

## COMPREENSÃO DE EXPERIÊNCIAS EM CIÊNCIA POR CRIANÇAS DE 3º E 6º ANOS DE ESCOLARIDADE: UM ESTUDO DE INTERVENÇÃO

Ana Maria Seródio  
*Instituto Superior de Ciências Educativas, Odivelas*  
ana.serodio@netvisao.pt

Peter Bryant  
*Oxford Brookes University*

Amália Bárrios  
*Escola Superior de Educação de Lisboa*

---

67

### INTRODUÇÃO

Existem na literatura duas linhas distintas de investigação no desenvolvimento do raciocínio científico. Uma delas baseia-se nos conteúdos das disciplinas científicas, concentrando-se nas ideias intuitivas das crianças acerca dos conceitos científicos e de que forma estas ideias se modificam ao longo da aprendizagem. A outra linha de investigação centra-se nos processos envolvidos nas actividades científicas, isto é, em quando e como as crianças recolhem informação, planeiam e conduzem experiências e como interpretam os resultados. Os objectivos do presente estudo incluem-se nesta última linha de investigação, focando-se nas estratégias de raciocínio que permitem a avaliação de experiências com vista à confirmação de determinada hipótese.

Os processos da ciência, tais como o controle de variáveis, correspondem a capacidades cognitivas fundamentais na cultura científica. Embora os cientistas os usem para criar conhecimento científico, eles são também essenciais e aplicados na vida quotidiana. Conhecer e ser capaz de usar estes processos faz parte de uma literacia científica que todas as crianças deveriam desenvolver. De entre os vários processos da ciência, identificar e controlar variáveis numa experiência é um dos mais rigorosos e exigentes do raciocínio científico.

O principal objectivo deste estudo consistiu em determinar se crianças a quem nunca tinha sido ensinado o mecanismo de controle de variáveis conseguiriam facilmente reconhecer uma experiência controlada

como aquela que conduziria a um resultado fiável. Para tal, as crianças têm de compreender que para testar uma hipótese é necessária uma boa experiência. Também precisam de saber que um bom teste científico compara duas situações e que nessa comparação todas as condições (variáveis) têm de ser idênticas excepto uma, que é precisamente aquela que estamos interessados em testar e que está presente na hipótese.

Num estudo pioneiro em raciocínio científico publicado em 1958, *“The growth of logical thinking from childhood to adolescence”*, Inhelder & Piaget usaram problemas científicos para testar a presença de estruturas formais em crianças e adolescentes. O método usado consistiu em levar os participantes a responder a perguntas científicas através da realização de experiências. Por exemplo, na tarefa “oscilação do pêndulo e as operações de exclusão”, os participantes tinham de manipular as variáveis independentes (a saber, comprimento do fio, peso da bola, altura do ponto de largada) com a finalidade de descobrirem as regras da experimentação. As crianças no estágio das operações concretas (7-8 até 11-12 anos) não foram capazes de verificar a acção de um factor mantendo todos os outros constantes.

Devido à complexidade de planejar e conduzir experiências científicas, especialmente de planejar experiências controladas, não surpreende que a literatura existente acerca do desenvolvimento das capacidades de experimentação seja consistente em considerar que crianças da escola básica não compreendam a lógica da experimentação, e portanto não consigam desenhar e conduzir experiências científicas. (Kuhn *et al.* 1988). No entanto, alguns estudos recentes - Sodian *et al.* (1991), Ruffman *et al.* (1993), Bullock & Ziegler (1999), Chen & Klahr’s (1999), Howe (1999) - sugerem que mesmo crianças muito novas podem compreender alguns aspectos da experimentação. Estes estudos consistiram em tarefas simplificadas, consideraram apenas algumas componentes do raciocínio científico e pediram às crianças que avaliassem experiências, e não que as planeassem e realizassem.

No presente estudo, para além de apreciarem e escolherem experiências correctas e controladas, as crianças tinham de apresentar claramente uma explicação para a escolha feita. Através destas justificações, os processos mentais dos participantes puderam ser examinados com mais profundidade e a sua compreensão de uma correcta experiência científica pôde ser avaliada.

O segundo objectivo consistiu em contrastar duas formas distintas de apresentar os testes, as quais consistiram em: (1) – apresentá-los em dois grupos distintos, um contendo as experiências correctas e outro as incorrectas, e (2) – apresentar as experiências correctas e incorrectas sem nenhuma ordem estabelecida. A primeira foi denominada de “forma de apresentação passiva” e a segunda de “forma de apresentação activa”. O propósito desta abordagem foi explorar os processos de pensamento subjacentes ao racio-

---

cínio científico.

O terceiro objectivo centrou-se na análise das justificações incorrectas apresentadas pelas crianças na tentativa de compreender os processos mentais envolvidos no raciocínio científico, de forma a responder às seguintes questões: (1) – As crianças conseguem distinguir variáveis relevantes de não relevantes? (2) – As respostas das crianças são influenciadas pelas suas crenças acerca do fenómeno que está a ser experimentado?

Quando as pessoas raciocinam em contextos do quotidiano, os conhecimentos anteriores podem distorcer o seu raciocínio de modo a influenciar a escolha de hipóteses, de estratégias experimentais e, até, quais os aspectos dos dados que vão, ou não, considerar (Penner & Klahr, 1996).

O quarto objectivo pretendeu explorar diferenças de desenvolvimento cognitivo entre crianças dos 3º e 6º anos de escolaridade através da análise das justificações apresentadas para as escolhas que fizeram.

O quinto e último objectivo consistiu em determinar o grau de dificuldade da aprendizagem do mecanismo do controle de variáveis e verificar a facilidade com que a transferência desta aprendizagem se fazia para outros contextos.

Sumariamente, este estudo foi concebido para testar as seguintes predições directamente relacionadas com os objectivos acima descritos:

- 1- As crianças conseguem compreender em que consiste uma boa experiência científica para verificar uma determinada hipótese.
- 2- É mais difícil escolher uma experiência correcta de entre outras incorrectas do que distinguir um grupo de experiências correctas de um de experiências incorrectas.
- 3- O comportamento das crianças é influenciado pelos seus conhecimentos e/ou crenças acerca do fenómeno a ser experimentado.
- 4- A capacidade de distinguir uma experiência correcta de outra incorrecta e de apresentar uma justificação adequada aumenta com a idade.
- 5- O mecanismo de controle de variáveis pode ser facilmente aprendido e aplicado noutros contextos com ensino apropriado.

## MÉTODOS

### *Participantes*

Os participantes foram 36 crianças do 3º ano (média de idades = 9, 0) e 36 crianças do 6º ano (média de idades = 11, 11) de escolaridade (igual número de rapazes e raparigas) provenientes de duas escolas em Lisboa. Foram seleccionados ao acaso de entre seis turmas (duas de 3º e quatro de 6º ano). Com a finalidade de evitar distorção na selecção dos participantes, os professores foram informados que a entrevista a fazer às crianças não abrangeia assuntos ensinados na escola e que seria importante obter uma amostra representativa de alunos.

### *Tarefas e materiais*

Foram definidos sete problemas científicos diferentes: (1) – Dissolução de um comprimido de Alka-Seltzer em água; (2) – Passagem de óleo por um funil; (3) – Germinação de uma semente; (4) – Descida de uma bola num plano inclinado; (5) – Dissolução de sal em água; (6) – Oscilação do pêndulo e (7) – Crescimento das leveduras. As primeiras seis tarefas foram realizadas por todas as crianças e a tarefa número sete apenas pelas crianças do grupo experimental, uma vez que foi usada na intervenção.

Para cada situação científica, havia uma questão inicial apresentada por escrito num cartão, de forma que a criança a pudesse ler claramente. Esta questão conduzia à variável que deveria ser testada e à formulação de uma de duas hipóteses possíveis (Tabela 2). Estas hipóteses estavam igualmente escritas em cartões, os quais foram usados conforme a escolha do participante. Em cada tarefa existiam duas variáveis que podiam ter dois valores cada. Uma era a variável que tinha de ser manipulada para testar a hipótese formulada. A outra era a variável que tinha de ser controlada para que a experiência fosse correcta e o seu resultado fiável (Tabela 1). A combinação destas duas variáveis com dois valores cada permitiu quatro experiências diferentes. Duas delas consistiam na comparação entre duas situações em que apenas uma variável apresenta diferentes valores, sendo portanto experiências correctas e controladas. As outras duas experiências eram incorrectas, pois ambas as variáveis apresentavam dois valores cada. Os esquemas das montagens experimentais foram apresentados em cartões, que podiam ser livremente manipulados pelas crianças.

Para cada situação experimental a variável não testada (aquela que deveria ser controlada) era a variável acerca da qual as crianças teriam ideias firmes. A forma, na experiência 1, e a cor, na experiência 2, seriam provavelmente consideradas irrelevantes, enquanto que a luz na experiência 3 e a dimensão da bola na experiência 4 seriam consideradas importantes pelas crianças. As variáveis “tipo de sal” e “comprimento do fio” das outras duas situações não foram consideradas relevantes nem irrelevantes pelas crianças (Tabela 1).

A relevância das variáveis não testadas (que necessitam de ser

controladas) não foi considerada importante, pois as crianças não iriam ter conhecimento dos resultados das experiências. No entanto, as ideias e crenças que os participantes poderiam ter acerca dessas variáveis poderia influenciar as suas respostas.

Por outro lado, as crianças estavam familiarizadas com as situações experimentais 1, 3 e 5, mas não com as situações retratadas nas tarefas 2, 4 e 6, uma vez que estas últimas não são ensinadas na escola nem são comuns na vida quotidiana.

**Tabela 1** – Familiaridade dos participantes com as experiências e relevância das variáveis.

	A variável não usada é apresentada como controlada pelo investigador	A variável não usada é apresentada como controlada pelas crianças	A variável não usada é apresentada como controlada pelo investigador
Conhecidas das crianças (comuns na vida quotidiana)	1 – Dissolução do Alho-Selva; Variáveis: Calor (usada) Forma da roscante (deve ser controlada)	3 – Ocreação do soro; Variáveis: Água (usada) Luz (deve ser controlada)	5 – Dissolução do sal Variáveis: Quantidade de água (usada) Tipo de sal (deve ser controlada)
Não conhecidas das crianças (não comuns na vida quotidiana)	2 – Flutuação do óleo Variáveis: Temperatura (usada) Carra da roscante (deve ser controlada)	4 – Flutuação do óleo Variáveis: Inclinação (usada) Densidade da bola (deve ser controlada)	6 – Póndulo Variáveis: Peso da largada (usada) Comprimento da fio (deve ser controlada)

Foi-lhes explicado que teriam de escolher, para cada problema científico, as experiências que considerassem mais correctas, aquelas que um bom cientista faria.

Para cada um dos problemas científicos foi adoptado o seguinte procedimento:

O problema foi apresentado sob a forma de uma questão (Tabela 2) e os participantes foram convidados a formular uma resposta para essa questão (hipótese). Foram também informados que não teriam de se preocupar com a correcção dessa resposta.

- Como as variáveis apresentavam dois valores cada, havia apenas duas possíveis hipóteses que poderiam ser formuladas. Ambas as possíveis hipóteses estavam escritas em cartões, de modo que o cartão onde figurava aquela que fosse escolhida podia ser apresentado imediatamente e permanecer em frente ao participante

- durante o tempo necessário para a criança fornecer a sua resposta.
- Cada participante foi informado que apenas algumas experiências seriam capazes de indicar se a hipótese estaria correcta ou não.
- De seguida, os esquemas de quatro possíveis montagens de experiências foram apresentados em quatro cartões de modo a que as crianças os pudessem facilmente manipular.
- As crianças foram incentivadas a descobrir que existiam apenas duas variáveis nas quatro experiências que foram encorajadas a identificar.

**Tabela 2 – A questão inicial e as duas possíveis hipóteses para cada uma das sete situações experimentais.**

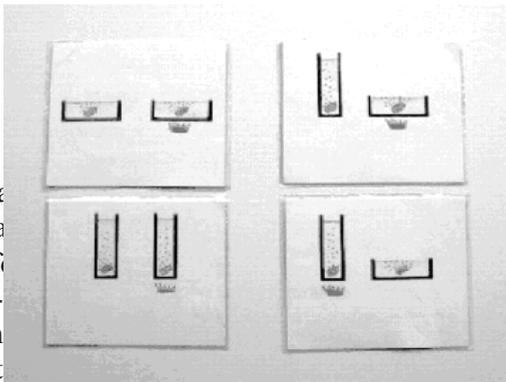
1 – O metal quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>
2 – Pluma quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>
3 – O metal quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>
4 – O metal quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>
5 – O metal quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>
6 – O metal quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>
7 – O metal quente e na água, do e aquece na água de J. Lina-Silva?	<p>Que metal? "A, se não se aquece na água, aquece na água de J. Lina-Silva?"</p> <p>Quais possíveis hipóteses:</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p> <p><input type="checkbox"/> A água quente, do metal, resolve-se na água de J. Lina-Silva.</p>

ferentes,  
indicada

Tabela 3 –  
A – Forma

N	Ordem de apresentação					
	1A	2A	3A	4P	5P	6P
1	1A	2A	3A	4P	5P	6P
2	1P	2P	3P	4A	5A	6A
3	2A	3A	4A	5P	6P	1P
4	2P	3P	4P	5A	6A	1A
5	3A	4A	5A	6P	1P	2P
6	3P	4P	5P	6A	1A	2A
7	4A	5A	6A	1P	2P	3P
8	4P	5P	6P	1A	2A	3A
9	5A	6A	1A	2P	3P	4P
10	5P	6P	1P	2A	3A	4A
11	6A	1A	2A	3P	4P	5P
12	6P	1P	2P	3A	4A	5A

Continua até à experiência 72, sendo a mesma sequência repetida seis vezes.



A forma  
cedimento: para  
experimentais f  
especial, sendo-  
recta, isto é, um  
2). Ao mesmo t

Figura 1 - Forma de apresentação passiva. Os cartões

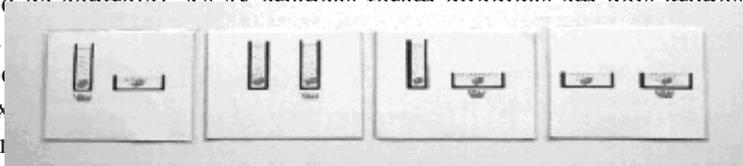
relembrados da hipótese que tinham acabado de formular. Após escolherem a primeira experiência apresentada em dois grupos: que grupo à esquerda que estão os cartões onde figuram as experiências correctas e que grupo à direita que estão os cartões onde figuram as experiências incorrectas. O processo era repetido uma segunda vez para a outra experiência.

pro-  
montagens  
nenhuma ordem  
siderassem cor-  
alizador (Figura  
frequentemente

que grupo à esquerda que estão os cartões onde figuram as experiências correctas e que grupo à direita que estão os cartões onde figuram as experiências incorrectas.

### **Intervenção**

Dos 72 participantes, 48 crianças foram seleccionadas ao acaso para integrar a experiência de intervenção (com designs de pré-teste / pós-teste grupo de controle). As 48 crianças foram divididas em dois grupos de 24 cada. Cada grupo foi submetido a uma tarefa de intervenção, descrita no texto escrito no topo de cada cartão. Os cartões são apresentados de forma activa.



**Figura 2** - Forma de apresentação Activa. Os quatro cartões são apresentados de forma activa.

### **Procedimento de intervenção**

A resolução das tarefas descritas acima constituiu o pré-teste para os participantes envolvidos no grupo experimental e de controle. Imediatamente a seguir ao pré-teste, metade dos participantes (12 de cada grupo etário) foram sujeitos a um procedimento de intervenção que consistiu em ensinar que apenas uma variável podia apresentar diferentes valores numa determinada experiência. Para esta intervenção foi usada uma tarefa semelhante às outras (tarefa nº7, Tabela 2) que tinham acabado de resolver, mas desta vez a resposta correcta (escolha e justificação correctas) foi fornecida às crianças ao mesmo tempo que lhes era explicada a razão para essa resposta. O ensino foi muito breve, incluindo questões e comentários de incentivo à verbalização do seu próprio pensamento, com a finalidade de assegurar que a criança compreendesse a necessidade de controlar variáveis numa experiência científica.

### **Pós-teste**

Três semanas mais tarde os participantes em ambos os grupos de controle e experimental foram sujeitos ao pós-teste. O procedimento foi idêntico ao do pré-teste, pois as crianças resolveram as mesmas tarefas segundo a mesma forma de apresentação e pela mesma ordem. Este pós-teste testou a capacidade de as crianças compreenderem o mecanismo do controle de variáveis e de aplicarem este conhecimento a outras situações.

### *Métodos de classificação*

Na forma de apresentação passiva, uma resposta foi considerada

correcta quando o grupo que continha ambas as experiências correctas foi escolhido e foi fornecida uma justificação também correcta. Na forma de apresentação activa, uma resposta foi considerada correcta apenas quando o participante escolheu ambas as experiências correctas, uma de cada vez, e também forneceu justificações correctas para ambas as escolhas.

As justificações para as escolhas feitas foram classificadas nos seguintes tipos de justificação:

1 – “Correcta”. A criança explicou claramente que a experiência que escolheu é correcta porque existe apenas uma variável que apresenta dois valores diferentes.

2 – “Não consegue explicar”. A criança não conseguiu explicar a sua escolha.

3 – “Qualquer uma correcta”. A criança considera qualquer uma das experiências ou grupo de experiências correctos.

4 – “Crenças pessoais”. A criança escolheu a experiência que confirma as suas ideias e/ou compreensão do fenómeno.

5 – “Ignora a hipótese”. A criança ignora a hipótese que tinha acabado de formular e a variável que deveria ser testada, e tenta testar outros valores da segunda variável.

6 – “Um valor de uma variável compensa outro valor da outra variável”. A criança considera correcta a experiência onde são comparadas duas situações em que diferentes valores de uma das variáveis são compensados por diferentes valores da outra variável.

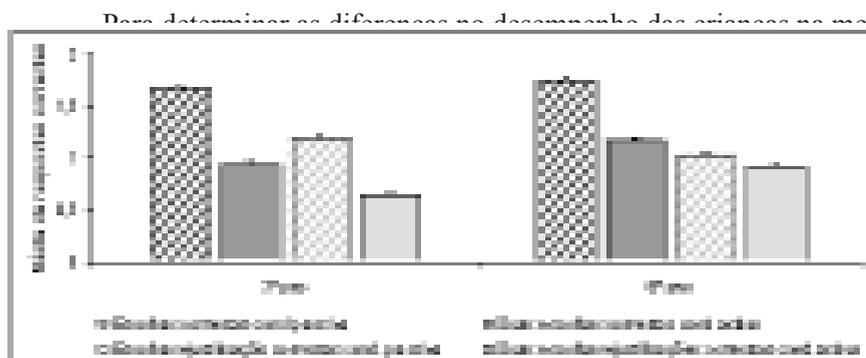
## RESULTADOS

Foram medidas cinco variáveis dependentes: para o modo de apresentação passivo: (1) – escolha do grupo que continha as experiências correctas; (2) – escolha do grupo de experiências correctas e apresentação de uma justificação correcta; para o modo de apresentação activo: (3) – escolha das duas experiências correctas; (4) – escolha das duas experiências correctas e apresentação de uma justificação correcta para cada uma das escolhas feitas e (5) – tipos de justificações para as escolhas.

### *Escolhas correctas versus escolhas e justificações correctas*

As seis tarefas foram usadas para testar 72 crianças, 36 de cada grupo etário (3º e 6º anos de escolaridade) em duas condições (passiva e activa) e duas medidas (escolha da experiência correcta e escolha correcta seguida de uma justificação correcta) - (Figura 3).

**Figura 3** – Médias de escolhas correctas e médias de escolhas com justificações correctas por grupo etário (3º e 6º anos de escolaridade), e condição (passiva e activa).



Para o desempenho na medida “escolha com justificação correcta” foi efectuada outra ANOVA de 2 factores com medições repetidas em que a idade e a forma de apresentação foram as variáveis independentes, e que revelou igualmente que o desempenho das crianças foi significativamente superior na condição passiva do que na activa ( $F(1,71)=6.61$  com  $p<0.05$ ), não tendo as diferenças de desempenho por idade sido significativas.

Para comparar o desempenho entre as medidas “escolha da experiência correcta” e “escolha com justificação correcta” foi realizada uma ANOVA de 3 factores com medições repetidas. Esta análise apresentou diferenças significativas ( $F(1,71)=59.01$  com  $p<0.01$ ) revelando que o desempenho das crianças foi significativamente superior quando apenas a escolha da experiência correcta era considerada do que quando, além da escolha, era exigida uma justificação correcta. Esta análise revelou ainda que as crianças tiveram um desempenho significativamente superior ( $F(1,71)=16.41$  com  $p<0.01$ ) na condição passiva do que na activa. A interacção medida por condição foi também significativa ( $F(1,71)=9.05$  com  $p<0.05$ ), mostrando que a diferença entre fazer a escolha correcta e, além da escolha, apresentar uma justificação correcta, foi significativamente superior na condição passiva do que na activa. Esta análise mostrou ainda

não haver diferenças significativas entre o desempenho das crianças do 3º e das do 6º anos de escolaridade, nem por medida nem por condição.

*Justificações para as escolhas das experiências*

Todas as justificações correctas se seguiram a escolhas correctas, não existindo casos de escolhas erradas serem seguidas de justificações correctas. Assim, mencionar uma justificação correcta equivale a mencionar uma escolha correcta seguida de uma justificação também correcta.

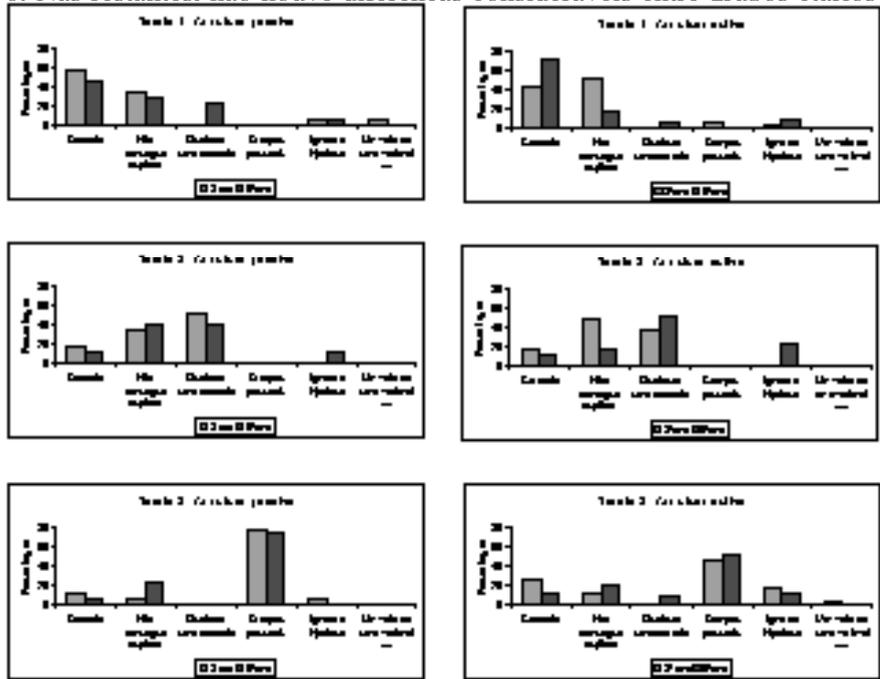
**Tabela 4** – Número de justificações correctas, em percentagem, apresentadas pelas crianças do 3º e do 6º anos de escolaridade nas condições passiva, activa ou em ambas.

Para determinar se as crianças conseguiam reconhecer uma experiência científica correcta, foi determinada a frequência do número de justificações correctas por grupo etário e por condição (Tabela 4). Considerando ambas as condições e grupos etários em conjunto, 27.8% das 72 crianças testadas neste estudo não conseguiram apresentar uma única justificação correcta para uma determinada escolha. Os restantes 72.2% apresentaram uma justificação correcta pelo menos uma vez e pelo menos numa das condições. Os participantes do 6ºano, com 30.6% de justificações

Número de justificações correctas	Passiva			Activa			Passiva + Activa		
	3ºano	6ºano	média	3ºano	6ºano	média	3ºano	6ºano	média
0	30.6	41.7	36.15	55.6	44.4	50.00	25.0	30.6	27.80
1	30.6	25.0	27.80	27.7	33.3	30.50	19.4	22.2	20.80
2	27.7	22.2	24.95	13.9	8.4	11.15	25.0	5.6	15.30
3	11.1	11.1	11.10	2.8	13.9	8.35	8.4	16.6	12.50
4							22.2	16.6	19.40
5							0.0	5.6	2.80
6							0.0	2.8	1.40

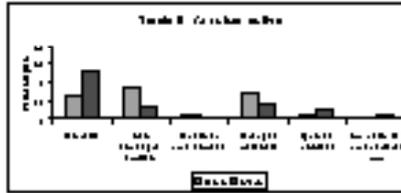
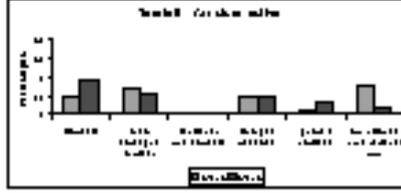
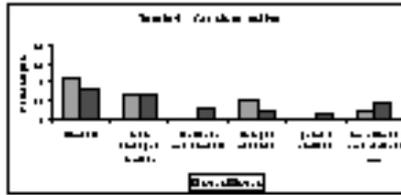
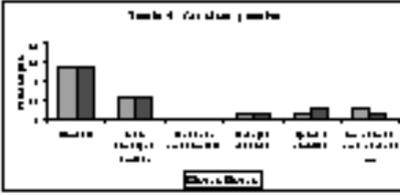
**Figura 5** - Percentagem dos diferentes tipos de justificações apresentadas nas tarefas 4 (gráficos mais acima), 5 e 6 (gráficos mais abaixo), por grupo etário (mais novos e mais velhos), para ambas as condições (Passiva à esquerda, e Activa à direita).

A percentagem de respostas correctas foi idêntica para as tarefas números 1 (52.8%), 4 (47.2%), 5 (37.5%) e 6 (43.1%). Por outro lado, nas tarefas 2 e 3, apenas se verificaram, respectivamente, 13.9% e 13.2% de respostas correctas. Embora na condição passiva não houvesse grandes distinções no desempenho entre grupos etários, na condição activa as crianças mais velhas apresentaram melhor desempenho nas tarefas 1, 5 e 6. Nas restantes, não houve diferenças consideráveis entre grupos etários



A justificação “crenças pessoais” apresentou valores muito baixos ou até nulos em todas as tarefas, menos na tarefa 3, onde o valor foi de 61.5% para ambos os grupos etários. Não houve diferenças apreciáveis por condição.

A justificação “ignora a hipótese” foi aplicada quando os participantes não consideraram a hipótese que tinham acabado de formular e escolheram a experiência que consideraram servir para testar outra hipótese, apesar de lhes ter sido chamada a atenção para a hipótese formulada e que se encontrava escrita em frente deles. A tarefa 6 apresentou um valor de 15.3%, enquanto que as outras tarefas apresentaram valores muito inferiores (entre 5.6% e 8.4%). Não houve grandes diferenças de valor por condição.



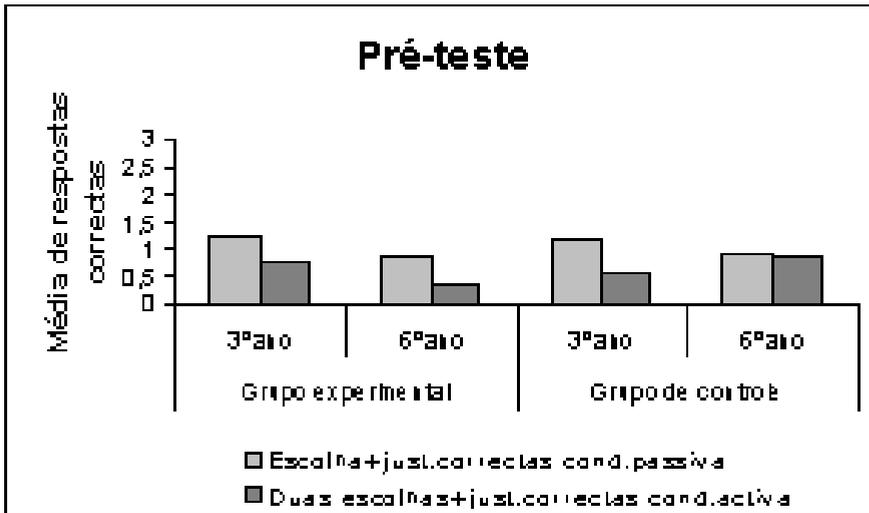
O último tipo de justificação denominado “um valor de uma variável compensa outro valor da outra variável” significa que a criança justificou a escolha de determinada experiência defendendo que, nessa experiência, os diferentes valores de uma das variáveis seriam compensados por diferentes valores da outra variável. Assim, ambas as situações a comparar nessa experiência apresentariam o mesmo resultado, anulando o objectivo da experiência, que era o de testar a acção de determinada variável. Os valores desta medida foram importantes nas tarefas 4 (10.4%) e 5 (15.3%) sendo nas restantes insignificantes (entre 0% e 2.1%). Não houve diferenças assinaláveis por condição e por grupo etário.

*Aumento de desempenho devido à intervenção*

O desenho experimental usado para testar os 48 participantes, 24 de cada grupo etário, foi de condição (passiva ou activa), por ano de escolaridade (3º ou 6º anos), por grupo (experimental e de controle) e por fase (antes e depois da intervenção). Os participantes de ambos os grupos etários foram testados num pré-teste e num pós-teste em duas condições diferentes, com a finalidade de avaliar a sua capacidade de identificar as experiências correctas assim como apresentar justificações correctas para as suas escolhas.

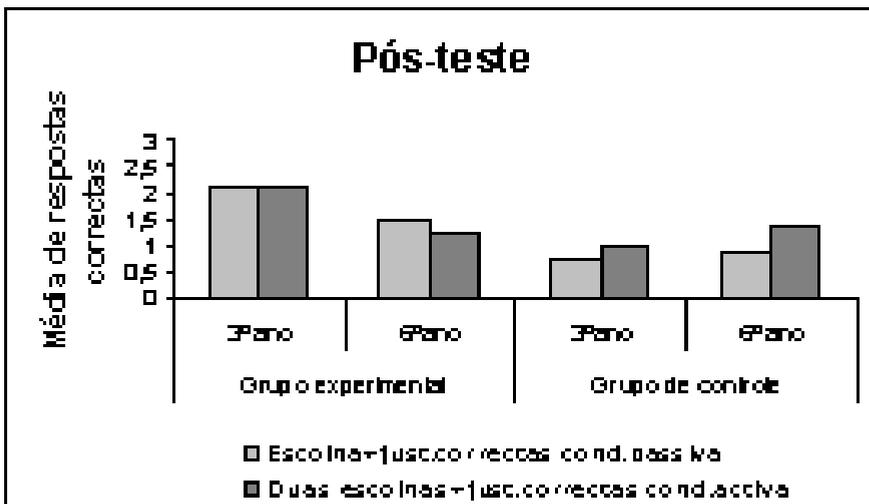
**Figura 6** – Médias das respostas correctas (escolha e justificação) por grupo etário (mais velhos e mais novos), condição (Passiva e Activa), e grupo (experimental e de controle) no pré-teste.

---



### Pré-teste

Para comparar os grupos experimental e de controle foi realizada



escolaridade. Esta análise mostrou diferenças significativas entre grupos (experimental e de controle) ( $F(1,43)=12.9$  com  $p<0.05$ ). Revelou ainda que não existiam diferenças significativas entre as crianças mais novas e as mais velhas em nenhum dos grupos.

### Comparação por fase (pré-teste e pós-teste)

A percentagem de participantes do grupo experimental que não apresentaram uma única resposta correcta em nenhuma das tarefas foi de 37,5% no pré-teste e desceu para 4,2% no pós-teste (Tabela 5). Para qualquer

número de respostas certas, os participantes do grupo experimental aumentaram a percentagem de respostas certas do pré-teste para o pós-teste e apresentaram percentagens superiores às obtidas pelos participantes do grupo de controle no pós-teste (Tabela 5).

**Tabela 5** – Percentagem do número de tarefas que os participantes realizaram correctamente no pré-teste e no pós-teste (grupos experimental e de controle).

Grupo Experimental			Grupo de Controle		
Nº respostas correctas	Pré-teste	Pós-teste	Nº respostas correctas	Pré-teste	Pós-teste
0	37,5	4,2	0	25,0	41,7
1	62,4	95,7	1	75,0	58,3
2	41,6	79,0	2	50,0	49,9
3	33,3	70,7	3	33,4	41,6
4	20,8	62,4	4	16,7	33,6
5	0,0	29,1	5	0,0	12,5
6	0,0	8,3	6	0,0	0,0

certamente reconhecer uma experiência controlada como aquela que conduziria a um resultado fiável conseguindo verbalizar claramente o seu raciocínio e (2) – descobrir se as crianças poderiam facilmente aprender o mecanismo de controle de variáveis e aplicá-lo em contextos diferentes.

Os resultados mostraram que foi mais fácil para as crianças escolher uma experiência correcta e controlada do que fornecer também uma

justificação adequada para a escolha feita. As crianças mostraram mais dificuldade em escolher duas experiências correctas, uma de cada vez, de entre outras incorrectas (condição activa) do que em distinguir o grupo das experiências correctas do das incorrectas (condição passiva). Cerca de 30% a 40% dos participantes não responderam correctamente em nenhuma das seis tarefas, isto é, não conseguiram escolher e justificar correctamente a escolha. Comparando as seis tarefas, há duas que se distinguem devido à baixa percentagem de respostas correctas (tarefas 2 e 3). A natureza dos fenómenos utilizados nestas tarefas levaram as crianças a manterem as suas crenças e conhecimentos e responder incorrectamente. Apenas se verificaram ligeiras diferenças no desempenho dos participantes do 3º e do 6º anos. Os mais velhos apresentaram melhor desempenho na condição Activa e na apresentação de justificações adequadas às escolhas feitas.

Os grupos experimental e de controle apresentaram um desempenho idêntico no pré-teste. Quando foram novamente testados, três semanas mais tarde, o grupo experimental, a quem tinha sido ensinado o mecanismo de controle de variáveis numa experiência, apresentou um desempenho significativamente superior do que o grupo de controle, sendo este aumento superior na condição activa do que na passiva.

*Compreensão do que constitui uma boa experiência para verificar uma determinada hipótese*

Tal como era esperado, os resultados mostraram que quase metade dos participantes conseguiram distinguir uma experiência correcta de entre outras incorrectas, mostrando compreender que apenas um valor de uma variável podia mudar de modo a conseguirem resultados fiáveis, isto é, para verificarem a hipótese que tinham formulado. Considerando os 72 participantes, 72.2% responderam correctamente em pelo menos uma tarefa e 36.1% em pelo menos metade das tarefas (Tabela 1).

O desempenho dos participantes neste estudo é consistente com vários estudos anteriores que mostraram que as crianças pequenas apresentam competências em vários aspectos do raciocínio científico, nomeadamente na estratégia de controle de variáveis, e são capazes de adquirir uma compreensão do que constitui uma boa experiência científica por volta do fim do 1º ciclo de escolaridade (por exemplo, Sodian *et al.*, 1991; Bullock & Ziegler, 1999).

No entanto, no presente estudo, não lhes era apenas pedido que identificassem experiências controladas e que as distinguíssem de outras não controladas. Os participantes tiveram de explicar pelas suas próprias palavras por que razão a experiência que escolhiam era correcta, isto é, que naquela experiência apenas o valor de uma variável era manipulado, enquanto que os valores das outras variáveis permaneciam constantes. Apenas

quando uma tal justificação era dada, a tarefa era considerada correctamente realizada. Apesar de a metodologia ser exigente, as crianças mostraram possuir capacidades racionais e lógicas para resolverem problemas de raciocínio científico.

*Dificuldade relativa das duas formas de apresentação, passiva e activa*

O desempenho dos participantes foi significativamente mais elevado quando as tarefas lhes foram apresentadas na condição passiva do que na activa. Quando uma criança examinava uma experiência controlada, encontrava valores diferentes da mesma variável focal (variável que era manipulada) sendo comparados, permitindo a testagem da hipótese que tinha formulado. Por outro lado, quando uma criança observava uma experiência não controlada, podia ver outra variável tomando outros valores, além da variável focal. Na condição passiva, os participantes observavam duas experiências correctas ao mesmo tempo num grupo e duas experiências incorrectas noutra grupo. Isto permitiu-lhes aperceberem-se de regularidades nas duas experiências, o que tornou mais fácil a distinção entre experiências correctas e incorrectas. Por outro lado, na condição activa, os participantes tinham de procurar uma experiência controlada, escolhê-la justificando correctamente a escolha, e repetir de seguida o mesmo procedimento para a outra experiência. Para conseguirem responder correctamente à tarefa na condição activa, os participantes teriam de estar muito seguros acerca da sua ideia de uma experiência correcta, de modo a conseguirem ter e repetir um processo cognitivo idêntico.

*Justificações para as escolhas das experiências*

As tarefas foram preparadas com o objectivo de encontrar diferenças de desempenho em função do conhecimento do fenómeno a ser experimentado e da relevância que as variáveis teriam para os participantes. Assim, foram colocadas as seguintes hipóteses: (1) As crianças iriam ter um melhor desempenho se estivessem familiarizadas com o fenómeno a ser experimentado (tarefas 1, 3 e 5) do que se esse fenómeno não fosse familiar (tarefas 2, 4 e 6); (2) O desempenho seria diferente conforme a variável focal fosse considerada pelos participantes irrelevante (tarefas 1 e 2), ou relevante (tarefas 3 e 4), ou nem relevante nem irrelevante (tarefas 5 e 6).

A elevada percentagem da medida “correcta” (Figuras 4 e 5) demonstrou que os participantes apresentaram uma compreensão do que constitui uma experiência controlada. Esta compreensão quase anulou o desenho experimental e dificultou a testagem da hipótese formulada. Quando

a irrelevância da variável “cor” na tarefa 2 e a relevância de “luz” na tarefa 3 foram marcadamente importantes, as crianças ignoraram a compreensão de uma boa experiência que mostraram ter noutras tarefas e responderam erradamente. Com excepção das tarefas 2 e 3, os resultados das outras quatro tarefas seguiram um padrão semelhante (Figuras 4 e 5).

### **A relevância que as variáveis têm para as crianças influencia as suas escolhas?**

Na tarefa 2, “passagem do óleo pelo funil”, a elevada percentagem de respostas “qualquer uma correcta” aconteceu porque os participantes ignoraram a necessidade de controlar a variável cor do copo por não lhes parecer importante. Mesmo sendo confrontados com a necessidade de escolherem a melhor experiência, aquela que um cientista muito rigoroso escolheria, continuavam a ignorar a cor do copo. As crianças não conseguiram distinguir entre o seu senso comum, que lhes dizia a cor do copo não ser importante, e a capacidade de escolher experiências controladas que aplicaram noutras tarefas.

### **O desempenho das crianças é influenciado pelos seus conhecimentos e crenças acerca do fenómeno a ser experimentado?**

A tarefa 3, “germinação da semente”, foi uma excepção ao provocar as mais baixas percentagens de respostas “não consigo explicar” e “qualquer uma correcta” (Figuras 4 e 5). Os participantes estavam tão confiantes nas suas escolhas e justificações, isto é, acerca da importância da luz na germinação da semente, que conseguiam arranjar uma explicação para as escolhas que faziam. Estavam tão convencidos da importância da luz para a germinação da semente que apresentaram mais explicações do que para as outras tarefas. Consideraram os seus conhecimentos e crenças em vez de se preocuparem com verificar a hipótese. Este resultado está de acordo com estudos anteriores (Kuhn *et al.*, 1988; Koslowski, 1996), nomeadamente com os resultados de Penner & Klahr’s (1996), que mostraram que as crianças vêem a experimentação como uma forma de demonstrar que as suas ideias estão correctas. Por outro lado, Howe *et al.* (1999) defende que a relevância das variáveis para as crianças é um produto do senso comum quotidiano, podendo por isso estar profundamente enraizada.

Sob a designação de “ignora a hipótese” foram consideradas as situações em que as crianças não consideraram as hipóteses escritas nos cartões e que tinham escolhido imediatamente antes, e tentaram escolher uma experiência para testar outra hipótese. Na tarefa 6, onde o valor desta justificação foi duas a três vezes mais elevado do que nas outras tarefas (Figuras 4 e 5), as crianças tentaram testar o efeito do comprimento do fio na velocidade de oscilação, em vez de testarem o efeito da altura de onde se larga o pêndulo. Como exemplos de justificações apresentadas apareceram:

“nesta experiência posso ver se o comprimento do fio é importante” ou “é para ver se o pêndulo com o fio mais comprido oscila mais depressa”.

Na justificação “um valor de uma variável compensa outro valor de outra variável”, as crianças escolheram experiências onde ambas as variáveis apresentavam dois valores cada, justificando ser uma boa experiência porque “a bola mais pequena no plano mais inclinado e a bola grande no plano menos inclinado iriam chegar ao mesmo tempo” (tarefa 4), ou “o sal grosso tem de ter mais água e o sal fino menos água”, ou ainda “o sal fino dissolve-se em menos água tão facilmente como o sal grosso se dissolve em mais água” (tarefa 5). Este raciocínio é consistente com investigações anteriores que sugerem que as pessoas interpretam frequentemente as experiências científicas como tentativas de produzir um determinado efeito e não como um meio de testar hipóteses (e.g. Tschirgi, 1980; Schauble *et al.*, 1991). As tarefas 4 (plano inclinado) e 5 (dissolução do sal) foram as mais favoráveis a este tipo de justificação, pois a variável que deveria ser controlada (respectivamente, dimensão da bola e tipo de sal) sugeriam uma imediata manipulação, ao contrário das variáveis equivalentes nas outras tarefas, isto é, na representação destas experiências as crianças conseguiram facilmente imaginar-se a deixar deslizar a bola pelo plano inclinado ou a deitar uma colher de sal na água.

*A capacidade para distinguir uma experiência correcta de uma incorrecta aumenta com a idade*

Estudos anteriores apresentaram diferenças relacionadas com a idade no que diz respeito à aquisição da compreensão de uma boa experiência (por exemplo, Bullock & Ziegler, 1999; Chen & Klahr, 1999). Embora no presente estudo não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho das crianças de 3º e de 6º anos de escolaridade, há, no entanto, algumas diferenças que merecem ser referidas.

Os participantes do 6º ano responderam quase significativamente melhor do que os mais novos na medida “escolha mais justificação” (resposta correcta) para a condição Activa, que era a mais exigente (Tabela 4).

Observando os resultados dos diferentes tipos de justificações, na medida “não consegue explicar”, as crianças mais velhas apresentaram valores mais baixos, o que significa que conseguiram um melhor desempenho nas tarefas (Figuras 4 e 5). Na tarefa 3, aconteceu o contrário; devido à grande dificuldade que as crianças apresentaram nesta tarefa, o valor elevado em “não consegue explicar” representa uma opção mais madura e lógica do que tentar justificar uma escolha dum experiência incorrecta onde existem duas variáveis manipuladas simultaneamente.

Na medida “um valor de uma variável compensa outro valor da outra variável” e na tarefa 5 (situação acima discutida), as crianças mais

---

novas obtiveram maior percentagem de respostas correctas (Figuras 4 e 5).

### *Estratégia de controle de variáveis*

Foi usado um desenho experimental pré-teste/pós-teste com grupo de controle para medir o grau de mudança no conhecimento e a capacidade das crianças em identificar uma boa experiência científica, isto é, uma experiência controlada. Os 48 participantes, 24 de cada grupo etário, foram testados por condição (passiva ou activa), por ano de escolaridade (3º ou 6º anos), por grupo (experimental e de controle) e por fase (antes e depois da intervenção). Comparando o desempenho das crianças de ambos os grupos experimental e de controle no pré-teste e no pós-teste, os resultados revelaram diferenças significativas que traduzem melhoras consideráveis devidas à intervenção a que o grupo experimental foi sujeito (Figuras 6 e 7).

Estes resultados são consistentes com a opinião de Case (1978) de que a estratégia de controle de variáveis é relativamente simples sendo possível ensinar crianças pequenas a aplicá-la correctamente.

A intervenção consistiu no ensino de uma forma muito breve, simples e directa, da importância e necessidade da utilização de testes controlados. Chen & Klahr (1999) descobriram que a instrução directa era o método mais eficaz para ensinar eficientemente como aplicar a estratégia do controle de variáveis a novas situações.

Três semanas depois, as crianças que integravam o grupo experimental melhoraram os seus resultados, apresentando um desempenho muito superior ao das crianças do grupo de controle.

### *Implicações Educacionais*

Os resultados mostraram que cerca de metade dos participantes conseguiram distinguir uma experiência correcta de entre outras incorrectas. Quando lhes foi ensinado que numa experiência correcta apenas o valor de uma variável pode mudar para que possamos ter uma experiência que conduza a um resultado fiável, as crianças aumentaram enormemente o seu desempenho. Estes factos mostraram que o mecanismo de controle de variáveis não é demasiado difícil e portanto os tópicos de raciocínio científico poderiam fazer parte do currículo escolar nas áreas de ciências.

## **CONCLUSÕES**

Muitas das crianças testadas conseguiram avaliar experiências científicas, explicando que determinada experiência era correcta pois consistia numa comparação de duas situações em que apenas uma variável

---

apresentava valores diferentes, mantendo-se todas as outras constantes. Um treino simples provocou uma diferença enorme no desempenho do grupo experimental de 37.5% para apenas 4.2% de crianças que não conseguiam justificar correctamente a escolha de uma única experiência.

É muito importante conhecer em profundidade quais as características que levam as crianças à aquisição de capacidades de avaliação de experiências científicas, assim como descobrir as formas como as crianças compreendem o mecanismo do controle de variáveis. Embora Bullock & Ziegler (1999) tivessem dado um importante contributo, é, no entanto, necessária mais investigação no sentido de criar um modelo que descreva a evolução das capacidades das crianças à medida que vão aperfeiçoando o seu raciocínio científico.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BULLOCK, M. & ZIEGLER, A. (1999). Scientific reasoning: Developmental and individual differences. In F. E. Weinert & W. Schneider (Eds.), *Individual Development*. Cambridge University Press.
- CASE, R. (1978). Piaget and beyond: Toward a developmentally based theory and technology of instruction. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology*, vol.1. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- CHEN, Z. & KLAHR, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70 (5), pp. 1098-1120.
- HOWE, C.J.; TOLMIE, A. & SOFRONIOU, N. (1999). Experimental appraisal of personal beliefs in science: Constraints on performance in the 9 to 14 age group. *British Journal of Educational Psychology*, 30, pp. 223-235.
- INHELDER, B. & PIAGET, J. (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books.
- KUHN, D.; AMSEL, & O'LOUGHLIN, M. (1988). *The Development of Scientific Thinking Skills*. San Diego: Academic Press.
- PENNER, D. & KLAHR, D. (1996). The interaction of domain-specific knowledge and domain-general discovery strategies: A study with sinking objects. *Child Development*, 67 (6), pp. 2709-2727.
-

RUFFMAN, T.; PERNER, J.; OLSON, D. & DOHERTY, M. (1993). Reflecting on scientific thinking: Children's understanding of the hypothesis evidence relation. *Child Development*, 64, pp. 1617-1636.

SODIAN, B.; ZAITCHIK, D.; & CAREY, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, pp. 753-766.

### Resumo

A identificação de experiências correctas e controladas para testar uma dada hipótese científica exige processos mentais complexos, sendo uma tarefa exigente para crianças. Foram formuladas as seguintes hipóteses: (1) as crianças compreendem o que é uma boa experiência para testar uma dada hipótese, e conseguem justificar correctamente as suas escolhas de forma clara e rigorosa; (2) as crianças têm um melhor desempenho quando as experiências correctas e incorrectas são apresentadas em dois grupos distintos (condição passiva), do que quando estão misturadas (condição activa); (3) o desempenho das crianças é influenciado pelo seu conhecimento e/ou crenças acerca do fenómeno a ser experimentado; (4) o desempenho melhora com a idade; e (5) que o mecanismo do controle de variáveis é facilmente aprendido. Crianças do 3º e 6º anos de escolaridade (N = 36 de cada grupo etário) avaliaram experiências em seis tarefas diferentes, sendo-lhes pedido para escolherem a experiência mais correcta e rigorosa para testar uma dada hipótese e para justificarem essa escolha. Os resultados mostraram que a maior parte dos participantes conseguia distinguir uma experiência correcta em algumas das seis tarefas. O desempenho foi superior na condição passiva do que na activa. Em algumas tarefas, a natureza do fenómeno usado levou as crianças a manterem as suas ideias e crenças e responder incorrectamente. Também a relevância que as variáveis apresentavam para os participantes influenciou as suas escolhas de experiências correctas. Foram apenas encontradas pequenas diferenças entre os dois grupos etários. Quando o mecanismo de controle de variáveis lhes foi ensinado de forma directa e explicita, as crianças aprenderam e conseguiram transferir a sua aprendizagem para outras situações científicas.

### Abstract

Identifying the correct and controlled experiments to test a scien-

tific hypothesis is a very demanding skill for young children. In this study it was hypothesized that (1) children could understand what is a good experiment to verify a given hypothesis, and could correctly justify their choice in a clear and rigorous form; (2) that children would perform better when correct and wrong experiments were presented in separate groups (passive condition), than when they were mixed up (active condition); (3) that children's performance would be influenced by their knowledge and/or beliefs about the phenomenon under experimentation; (4) that age would improve performance; and (5) that the mechanism of variable control would be easily learned. Third and sixth grade children (N = 36 of each age group) evaluated experiments in six different tasks and were asked to pick the correct and most rigorous experiment to test a given hypothesis. The results showed that most children could distinguish a correct scientific experiment in some of the six tasks. Children performed better in the passive condition than in the active condition. In some tasks the nature of the phenomenon employed led children to hold to their beliefs and answer incorrectly. As well, the variables relevance to the children influenced their experiment appraisal. Only slight differences were found between the two age groups. When directly and explicitly instructed, children were able to learn and to transfer their learning to other scientific situations.

### **Résumé**

L'identification d'expériences correctes et contrôlées pour tester une hypothèse scientifique donnée exige des processus mentaux complexes, représentant une tâche exigeante pour les élèves. On a formulé les hypothèses suivantes: (1) les enfants comprennent ce qui constitue une bonne expérience pour tester une hypothèse donnée, et arrivent à justifier correctement leurs choix, de façon claire et rigoureuse; (2) les enfants ont de meilleurs résultats quand les expériences correctes et incorrectes sont présentées en deux groupes distincts (condition passive) que quand ces expériences étaient mélangées (condition active); (3) les résultats sont influencés par les connaissances et/ou les croyances des enfants sur le phénomène expérimenté; (4) les résultats s'améliorent avec l'âge; (5) le mécanisme de contrôle de variables est facilement appréhendé. Les enfants de 3<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> années de scolarité (N = 36 de chaque groupe d'âge) ont évalué des expériences à travers 6 tâches différentes et il leur a été demandé de choisir l'expérience la plus correcte et rigoureuse pour tester une hypothèse donnée et de justifier leur choix. Les résultats ont révélé que la plupart des participants ont réussi à distinguer une expérience correcte parmi quelques unes des six tâches. La qualité du résultat a été supérieure en condition passive plutôt qu'en condition active. Avec certaines tâches, la nature du phénomène utilisé a fait que les enfants aient maintenu leurs idées et leurs croyances et aient répondu incorrectement.

---

L'importance que les variables avait sur les participants a influencé leurs choix d'expériences correctes. On a remarqué à peine de petites différences entre les groupes d'âge. Quand le mécanisme de contrôle des variables leur a été appris correctement, les enfants ont appris et ont réussi à transférer leur apprentissage dans d'autres situations scientifiques.