPINIONÁRIO

#### Instruções

Estamos interessados em colher suas observações acerca do trabalho que você acaba de fazer. Gostaríamos, pois, de pedir-lhe que responda às perguntas impressas a seguir.

**NÃO HÁ NECESSIDADE DE COLOCAR SEU NOME**

Lembre-se: estamos interessados em respostas sinceras e cuidadosas.

#### I. DADOS GERAIS

1. Sexo: MASCULINO  FEMININO
2. Quantos anos você completou no último aniversário? .....
3. Escola: .....
4. Assinale o "kit" com que você trabalhou hoje:  
Newton  Volta   
Lavoisier  Galileu   
Einstein

#### II. IMPRESSÕES PESSOAIS

5. Durante a realização do trabalho você estava, de um modo geral:  
 Desinteressado  
 Pouco interessado  
 Razoavelmente interessado  
 Muito interessado
6. Se você respondeu, na pergunta 5, que estava **DESINTERESSADO** ou **POUCO INTERESSADO**, como explicaria isso? (pode assinalar mais de uma alternativa).  
 Não gosto de fazer experiências  
 Não gosto de tarefas que exigem habilidade manual  
 Eram muitas as coisas para fazer e eu me cansei

(\*) Os espaços previstos para respostas no original do Opiniário, aqui reproduzido, foram reduzidos para fins desta publicação.

- As instruções não eram sempre claras
  - Nem sempre as peças se encaixavam bem
  - Outra razão. Qual? .....
7. Se você respondeu, na pergunta 5, que estava **RAZOAVELMENTE INTERESSADO** ou **MUITO INTERESSADO**, como explicaria isso? (pode assinalar mais de uma alternativa).  
 Gosto de fazer experiências  
 Gosto de tarefas que levam a gente a mexer com coisas  
 Nem senti o tempo passar  
 As instruções eram sempre claras e fáceis de serem seguidas pela gente  
 As peças sempre se encaixam bem e são muito atraentes  
 Apesar de que as peças nem sempre se encaixam bem, acho que o material é atraente  
 Outra razão. Qual? .....
  8. Das experiências que você fez hoje, qual a que *mais* lhe agradou? .....
  9. Das experiências que você fez hoje, qual a que *menos* lhe agradou? .....  
Porque? .....
  10. Na realização do trabalho de hoje, você sentiu:  
 Muita dificuldade  
 Razoável dificuldade  
 Pouca dificuldade  
 Nenhuma dificuldade
  11. Se você respondeu, na pergunta 10, que sentiu **MUITA DIFICULDADE** ou **RAZOÁVEL DIFICULDADE**, como explicaria isso? (pode assinalar mais de uma alternativa).  
 Não dou para fazer experiências  
 Não dou mesmo para coisas de física e química  
 Exige muita habilidade manual, que eu não tenho

- Nem sempre, eu conseguia entender o que me pediam para fazer
  - Nem sempre as peças se encaixavam bem
  - Outra razão. Qual? .....
12. Se você respondeu, na pergunta 10, que sentiu **POUCA DIFICULDADE** ou **NENHUMA DIFICULDADE**, como explicaria isso? (pode assinalar mais de uma alternativa).
- Sou "gamado" por experiências e em geral me saio bem
  - "Adoro" coisas de ciências físicas e químicas; em geral, me saio bem
  - Tenho muita facilidade para lidar com coisas
  - As instruções eram sempre claras e fáceis de acompanhar
  - As peças são fáceis de encaixar e de usar
  - Aprendi a observar e experimentar
  - Sempre que posso, faço as minhas "experiências"
  - Outra razão. Qual? .....
13. Das experiências que você fez hoje, qual aquela em que sentiu *um pouco mais de dificuldade*?  
.....  
Porque? .....
14. Das experiências que você fez hoje, qual aquela em que sentiu *maior facilidade*? .....
- Porque? .....
15. Se você pudesse, gostaria de: (pode assinalar mais de uma alternativa)
- Repetir o trabalho que fez hoje com o "kit"
  - Tentar fazer novas experiências com o material do "kit" de hoje
  - Trabalhar com outro "kit" da série *Os Cientistas*
  - Trabalhar com outro "kit" da série *Os Cientistas*, mas que trate de assuntos não ligados à física ou química
  - Não trabalhar mais com material de "kit" da série *Os Cientistas*
  - Outra coisa. Qual? .....

16. Em sua opinião, o material deste "kit" está:
- Bem construído: suas peças se encaixam com facilidade
  - Mal construído: suas peças *nem sempre* se encaixam com facilidade
17. Você teria alguma sugestão para tornar o "kit" de hoje mais atraente e/ou mais fácil?
- SIM                       NÃO
- Se respondeu SIM, diga qual (quais) .....

## A N E X O 2

Resultados obtidos no Pré e no Pós-teste pelo Grupo Experimental e Grupo Controle (número de acertos)

	Grupo Experimental		Grupo Controle	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
16	16	22	21	16
19	19	24	14	17
15	15	21	18	15
17	17	20	15	13
14	14	15	23	23
11	11	14	10	10
15	15	25	7	12
22	22	25	21	17
9	9	12	17	19
12	12	20	16	15
13	13	21	10	7
15	15	18	18	19
21	21	19	9	13
18	18	21	18	19
9	9	13	15	18
16	16	17	24	30
16	16	25	16	14
11	11	13	24	21
18	18	29	16	15
16	16	21	20	19
11	11	21	15	10
14	14	12	12	10
13	13	14	13	15
14	14	17	19	19