

# Uma Experiência de Ensino da Psicogênese do Pensamento Físico para Futuros Professores do Ensino Fundamental em Portugal

## *An Experience of Teaching the Psychogenesis of Physical Thinking to Pre-Service Elementary School Teachers in Portugal*

*Renato Pires dos Santos<sup>1</sup>*

### Resumo

Neste artigo relata-se uma experiência de ensino do conteúdo “Psicogênese do Pensamento Físico” para futuros professores do ensino básico do 1º Ciclo no Instituto Piaget, Portugal, no período letivo 1999/2000. Procurou-se conscientizá-los da presença e da estabilidade das concepções alternativas neles mesmos, para melhor sensibilizá-los dessa presença em seus futuros alunos. Para tal, utilizou-se uma dinâmica de grupos e estratégias de reforço cognitivo seguido de conflito cognitivo. Na construção de grupos razoavelmente homogêneos em termos de presença de concepções alternativas, foi utilizado o *Force Concept Inventory* de Hestenes, Wells e Swackhammer (1992). Possivelmente, graças a essa conscientização prévia, foram conseguidos bons resultados pelos alunos na identificação de estágios piagetianos em diálogos de crianças.

**Palavras-chave:** *psicogênese, pensamento físico, formação de professores, Ensino Fundamental, Portugal.*

### Abstract

*In this article, the author describes his experience of teaching the psychogenesis of physical thinking to pre-service elementary school teachers at Instituto Piaget, Portugal, at the 1999/2000 school year. The author tried to conscientize them of the presence and stability of alternative conceptions in themselves with the intention of sensibilizing them of that presence in their future pupils. Group dynamics and cognitive reinforcement followed by cognitive conflict strategies were used. For the formation of reasonably homogeneous groups in terms of presence alternative conceptions, the Force Concept Inventory de Hestenes, Wells e Swackhammer (1992) was utilized. Possibly thanks to this previous conscientization, good results were attained by the students in the identification of Piagetian stages in children's dialogues.*

**Key words:** *psychogenesis, physical thinking, pre-service teachers, elementary school, Portugal.*

---

<sup>1</sup> Renato P. dos Santos é professor do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ULBRA).  
E-mail: [renato@reniza.com](mailto:renato@reniza.com)

## 1. Introdução

Neste artigo relata-se uma experiência vivida pelo autor, enquanto docente e pesquisador do Instituto Piaget, Portugal, no período letivo 1999/2000. Na ocasião, a Profa. Doutora Anna Maria Feitosa, docente responsável pela cadeira Filosofia das Ciências e Epistemologia Genética II, convidou o autor a colaborar no desenvolvimento da mesma cadeira. Posteriormente, o convite se estendeu até o período 2001/2002.

A cadeira, presente nos quatro anos da Licenciatura em Professores do Ensino Básico do 1º Ciclo, da Escola Superior de Educação Jean Piaget de Almada, é baseada nos cinco volumes da obra 'O Método' de Edgar Morin. Para o conteúdo desta participação, referente especificamente ao conteúdo de Psicogênese do Pensamento Físico, o autor considerou, entretanto, mais apropriado utilizar o livro *Psicogênese e História das Ciências* de Jean Piaget e Rolando Garcia (1983). Nesta obra, os autores, no caso particular da evolução da física de Aristóteles à física dos últimos períodos pré-newtonianos, estabeleceram correspondência estreita entre as quatro fases históricas (os dois motores aristotélicos, o recurso a um único motor externo, a descoberta do *impetus* e depois a descoberta da aceleração) e as quatro etapas da psicogênese (ROLANDO & GARCIA, 1983, pp. 37-38).

Por outro lado, durante as décadas de 70 e 80 (ver p. ex., DRIVER; GUESNE & TIBERGHEN, 1985), foi feito um grande número de estudos, focando as idéias próprias dos estudantes em relação a diversos conceitos científicos específicos ensinados na escola. Tais estudos revelaram que tais idéias alternativas de crianças, adolescentes e mesmo adultos, para além de serem fortemente influenciadas pelo contexto do problema, são também pessoais e, no entanto, universais, tendo sido observado, para cada conceito investigado, o mesmo padrão de idéias em diferentes partes do mundo (ver também SANTOS, 2002). Tal programa de pesquisa teve uma grande influência e resultou não só no aumento do conhecimento empírico sobre tais concepções alternativas como reforçou a visão construtivista do processo de aprendizagem de Ciências e

Matemática. No entanto, trabalhos mais recentes (vide, p. ex., DRIVER *et al.*, 1994) mostram que as concepções espontâneas não ‘evoluem’ para o conhecimento científico através de uma ‘mudança conceitual’, antes são estáveis, resistem à mudança e coexistem com outras representações, inclusive com as do mundo científico, persistindo mesmo na idade adulta. De fato, por exemplo, Mariano Gago (1993), em pesquisa realizada junto a uma população de cerca de 1000 portugueses, verificou a presença de tais concepções alternativas em adultos instruídos e mesmo em técnicos de um laboratório científico internacional na Suíça.

Com esta realidade em mente, considerou-se que, mais do que simplesmente passar para os futuros professores a concepção piagetiana dos estágios e a correspondência com os períodos históricos observada por aqueles autores no processo psicogenético da física, era importante conscientizá-los da presença e da estabilidade das concepções alternativas neles mesmos, para melhor sensibilizá-los dessa presença em seus futuros alunos.

## **2. Metodologia**

Para atingir o objetivo do conteúdo, os cinco encontros de que dispúnhamos (20 horas-aula) foram divididos da seguinte forma:

1ª aula: aula inicial – sensibilização para a problemática da presença e da estabilidade das concepções alternativas nos participantes;

2ª e 3ª aulas: exposição resumida do trabalho de Piaget e Garcia, com discussão sobre as quatro fases em que os autores dividem a história da física, as quatro etapas da psicogênese e as comparações possíveis entre elas (ROLANDO & GARCIA, 1983, pp. 37-38);

4ª aula: atividade prática de aplicação;

5ª aula: avaliação do conteúdo.

Na seqüência, descrevem-se em mais detalhe as metodologias desenvolvidas em cada um desses encontros.

## **2.1 Aula inicial - sensibilização**

Em função do exposto anteriormente, decidiu-se, antes de qualquer exposição sobre a teoria psicogenética de Piaget e Garcia, iniciar a cadeira por uma atividade que propiciasse aos participantes uma vivência prática da realidade da existência das concepções alternativas e de sua inconsciente presença neles mesmos.

### **a) seleção**

Inicialmente foi feita uma explanação dos objetivos daquele conteúdo de psicogênese da Física, dentro daquela cadeira, propositalmente muito breve, com a intenção de não dar aos alunos pistas do que se esperava que acontecesse durante a atividade.

Dada a impossibilidade de se fazer uma avaliação convencional de cada aluno, através do método clínico, que permitisse agrupar participantes em situação próxima em termos de presença de concepções alternativas, optou-se por utilizar um teste padrão.

Por experiência anterior, foi para tal escolhido o *Force Concept Inventory* (HESTENES; WELLS; SWACKHAMMER, 1992), em versão traduzida para o português pelo autor. Este teste foi concebido como um instrumento para verificar as concepções alternativas dos estudantes sobre o conceito de força em física introdutória, tais como impulso, velocidade proporcional à força aplicada, força centrífuga, objetos mais pesados caem mais depressa, etc..

O teste constitui-se de vinte e nove problemas qualitativos, aparentemente triviais, mas que são eficazes em evidenciar as concepções alternativas. No quadro abaixo se apresentam dois exemplos de questões desse teste:

Duas esferas de metal têm o mesmo tamanho, mas uma pesa o dobro da outra. Estas esferas são lançadas ao mesmo tempo do topo de um edifício de dois pisos. O tempo que as esferas levarão para alcançar o chão será

- a) cerca da metade para a esfera mais pesada;
- b) cerca da metade para a esfera mais leve;
- c) aproximadamente o mesmo para ambas as esferas;
- d) consideravelmente menor para a esfera mais pesada, mas não necessariamente a metade do tempo que a outra;
- e) consideravelmente menor para a esfera mais leve, mas não necessariamente na metade do tempo que a outra.

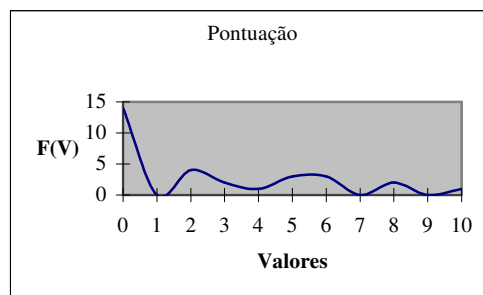
Imagine uma colisão frontal entre um grande caminhão e um pequeno carro. Durante a colisão,

- a) o caminhão exerce uma força sobre o carro maior do que a que o carro exerce sobre o caminhão;
- b) o carro exerce uma força sobre o caminhão maior do que a que o caminhão exerce sobre o carro;
- c) nenhum exerce força sobre o outro; o carro é amolgado simplesmente porque estava no caminho do caminhão;
- d) o caminhão exerce uma força sobre o carro mas o carro não exerce qualquer força sobre o caminhão;
- e) o caminhão exerce uma força sobre o carro igual à que a que o carro exerce sobre o caminhão.

**Quadro 1 – Exemplos de questões traduzidas do *Force Concept Inventory* (HESTENES; WELLS; SWACKHAMMER, 1992)**

Convidados a se submeter a este teste, contendo questões de Física, os alunos, pela natureza do curso que freqüentavam, expressaram, naturalmente, grande surpresa. Foi, então, enfatizado de que as questões se referiam a atividades cotidianas e que deveriam ser resolvidas, não com recurso a fórmulas que ainda se recordassem, mas por um raciocínio de senso comum.

Os testes foram avaliados, contando-se um ponto para cada resposta “newtoniana”, de acordo com os autores, e os resultados das diversas turmas tiveram uma distribuição de valores tipicamente como os apresentados no gráfico da figura 1:



**Figura 1 – Freqüências de pontuações no *Force Concept Inventory***

Nota-se que a distribuição de frequências  $F(V)$  apresenta basicamente quatro regiões de acumulação de resultados  $V$ : zero pontos, entre dois e três pontos, entre cinco e seis pontos e oito e dez pontos, sendo que quase metade dos alunos, em cada turma de entre trinta e quarenta alunos, tiveram um resultado de zero pontos, evidenciando a forte presença de concepções alternativas.

Os resultados numéricos da aplicação deste teste foram utilizados para classificar os alunos em quatro grandes grupos, A, B, C e D, correspondendo às regiões de acumulação no gráfico. Nesta turma, os grupos A, B, C e D, contiveram catorze, sete, seis e três alunos, respectivamente. Embora, cada turma tenha tido uma distribuição de valores diferente, sempre foi possível definir tais grupos. Tal procedimento tinha o objetivo de agrupar participantes em situação próxima em termos de presença concepções alternativas e, por isso, tais grupos serão aqui denominados “grupos homogêneos”.

#### **b) atividade em grupo homogêneo**

Classificados os alunos desta forma, foi lhes pedido que formassem grupos de discussão de entre três e quatro alunos cada, todos pertencentes ao mesmo grande grupo, A, B, C ou D.

Em seguida, cada aluno de cada um desses grupos homogêneos recebeu uma cópia de um dos textos abaixo, sem, no entanto, serem avisados de que havia textos diferentes para cada grupo. Assim, todos os participantes de grupos A, receberam cópias do texto A, etc.

Estes foram adaptados de textos correspondentes a cada um dos quatro grandes períodos em que Piaget & Garcia (1987) dividem a História da Mecânica e são reproduzidos nos quadros abaixo:

### **Texto A (Antiguidade - Aristóteles)**

Dizer que as coisas movem-se pela sua própria ação é impossível porque isto é próprio dos animais e dos seres animados. Se, com efeito, tudo o que se move é movido por alguma coisa, como é que, dentre as coisas que não se movem por si próprias, algumas continuam a mover-se sem serem tocadas pelo que as colocou em movimento? Por exemplo, os projéteis?

Todos os corpos, com a exceção dos seres vivos, recebem seu movimento de um agente que acompanha necessariamente o corpo que move. Além disso, o efeito é proporcional à causa, de forma que a velocidade do corpo em movimento varia em proporção direta com a potência do agente motivo e em proporção inversa à resistência oferecida pelo meio.

(CROMBIE, Alistair C., *Augustine to Galileo - the History of Science A.D. 400-1650*, William Heinemann, Ltd., London, 1957, p. 82.)

### **Quadro 2 - Texto A (Antiguidade - Aristóteles)**

### **Texto B (Início da Idade Média - pseudo-Aristóteles)**

Se uma força move um corpo com um certo peso por uma certa distância em um certo tempo, a mesma força moverá um corpo com a metade do peso pelo dobro da distância no mesmo tempo (ou pela mesma distância na metade do tempo), para manter as proporções. Mas uma pequena força não é capaz de mover um corpo muito pesado, pois, caso contrário, um homem sozinho seria capaz de por um navio em movimento.

(DUGAS, René, *A History of Mechanics*, Ed. du Griffon, Neuchâtel, 1955, p. 20.)

### **Quadro 3 - Texto B (Início da Idade Média - pseudo-Aristóteles)**

### **Texto C (Fim da Idade Média - Buridan)**

Quando lançamos uma pedra, infundimos nela uma certa ação, uma determinada potência para se mover na direção em que a dirigimos, seja para cima, seja para baixo, seja para o lado ou em círculo. Quanto mais rápido movemos a pedra, maior o impulso que ela ganha. Depois de lançada, é esse impulso que move a pedra. Por causa da resistência do ar e também do peso da pedra – o qual leva-a a mover-se numa direção diferente à qual o impulso a impele – esse impulso vai enfraquecendo. Dessa maneira, o movimento da pedra vai tornando-se cada vez mais lento até que o impulso está tão reduzido que o peso da pedra predomina e move a pedra para baixo, para o chão.

(BURIDAN, Jean, *Quæstiones Octavi Libri Physicorum*, Book 8, Question 12, ap. CROMBIE, Alistair C., *Augustine to Galileo - the History of Science A.D. 400-1650*, William Heinemann, Ltd., London, 1957, p. 251.)

### **Quadro 4 - Texto C (Fim da Idade Média - Buridan)**

### **Texto D (Renascimento - Newton)**

A inércia da matéria é o poder pelo qual todos os corpos, continuam em seu estado, seja de repouso ou de movimento uniforme em linha reta. A variação do movimento é proporcional à força impressa e ocorre segundo a direção desta.

(NEWTON, Isaac, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, London, 1687, Andrew Motte's English translation of 1729, Book I, Definitions, (p. 2 in Florian Cajori's edition).)

### **Quadro 5 - Texto D (Renascimento - Newton)**

Pela formação dos grupos homogêneos acima descritos, esperava-se, não só alguma concordância dos seus elementos com o texto recebido, como entre os próprios elementos de cada grupo. Para verificar essa concordância, foi pedido, em seguida, que seguissem o roteiro abaixo.

- 1) Leia o texto abaixo
- 2) Indique a sua concordância com o texto acima numa escala de 1 a 5:  
(1=discordo completamente, 2=discordo, 3=nem concordo nem discordo, 4=concordo, 5=concordo completamente)
- 3) Indique as questões e alternativas do teste de Física às quais o texto acima melhor se aplica:
- 4) Discuta o texto em grupo;
- 5) Indique a concordância do grupo com o texto acima na mesma escala de 1 a 5:
- 6) Indique as questões e alternativas do teste de Física às quais o texto acima melhor se aplica:

#### **Quadro 6 – Roteiro de trabalho em grupo homogêneo**

De fato, o objetivo desta parte da atividade, dentro dos grupos homogêneos, era reforçar a adesão de cada aluno às suas concepções.

#### **c) atividade em grupo heterogêneo**

Na seqüência, lhes foi pedido que formassem três novos grupos de discussão, agora de cerca de oito alunos cada, com composição aproximada de quatro dos anteriores grupos A, dois dos grupos B, dois dos grupos C e um dos grupos D. Tais novos grupos serão aqui chamados de “grupos heterogêneos”.

Foi pedido, em seguida, que seguissem o roteiro abaixo:

- 7) Repita os itens 4), 5) e 6) da atividade anterior.

#### **Quadro 7 – Roteiro de trabalho em grupo heterogêneo**

O objetivo desta parte da atividade era colocar os alunos em situação de conflito de suas concepções, frente ao contraste entre as várias representações do universo presentes em cada grupo heterogêneo.

Neste momento, os alunos conscientizavam-se claramente da diversidade de concepções numa mesma turma de alunos, razoavelmente semelhantes em termos de percurso escolar.



#### **d) breve explicação**

Após a atividade anterior, já ao fim da aula, o autor finalmente desvendou o mistério daquela dinâmica, explicando brevemente a problemática dos estágios de desenvolvimento psicogenético, sua relação com os grupos em que foram divididos e com os textos trabalhados e autores e períodos históricos. Também foram abordadas algumas das dificuldades pedagógicas que ocorrem devido à discrepância entre os conteúdos apresentados em salas de aulas e a heterogeneidade no desenvolvimento psicogenético das turmas de alunos.

#### **e) relatório**

Foi, ainda, solicitado aos participantes um breve relatório escrito descrevendo sua percepção da experiência ocorrida e avaliando-a.

Os comentários presentes nesses relatórios foram, no geral, muito encorajadores. Muitos relataram ter estranhado a aplicação de um teste de Física, ainda que conceitual, a futuros professores do ensino fundamental, mas declararam ter compreendido, ao final da atividade, a sua função na compreensão da problemática. Vários alunos elogiaram a dinâmica impressa a uma aula que, dada a temática, poderia se tornar muito monótona, se apresentada de forma teórica/expositiva; um aluno expressou esse sentimento com a frase, algo exagerada, “finalmente entendi Piaget”. Também foram freqüentes comentários em que os participantes afirmavam ter se identificado com a problemática levantada, confessando surpresa pela discrepância de desenvolvimento psicogenético observada numa turma de alunos aparentemente sem grandes razões para tanta heterogeneidade. Vários participantes também demonstraram sua ansiedade pelas próximas aulas, de onde esperavam colher mais informações sobre toda esta problemática.

### **2.2 Aulas teóricas**

Durante duas aulas, procuramos descrever as características de cada uma das quatro etapas históricas da Física, bem como das etapas do desenvolvimento psicogenético, seguindo Piaget & Garcia (1983), enfatizando as semelhanças entre elas, bem como as principais mudanças que ocorreram de uma para a outra.

A partir da obra citada, resumimos as características de cada etapa de desenvolvimento psicogenético/histórico no quadro abaixo, que foi distribuído aos alunos para ser utilizado como material de consulta na atividade prática e nos exames.

<b>Resumo das Características das Etapas de Desenvolvimento Psicogenético</b>
<b>I (Antiguidade - Aristóteles)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pseudo-necessidades</li><li>• Animismo</li><li>• Finalismo</li><li>• Primado do sensorial</li><li>• Motor interno</li><li>• Egocentrismo</li><li>• Centração nos atributos (predicados)</li><li>• Indiferenciação dos conceitos</li><li>• Contradições</li></ul>
<b>II (Início da Idade Média)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• início da passagem dos atributos às relações (assimétricas)</li><li>• diferenciação parcial dos conceitos</li><li>• introdução da medida (comparações)</li></ul>
<b>III (Fim da Idade Média - Buridan)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• relações</li><li>• diferenciação dos conceitos</li><li>• medida</li></ul>
<b>IV (Renascimento – Newton)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• transformações</li><li>• explicações causais</li><li>• estruturação dos conceitos num sistema</li></ul>

**Quadro 8 – Resumo das Características das Etapas de Desenvolvimento Psicogenético**

### **2.3 Atividade Prática**

Com esse material em mãos, a aula seguinte foi dedicada a um exercício prático de aplicação da teoria vista. Consistiu esse exercício na análise do diálogo de cinco crianças com o entrevistador, durante um experimento realizado por Piaget e sua equipe (PIAGET & INHELDER, 1941). O aluno deveria analisar o diálogo e procurar identificar características que pudessem indicar em qual estágio psicogenético cada criança se encontrava.

Abaixo se apresenta o texto da atividade e também a análise do diálogo, segundo Piaget (*idem*), que serviu de base para nossa correção. As características presentes e os períodos I, II, III e IV estão destacados em negrito e as frases em que elas se podem localizar estão sublinhadas. Tal como indicado, os quesitos e sua ponderação para a avaliação foram: período, 25%, características presentes, 25%, frase, 30%, e justificativa do porque aquela frase corresponde à característica indicada, 20%.

### Atividade Prática

Para cada uma das crianças abaixo, classifique-a numa das quatro etapas de desenvolvimento psicogenético (I, II, III ou IV), identificar as características presentes, indicar as frases que as denunciam e justificar sua escolha. Não indicar características não presentes no diálogo. Não indicar frases que não se relacionem com a característica indicada.

(Período: 25%, Característica: 25%, Frase: 30%, Justificativa: 20%)

#### Experiência:

Apresentam-se às crianças um pedaço de rolha, um seixo menor mas mais pesado, um pedaço de madeira com peso e de volume intermediário entre ambos e uma pedra-pomes com o mesmo tamanho que o seixo mas de peso menor, perguntando-se qual desses objetos é mais leve, qual é o mais pesado e por que.

#### Resultados:

(As frases em itálico são da criança, as outras são do experimentador)

KEC: (I) "*A rolha é mais pesada.* — Por quê? — *É preciso, porque as coisas grandes são também pesadas.* (**indiferenciação dos conceitos**) — Pesa (ele o faz). Então? — *É a pedra.* — Por quê? — *É preciso, é assim mesmo.*

(**pseudonecessidades**) — E este pedaço de madeira? — *É a pedra que será mais pesada.* — Por quê? — *Porque a pedra é para ser posta nas estradas e a madeira para fazer a mesa.* (**finalismo**)”

MA: (I) "*O seixo é mais pesado que a pedra-pomes porque as pedras se formam, elas crescem.* (**animismo**) *De início, elas são muito pequenas como as pedrinhas, e antes, não havia nada.*”

TSCHA: (II) "*A pedra é mais pesada, porque é de pedra.* (**I: contração em atributos**) — Qual é o maior? — *A rolha.* — E então? — *A pedra é mais pesada porque é menor.* (**diferenciação parcial**) *É de pedra.* (**I: contração em atributos**)”

BAE: (III) "*É a pedra a mais pesada, porque a rolha é de cortiça.* (**I: contração em atributos**) — Mas por que é que isso é mais pesado? — *Porque dentro não é a mesma coisa: na rolha há buracos e na pedra nada que não seja areia.* (**relação peso∝quantidade**)”

MART: (IV) "*O seixo é mais pesado.* — Por quê? — *É o que tem dentro, é um monte de coisinhas, de areia, é apertado. Juntaram-se pedrinhas muito pequenas e pedacinhos apertados, enquanto que a rolha não é apertada, há uma espécie de buraquinhos.* (**explicações causais**)”

### **Quadro 9 – Roteiro da Atividade Prática**

Naturalmente que uma atividade como esta suscitou muitas dúvidas entre os alunos. No entanto, para uma primeira experiência com este tipo de tarefa, foi observada em geral boa capacidade de identificar as características presentes em cada diálogo.

#### **2.4 Avaliação**

A última aula da nossa intervenção consistiu na aplicação de um exame escrito de avaliação, exatamente nos mesmos moldes da atividade prática anterior. Abaixo se apresentam os exames aplicados às turmas A e B, respectivamente, com a correspondente análise, segundo Piaget (*idem*).

## Exame A

### Experiência:

O arranjo experimental consiste de um conjunto de bolas de materiais e volumes diferentes, uma calha horizontal e um dispositivo de mola. Uma bola pode ser impulsionada pela mola e rolar pela calha e os sujeitos são solicitados a predizer seus pontos de parada. Se nenhum obstáculo externo se opusesse ao seu movimento, a bola conservaria um movimento uniforme e retilíneo até o infinito (princípio de inércia). Na realidade, alguns fatores impedem esse resultado: o atrito, que reduz a velocidade da bola em função do seu volume, a irregularidade do plano, etc.

### Resultados:

DESB: (IV) “Se a gente lança com o mesmo impulso, isso (o parar) depende do peso, do atrito, do volume.” (**estruturação num sistema**) Depois, põe em dúvida o papel do volume, mas, ao comparar uma bola pequena com uma grande, diz: “A pequena irá melhor porque ela tem menos atrito, menos resistência do ar.” (**explicações causais**) “Isso é tudo? - *Se estiver bem horizontal.*”

RA: (I) tenta prolongar ou deter o movimento da bola (egocentrismo), cercanda-a com as mãos colocadas paralelamente e sem tocar a bola. Às vezes são as bolas grandes e às vezes as pequenas que são consideradas como as que irão mais longe. (indif. dos conceitos, contradições) As primeiras porque são leves e as segundas porque são pesadas. (**centr. em atributos**) Mas quando uma bola pesada não vai longe, “*é porque ela é pesada demais*”.

HAL: (II) “*As grandes vão menos longe porque as pequenas são mais leves.*” Quando uma bola pára pouco longe: “*Isso foi porque ela é mais pesada do que eu pensava*” e, comparando uma bola pequena de latão e uma bola grande de alumínio: “Elas vão até o mesmo ponto porque elas têm o mesmo peso.” (dif. parcial, in. da pass. dos atributos às relações (assimétricas))

MEY: (I) a pequena, de madeira, “não irá muito longe porque é pequena. - E aquela (grande de madeira)? Acho que não vai muito longe porque é grande.” Mais tarde: “As duas grandes irão menos longe porque são grandes. . . As três pequenas não vão tão longe quanto as grandes.” (**indif. conceitos, centr. nos atributos, contradições**)

MAL: (III) “Que é preciso para que uma bola vá longe?” - *É preciso dar força na bola.* (Experimental). “Então, por que é que não foi longe? - *É, mas o chão não é bom (o plano não é suficientemente liso): ela não irá mais longe.*” (**dif. total**)

### Quadro 10 – Enunciado da avaliação final para a turma A

## Exame B

### Experiência:

Diante de certo número de objetos diversos, o sujeito deve classificá-los se flutuarão ou não na água. Depois, encerrada a classificação, deve indicar, para cada objeto, as razões de sua classificação. A seguir, o sujeito faz a experiência, dispondo de um ou vários tanques com água. Finalmente, deve resumir os resultados observados, o que sugere ao sujeito, se não o fez espontaneamente, a oportunidade para chegar a uma lei.

### Resultados:

LEA: (I) diz de um pedaço de madeira que “fica embaixo. Outro dia eu joguei na água e ele ficou no fundo (egocentrismo).” Mas um momento depois: “A madeira? Nada sempre (centração em atributos, contradições). - E este (um pedaço menor)? - A madeira pequena afunda (indiferenciação dos conceitos).”

MAL: (IV) “O dinheiro é pesado, é por isso que afunda. – E uma árvore? - A árvore é bem mais pesada, mas é de madeira. A água é mais leve do que o dinheiro, mas não é mais leve do que a madeira. – O dinheiro é mais pesado do que esta água (o tanque)? – Não, a gente considera a quantidade de água da grossura do objecto; a gente considera o mesmo tamanho de água, – Você pode provar isso? – Posso, com esta garrafa de água. Se fosse a mesma quantidade de cortiça, flutuaria porque a cortiça é menos pesada que a mesma quantidade de água.” (estruturação dos conceitos num sistema) E depois: “Uma garrafa com água vai para o fundo, se estiver bem cheia, porque fica sem ar, e a garrafa fica na superfície se for cheia apenas pela metade.”

MIC: (I) prediz que uma prancha flutuará. A experiência seguinte não o faz mudar de ideia: (Coloca todas as suas forças para mantê-la sob a água) (egocentrismo) “Você quer ficar no fundo, sua tonta! (animismo) – Ela vai ficar sempre em cima da água? – Não sei. – Ela pode ficar no fundo numa outra vez? - Pode. (indiferenciação dos conceitos)”

DUM: (III) a madeira flutua “porque tem ar dentro dela” (diferenciação dos conceitos, relações); a chave não flutua “porque não tem ar dentro dela”.

DUF: (II) – “E esta bola? – Fica sobre a água; é de madeira, é leve – E esta chave? – Fica no fundo. É de ferro: é pesada. – O que é mais pesado, a chave ou a bola? – A bola. – Por que é que a chave vai para o fundo? – Porque ela é pesada. – E o prego? – É leve, mas assim mesmo vai para o fundo. É de ferro e o ferro vai sempre para o fundo d’água. (diferenciação parcial peso, volume)”

### Quadro 11– Enunciado da avaliação final para a turma B

## 3. Avaliação e Conclusões

As médias de cada turma nos exames finais chegaram a 13,8 valores numa escala de 0 a 20, usual em Portugal. Tendo em conta a complexidade da temática e a dificuldade da tarefa proposta, se se pode avaliar o resultado de um curso pela capacidade que os alunos demonstram de aplicar os conceitos teóricos de forma prática e pelo interesse demonstrado nos relatórios, consideramos que nossa intervenção terá tido sucesso.

Mais que tudo, o bom resultado parece indicar que a atividade inicial, em que os participantes puderam fazer uma catarse de seu próprio conhecimento, no sentido de Bachelard (1940), num processo metacognitivo de tomar consciência das limitações de sua própria apreciação da natureza, abriu portas para a sua capacidade de fazer, nas atividades práticas, a mesma análise dos diálogos que expressavam o raciocínio das crianças.

## **Agradecimentos**

O autor gostaria de agradecer os comentários e críticas construtivas da Profa. Doutora Flávia Maria Teixeira dos Santos (ULBRA) que muito melhoraram e enriqueceram este trabalho. Por outro lado, gostaria também de ressaltar que as conclusões e opiniões aqui expressadas são de sua inteira responsabilidade e não sugerem qualquer endosso ou concordância implícita ou explícita do Instituto Piaget ou da Profa. Doutora Anna Maria Feitosa, mencionados no texto.

## **4. Bibliografia**

- BACHELARD, Gaston, *La Philosophie du Non*, PUF, Paris, 1940, trad. port.: *A Filosofia do Não: Filosofia do Novo Espírito Científico*, Presença, Lisboa, (5ª ed.), 1991.
- DRIVER, Rosalind; GUESNE, E. & TIBERGHEN, A., (eds.). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press, 1985
- DRIVER, Rosalind; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, Eduardo Fleury & SCOTT, P., Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, vol. 23, n. 7, p. 05-12, 1994.
- HESTENES, David; WELLS, Malcolm & SWACKHAMMER, Gregg. Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, vol. 30, n. 3, p. 141-158, 03/1992.
- MARIANO GAGO, José. O Saber-Comum: Etnofísica dos Movimentos e da Electricidade. *Análise (Lisboa)*, vol. 17, pp. 25-34, 1993.
- MORIN, Edgar. O Método. Mem-Martins (Portugal): Europa-América, 1987.
- PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando. *Psychogenèse et Histoire des Sciences*, Flammarion, Paris, 1983, trad. port.: *Psicogénese e História das Ciências*, Lisboa: Dom Quixote, 1987.
- PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel, *Le Développement des Quantités Physiques chez l'Enfant*, Neuchâtel: Delachaux et Niestlé, 1941, 2º éd. augm., 1962, trad. port.: *O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança: Conservação e Atomismo*, Rio de Janeiro: Zahar, 1975, 2ª ed..
- SANTOS, Renato P. dos. A Parábola no Oriente: Etnofísica, Psicogénese e Multiculturalidade, *1º Colóquio Intercultural - "A Comunicação entre Culturas"*, ADECI - Associação Portuguesa para o Desenvolvimento, a

Formação e a Investigação em Comunicação Intercultural, Almada,  
Portugal, 9-10/05/2002.