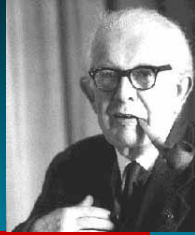


## Jean-William-Fritz Piaget



### Estágio Curricular Supervisionado em Física I

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

1/123

## Piaget

- Neuchâtel (Suíça), 1896 - Genebra (Suíça), 1980
- filho de Arthur Piaget, professor de Literatura Medieval na Universidade e de Suzanne-Rebecca Jackson, uma Calvinista restrita e neurótica



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

2/123

## Piaget

- 1907 (11 anos): primeiro artigo (Biologia) sobre um pardal albino (para deixar de ser tratado como criança pelo bibliotecário e ter acesso à Biblioteca)



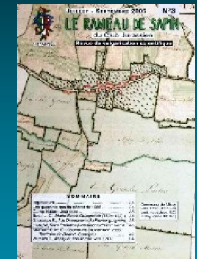
16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

3/123

## Piaget

- publicado no Le Rameau de Sapin, do Clube Jurássico, com defesa de Paul Godet, diretor do Museu de História Natural



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

4/123

## Piaget

- voluntário no Museu de História Natural
- antes de terminar a Secundária já era malacólogo de renome  
– => Embriologia



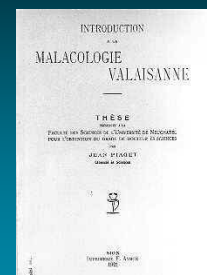
16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

5/123

## Piaget

- 1918: doutorado em Ciências Naturais (Biologia) com tese sobre a taxonomia dos moluscos do cantão de Valais.



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

6/123

## Piaget

- 1918: Zurique:
  - trabalhou como psiquiatra em uma clínica
  - trabalhou como psicólogo experimental
  - frequentou aulas de Jung
- passou a combinar
  - **psicologia experimental** (formal e sistemática) com
  - **métodos informais** (entrevistas, conversas e análises de pacientes)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

7/123

## Piaget

- 1919: trabalhou com Binet (Paris) aplicando testes de inteligência
- observou que **crianças da mesma idade cometiam erros semelhantes** em testes:
  - ⇒ **padrões?**
  - ⇒ chave para entendimento da inteligência humana no desenvolvimento mental das crianças
  - ⇒ mais importante manter o espírito investigativo do que dar respostas corretas



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

8/123

## Piaget

- 1921: foi convidado por Edouard Claparède e por Pierre Bovet para Diretor de Pesquisa do Instituto Jean-Jacques Rousseau da Universidade de Genebra



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

9/123

## Piaget

- 1923: casou-se com Valentine Châtenay
- teve filhos Jacqueline (1925), Lucienne (1927) e Laurent (1931)
- acompanhou seu desenvolvimento mental desde a infância até a linguagem
- (pai Big Brother)



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

10/123

## Obra

- 50 livros
- 500 artigos científicos
- 37 volumes na série "Etudes d'Epistémologie Génétique"
- centrada na "**Epistemologia Genética**"
- baseada no método clínico
- pioneiro do construtivismo



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

11/123

## Piaget

- "O Piaget da teoria dos estágios é essencialmente conservador, quase reacionário, enfatizando o que as crianças não podem fazer. **Eu me empenho em revelar um Piaget mais revolucionário, cujas idéias epistemológicas podem expandir as fronteiras conhecidas da mente humana.**" (Papert)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

12/123

## Teoria

- Teoria do desenvolvimento mental
- ⇒ **não é teoria de aprendizagem!**
- Contra o apriorismo
- Ex.: “O grupo dos deslocamentos não tem, pois, nada de a priori, como julgava H. Poincaré.” (Lógica e Conhecimento Científico)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

13/123

## Método clínico-crítico

- partindo de **manipulações concretas de objetos reais** (**operações concretas**)
- **material especialmente construído**
- **diálogo livre** com o sujeito sobre as manipulações, não perguntas fechadas
- oferece **sugestões e contra-sugestões**
- objetiva captar a **atividade mental profunda** (mecanismos lógicos)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

14/123

## Epistemologia Genética

- não apriorística
- não positivista
- conhecimento é **construído pelo sujeito**, a partir das suas **interpretações** do objeto, e ao longo do seu **percurso de vida**
- **criança tem lógica própria**: Einstein considerou uma descoberta “tão simples que somente um gênio poderia ter pensado nela.”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

15/123

## Obras principais gerais

- A Formação do Símbolo na Criança
- Fazer e Compreender
- A Tomada de Consciência
- Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente
- Lógica e Conhecimento Científico
- A Equilibração das Estruturas Cognitivas
- *Play, Dreams and Imitation in Childhood*
- *Introduction à l'Epistémologie Génétique*

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

16/123

## Obras principais para Matemática

- A Gênese das Estruturas Lógicas Elementares
- Psicogênese e História das Ciências
- *La Géométrie Spontanée de l'Enfant*
- A Gênese do Número na Criança
- Lógica e Conhecimento Científico, vol. 1

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

17/123

## Obras principais para Física

- Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente
- O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança
- *La Formation de la Notion de Force*
- A noção de tempo na criança
- A representação do espaço na criança
- Psicogênese e História das Ciências
- *La Causalité Physique chez l'Enfant*
- *Les Explications Causales*
- O Juízo e o raciocínio na criança
- Lógica e Conhecimento Científico, vol. 2
- Fazer e Compreender

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

18/123

## Obras principais para Biologia

- Biologia e Conhecimento
- Lógica e Conhecimento Científico, vol. 2

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

19/123

## Obras principais para Química

- O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança
- Lógica e Conhecimento Científico, vol. 2

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

20/123

## Conceitos-chave

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

21/123

## Conceitos-chave

- esquemas
- assimilação
- acomodação
- equilíbrio
- períodos e estágios
- estruturas lógico-matemáticas

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

22/123

## Esquemas

- aquilo que, na ação, é **generalizável** e **transponível** de uma situação a outra
- esquemas simplificam nosso dia-a-dia, permitem 'piloto automático'

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

23/123

## Exemplos

- 'escada', 'copo', 'janela', etc.: aplicável à maioria das escadas, copos, janelas, etc.
- esquemas de reunião (de 'toquinhos' a 'pais')
- esquemas de ordem (objetos a ações)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

24/123

## Problemas

- podem levar a **estereótipos** e preconceitos e interferir na nossa percepção
- Ex.: se um branco bem-vestido esfaqueia um negro, é provável que as testemunhas 'vejam' o negro como portando a faca, inicialmente

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

25/123

## Assimilação

- o organismo **assimila** (num sentido quase biológico) nova informação
- supõe existência prévia de **esquemas de ação**

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

26/123

## Acomodação

- se os esquemas existentes não conseguem assimilar ⇒ **acomodação (modificação)** da mente: construção/modificação de esquemas

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

27/123

## Exemplo

- esquema 'ave': animal bípede, com bico e penas, e que voa
- quando vemos um ave desconhecida, simplesmente a **assimilamos** ao nosso esquema 'ave'
- se, no entanto, aquela ave se comporta de forma muito estranha, "não-ave", por exemplo, não voa, acontecerá a **acomodação** e o esquema 'ave' é modificado para incluir aquela ave em particular
- esquema 'ave': animal bípede, com bico e penas

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

28/123

## Equilibração

- *"O conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos nem de uma programação inata pré-formada no sujeito, mas de uma interação entre ambos, que resulta em construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas, graças a um processo de equilibrações majorantes, que corrigem e completam as formas precedentes de equilíbrio."* (A Equilibração das Estruturas Cognitivas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

29/123

## Períodos

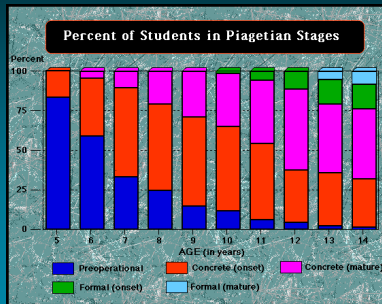
1. Sensório-motor (0-18m.)
2. Simbólico (18m.-4a.)
3. Pré-operatório (5-7a.)
4. Operacional concreto (8-11a.)
5. Operacional formal (12-17 a.)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

30/123

## Períodos



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

31/123

## 1. Sensório-motor

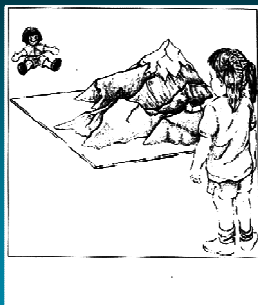
- adaptações dos modelos inatos de conduta
- modelos sensório-motores dos objetos, derivados das ações realizadas com os mesmos objetos
- princípio de conservação dos objetos
- conhecimento privado, não-partilhado

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

32/123

## Egocentrismo



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

33/123

## 2. Simbólico

- pensamento simbólico, linguagem
- representações preconceptuais
- raciocínio por transdução, pré-lógico, de preconceito para preconceito
- justaposição: reunião das partes sem as relacionar dentro de um todo
- sincretismo: concentração no todo sem discriminar suas partes
- centração: fixação em um aspecto com exclusão dos outros aspectos
- representação estática
- egocentrismo: distorção da realidade para satisfazer o ponto de vista do indivíduo

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

34/123

## 3. Pré-operatório

- linguagem como veículo do pensamento: contato com pensamento alheio, relativização dos pontos de vista
- desaparecimento do preconceito
- desaparecimento da transdução
- desaparecimento da justaposição e do sincretismo
- desaparecimento da centração e da representação estática
- desaparecimento do egocentrismo

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

35/123

## 4. Operacional concreto

- operações com classes:
  - inclusão
  - reversibilidade
- operações com relações:
  - igualar diferenças
  - reversibilidade
- conservações:
  - de substância (quantidade) (6-8 anos)
  - de peso (9-10 anos)
  - de volume (11-12 anos)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

36/123

## 5. Operacional formal

- síntese das operações com classes e com relações: **grupo INRC**
- pensamento hipotético-dedutivo
- necessidades lógicas
- possíveis

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

37/123

## Estágios 2

- “*Todo o estágio começa, na realidade, por uma reorganização num novo nível, das aquisições principais devidas aos precedentes: daí resulta a integração nos estádios superiores de determinadas ligações, cuja natureza só é explicada na análise dos estados elementares.*” (Psicogénese)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

38/123

## Estágios 3

- embora se observem **variações nas idades** que marcam cada etapa, a sua **seqüência** foi observada em várias situações por vários investigadores.
- também em casos adultos de retardamento.
- em caso de senilidade, **em ordem inversa**. (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

39/123

## Estrutura cognitiva

- ‘estruturas lógico-matemáticas’
- complexo de esquemas de assimilação
- organizada nos modelos matemáticos de grupo e rede (grupamentos)
- modelada pelo **Grupo INRC** (*Vierergruppe* ou grupo de Klein)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

40/123

## Estruturas lógico-matemáticas

- inclusão das classes
- seriação
- classificação
- reversibilidade
- transitividade
- recursividade
- reciprocidade das relações
- conservação dos conjuntos numéricos
- medida
- organização das referências espaciais (coordenadas)
- etc.

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

41/123

## Grupamentos

- “*Os sistemas psicológicos naturais do pensamento, tais como as classificações simples, as classificações múltiplas, as seriações simples ou múltiplas, os embricamentos de relações simétricas ou as árvores genealógicas, etc., correspondem, do ponto de vista logístico, a estruturas operatórias muito vizinhas dos «grupos» matemáticos e que chamamos de ‘grupamentos’*” (A Gênese do Número na Criança)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

42/123

## Grupamentos

- “Essa estrutura se elabora pela síntese, num único sistema, de duas estruturas mais simples, que são o «grupamento» da inclusão das classes ( $A+A'=B$ ;  $B+B'=C$ ;  $C+C'=D$ ; etc.) e o da seriação ou das relações de ordem ( $A-A'-B'-C'$  etc.).” (A Gênese do Número na Criança)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

43/123

## O grupo INRC

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

44/123

## A noção de grupo

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

45/123

## Monóide

- ente matemático formado por
  - um conjunto e
  - uma operação definida sobre esse conjunto
- que possui as propriedades:
  - fechamento
  - existência da identidade
  - associatividade

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

46/123

## Exemplo

- conjunto dos **naturais**  $N$  e a **adição**:
- fechamento:  $a+b \in N$  ☑
- existência da identidade:  $a+0=a$  ☑
- associatividade:  $(a+b)+c=a+(b+c)$  ☑  
⇒ é **monóide**

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

47/123

## Exemplo

- conjunto dos **naturais**  $N$  e a **multiplicação**:
- fechamento:  $a \times b \in N$  ☑
- existência da identidade:  $a \times 1 = a$  ☑
- associatividade:  $(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$  ☑  
⇒ é **monóide**

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

48/123

## Grupo

- monóide que possui também a propriedade:
  - existência do inverso

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

49/123

## Exemplo

- conjunto dos naturais  $\mathbb{N}$  e a adição:
  - existência do inverso:  $a+(?)=0$  ✗
  - ⇒ **não é grupo**
- conjunto dos naturais  $\mathbb{N}$  e a multiplicação:
  - existência do inverso:  $a \times (?) = 1$  ✗
  - ⇒ **não é grupo**

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

50/123

## Exemplo

- conjunto dos **inteiros**  $\mathbb{Z}$  e a **adição**:
- fechamento:  $a+b \in \mathbb{Z}$  ✓
- existência da identidade:  $a+0=a$  ✓
- associatividade:  $(a+b)+c=a+(b+c)$  ✓
- existência do inverso:  $a+(-a)=0$  ✓
- ⇒ **é grupo**

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

51/123

## Exemplo

- conjunto dos **racionais**  $\mathbb{Q}$  e a **multiplicação**:
- fechamento:  $a \times b \in \mathbb{Q}$  ✓
- existência da identidade:  $a \times 1 = a$  ✓
- associatividade:  $(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$  ✓
- existência do inverso:  $a \times (1/a) = 1$  ✓
- ⇒ **é grupo**

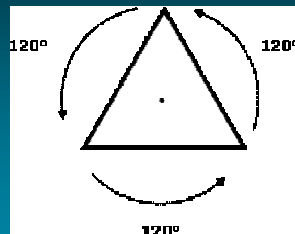
16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

52/123

## Exemplo

- Grupo das simetrias do triângulo equilátero
  - $R_0^\circ$
  - $R_{120^\circ}$
  - $R_{240^\circ}$



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

53/123

## Grupo das simetrias do triângulo equilátero

	$R_0^\circ$	$R_{120^\circ}$	$R_{240^\circ}$
$R_0^\circ$	$R_0^\circ$	$R_{120^\circ}$	$R_{240^\circ}$
$R_{120^\circ}$	$R_{120^\circ}$	$R_{240^\circ}$	$R_0^\circ$
$R_{240^\circ}$	$R_{240^\circ}$	$R_0^\circ$	$R_{120^\circ}$

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

54/123

## Grupo INRC

- **I: identidade**
- **N: inversa** (reversibilidade por inversão)
- **R: recíproca** (compensação) (reversibilidade por reciprocidade)
- **C: correlativa**

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

55/123

## Grupo INRC

	I	N	R	C
I	I	N	R	C
N	N	I	C	R
R	R	C	I	N
C	C	R	N	I

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

56/123

## Grupo de Klein

	1	i	j	k
1	1	i	j	k
i	i	1	k	j
j	j	k	1	i
k	k	j	i	1

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

57/123

## Grupo INRC

- Equivale a um sistema de **proporções** lógicas:
- $N \cdot C = I \cdot R$
- **$N/R = I/C$**

⇒ existência do INRC ⇔ domínio de frações

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

58/123

## Exemplo

Deformações da bolinha de massa

- $p$ : alongar uma bolinha numa salsicha
- $p'$ : alongar a outra bolinha
- $\sim p, \sim p'$ : voltar a salsicha a bolinha

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

59/123

## Exemplo

- $I(p) = p$
- $N(p) = \sim p$  (anula I)
- $R(p) = p'$  (compensa I)
- $C(p) = \sim p'$  (anula R)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

60/123

## Exemplo

Reequilibrar a balança

- $p$ : aumentar o peso num braço
- $q$ : aumentar a distância num braço
- $p'$ ,  $q'$ : idem no outro braço
- $\sim p$ ,  $\sim q$ : idem, diminuir

$\Rightarrow$  16 combinações:  $p \wedge q$ ,  $p \wedge q'$ ,  $p' \wedge q$ ,  $p' \wedge q'$ ,  
 $\sim p \wedge q$ ,  $p \wedge \sim q$ ,  $\sim p \wedge \sim q$ ,  $\sim p \wedge q'$ , etc.

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

61/123

## Exemplo

- $I(p \wedge q) = p \wedge q$
- $N(p \wedge q) = (p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$  (anula I)
- $R(p \wedge q) = p' \wedge q'$  (compensa I)
- $C(p \wedge q) = (p' \wedge \sim q') \vee (\sim p' \wedge q') \vee (\sim p' \wedge \sim q')$  (anula R)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

62/123

## Síntese

- “É possível mostrar que  $N$  está ligada à operação inversa dos agrupamentos de classes, ao passo que  $R$  está ligada à dos agrupamentos de relações. Donde resulta que pelo menos a lógica das preposições revela-se, no fim de contas, como a síntese das duas estruturas fundamentais que geneticamente a precedem.” (GRIZE in Lógica e Conhecimento Científico)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

63/123

## Conservações

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

64/123

## Conservações

- “Todo conhecimento, seja ele de ordem científica ou se origine do simples senso comum, supõe um sistema, explícito ou implícito, de princípios de conservação.”
- “As noções aritméticas se estruturam progressivamente, em função mesmo dessas exigências de conservação.” (A Gênese do Número na Criança)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

65/123

## Conservações

- “A criança não chega de início à noção da quantidade, para atribuir-lhe em seguida a constância, mas ela só descobre a quantificação real no momento em que se torna capaz de construir totalidades que se conservam.” (A Gênese do Número na Criança)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

66/123

## Conservações

- segundo Piaget, a conservação só surge quando o indivíduo consegue **correlacionar** as suas percepções.
- enquanto se mantém **centrando** alternadamente numa relação ou noutra, contradizendo-se muitas vezes, a conservação é impossível!

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

67/123

## Conservação do Objeto



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

68/123

## Conservação do Objeto

- inicialmente, só existem objetos visíveis
- entre 8º mês e 1 ano, já é capaz de retirar o que cobre o objeto, desde que tenha visto o objeto ser coberto e não tenha sido movido
- aos 2 anos, já concebe a permanência do objeto, mesmo se movido invisível

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

69/123

## Construção do Número

- “O número é solidário de uma estrutura operatória de conjunto, na falta da qual não existe ainda conservação das totalidades numéricas, independente de sua disposição figural.” (A Gênese do Número na Criança)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

70/123

## Construção do Número

- “Não existe, portanto, construção do número cardinal à parte ou do número ordinal à parte, mas ambos se constituem de maneira indissociável (no finito), a partir da reunião das classes e das relações de ordem.” (A Gênese do Número na Criança)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

71/123

## Conservação do Número



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

72/123

## Conservações das Quantidades Físicas

- “Mesmo uma vez adquirida a crença na permanência do objeto sólido, de sua forma e de suas dimensões, outros problemas são colocados mais cedo ou mais tarde ao espírito quanto à conservação da própria substância.” (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

73/123

## Conservações das Quantidades Físicas

- “Quando um objeto dado, num mesmo campo de percepção, é submetido a transformações reais, tais como seccionamentos e alterações de disposição das partes, o problema que se coloca então é saber se essas transformações afetam o conjunto dos caracteres do objeto, neles compreendidos o seu volume total, seu peso ou sua quantidade de matéria.” (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

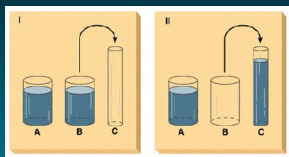
16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

74/123

## Transformações

- líquido: frasco alto e estreito → frasco baixo e largo
- massa: bolinha → salsicha
- etc.

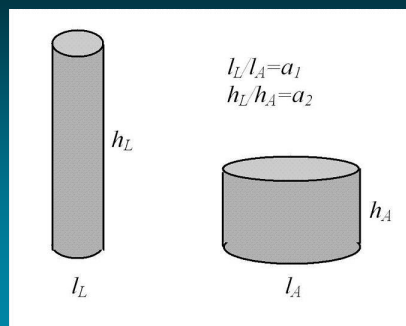


16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

75/123

## Exemplo



16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

76/123

## Conservações

- a coordenação das relações através da sua multiplicação lógica não é suficiente:
  - $A \uparrow \times L \rightarrow = V \rightarrow$  ou  $A \downarrow \times L \leftarrow = V \leftarrow$
  - $A \leftrightarrow \times L \rightarrow = V \rightarrow$  ou  $A \uparrow \times L \leftrightarrow = V \rightarrow$
  - $A \leftrightarrow \times L \leftrightarrow = V \leftrightarrow$
- mas
  - $A \uparrow \times L \leftarrow = V?$  e  $A \downarrow \times L \rightarrow = V?$

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

77/123

## Conservações da Substância

- “A conservação da substância assinala ao mesmo tempo o início da quantificação das qualidades e a conclusão da construção do objeto.” (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

78/123

## Surgimento das Conservações

	anos	Subst.	Peso	Volume
1	→7	✗	✗	✗
2	8→10	✓	✗	✗
3	11→12	✓	✓	✗
4	12→	✓	✓	✓

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

79/123

## Seqüência das Conservações

- é curioso que a conservação do peso e do volume, quantidades sensíveis, **sucedam** e não antecedam a própria noção de substância, sua abstração.
- Piaget e Inhelder apontam esse fato como **“primado da operação em relação à percepção”**. (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

80/123

## Operações

- *“Os pequenos sabem tão bem quanto as crianças da segunda etapa que a massa não foi aumentada nem diminuída durante as deformações. [...] A identificação, como tal, não basta para explicar a descoberta da conservação [...]. Para a percepção, com efeito, a salsicha não é idêntica à bolinha [...]. É aqui que intervém a reversibilidade [...] e, portanto, mecanismo operatório do pensamento.”* (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

81/123

## Conflito cognitivo

- conservação da substância só quando o sujeito passar a apoiar-se nas operações racionais:
- *“O problema da conservação é o do conflito entre a experiência imediata ou os dados da percepção, por um lado, e, pelo outro, as operações racionais [...]. Assim que o sujeito renuncia a invocar a aparência sensível para refletir nas transformações como tais, ele é conduzido a supor ou a afirmar a conservação.”* (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

82/123

## Quantificação

- *“Quando as transformações passam a apoiar-se nas relações operatórias, ao invés das perceptivas, tornam-se aptas a coordenar-se entre si, levando a uma quantificação propriamente matemática”* (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

83/123

## Da Conservação ao Atomismo

- dissolução do açúcar em água
- expansão da pipoca
- dilatação do mercúrio
- *“Bachelard mostrou bem, com efeito, que os modelos intuitivos, tendo servido de suportes nos primórdios do atomismo, devem ser procurados nas poeiras e nos pós.”* (O Desenvolvimento das Quantidades Físicas)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

84/123

## Psicogênese e História das Ciências

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

85/123

## Psicogênese

- “O facto fundamental para a epistemologia das ciências é que o sujeito, partindo de níveis muito baixos, de estruturas pré-lógicas, chegará a normas racionais isomorfas das estruturas das ciências aquando do seu nascimento.” (Psicogênese e História das Ciências)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

86/123

## Psicogênese 2

- “Num caso particular, constituído pela evolução da Física entre a Física de Aristóteles e a Física dos últimos períodos pré-Newtonianos, foi-nos possível estabelecer correspondência, e mesmo 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.” (Psicogênese, op.cit.)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

87/123

## Características do Período I

- pseudo-necessidades
- animismo
- finalismo
- primado do sensorial
- egocentrismo
- indiferenciação de conceitos
- centração nos atributos
- Contradições
- motor interno

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

88/123

## Características do Período II

- início da passagem dos atributos às relações
- diferenciação parcial dos conceitos
- introdução da medida por comparações

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

89/123

## Características do Fim do Período III

- relações
- diferenciação dos conceitos
- uso da medida quantitativa

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

90/123

## Características do Período IV

- transformações (reversíveis)
- explicações causais
- estruturação dos conceitos num sistema

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

91/123

## Psicogênese 3

- “O objectivo que procuramos atingir [...] não é de modo algum estabelecer correspondência entre as sucessões de natureza histórica com as que revelam as análises psicogenéticas, sublinhando os conteúdos, mas, o que é completamente diferente, mostrar que os mecanismos da passagem de um período histórico ao seguinte são análogos aos da passagem de um estágio psicogenético ao seu sucessor.” (Psicogênese, op.cit.)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

92/123

## Mecanismos de passagem

- o ultrapassado é sempre integrado no que ultrapassa
- das pseudonecessidades e pseudo-impossibilidades à necessidade lógica e causal
- centração nos atributos dos objetos → relações e transformações entre conceitos → estruturação num sistema

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

93/123

## Exemplo I

- Diante de certo numero de objetos diversos, o sujeito deve classificá-los **se flutuarão ou não na água**.
- Depois, encerrada a classificação, deve **justificar**, 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

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

94/123

## 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**).”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

95/123

## Resultados

- MIC: (I) prediz que uma prancha flutuará. A experiência seguinte não o faz mudar de idéia: (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**)”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

96/123

## Resultados

- 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**)”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

97/123

## Resultados

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

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

98/123

## Resultados

- 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 objeto; a gente considera o mesmo tamanho de água,*

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

99/123

## Resultados (cont.)

- – 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.*”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

100/123

## Exemplo II

- 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.

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

101/123

## Resultados

- 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**)”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

102/123

## Resultados

- 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.”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

103/123

## Resultados

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

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

104/123

## Resultados

- Bae: (III) “É a pedra a mais pesada, porque a rolha é de cortiça. (**I: centração 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**)”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

105/123

## Resultados

- 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**)”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

106/123

## Exemplo III

- 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 prever 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.

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

107/123

## Resultados

- RA: (I) tenta prolongar ou deter o movimento da bola (**egocentrismo**), cercando-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”.

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

108/123

## Resultados

- 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**)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

109/123

## Resultados

- 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**)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

110/123

## Resultados

- Mal: (III) “*Que é preciso para que uma bola vá longe?*” - *É preciso dar força na bola.* (Experimenta). “*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**)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

111/123

## 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.*”

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

112/123

## Críticas

- amostragem insuficiente, falta de tratamento estatístico e de controles adequados
- subestimação as conquistas cognitivas do pré-escolar
- superestimação das capacidades formais dos adolescentes
- descaso pela interação social

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

113/123

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

114/123

## Críticas

- pesquisas artificiais demais para prática de sala de aula
- excessiva ênfase em atividades
- excessiva generalização: descontextualização

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

115/123

## Consensos

- seqüências de estágios, embora com discordâncias sobre as idades
- erros devido à extrapolação descuidada da teoria de desenvolvimento em processos de instrução

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

116/123

## Descendentes

- Jürgen Habermas (A Teoria da Ação Comunicativa)
- Thomas Kuhn (revoluções científicas)
- Lucien Goldmann (marxista)
- Emília Ferreiro (alfabetização)
- Lauro de Oliveira Lima
- Seymour Papert (linguagem Logo)
- Alan Kay (sistema conceitual de programação Dynabook ⇒ sistema Alto que explorou pela primeira vez os elementos do GUI-Interface Gráfica de Usuário)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

117/123

## Testemunho

- *“Part of what I know about how to question dead scientists has been learned by examining Piaget's interrogations of living children”.*
- (Kuhn, 1977)

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

118/123

## Neo-piagetianos

- Pascual-Leone: operadores mentais
- Johnstone & Niaz: aplicação da teoria da memória de curto prazo ao ensino de Ciências
- Rosalind Driver: concepções alternativas
- Michael Barnes: estágios do pensamento religioso e científico
- Michael Lampert Commons: modelo da complexidade hierárquica
- Kieran Egan: estágios da compreensão
- James W. Fowler: estágios do desenvolvimento da fé

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

119/123

## Neo-piagetianos

- Suzy Gablik: estágios da história da arte
- Christopher Hallpike: estágios da compreensão moral
- Lawrence Kohlberg: estágios do desenvolvimento moral
- Don Lepam: teoria das origens do pensamento e do drama modernos
- Charles Raddings: teoria do desenvolvimento intelectual medieval
- R.J. Robinson: estágios da história e teoria das origens da inteligência

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

120/123

## Referências

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

121/123

## Referências

- MONTANGERO, Jacques & MAURICE-NAVILLE, Danielle. Piaget, ou a Inteligência em Evolução. ArtMed, 1998.
- DOLLE, Jean-Marie. Para Compreender Jean Piaget.
- PIAGET, Jean. A Criança e a Física Moderna. trad. de The child and modern physics. In: Scientific American. 1957.  
<http://www.ufrgs.br/faced/slomp/edu01136/piaget-f.htm>

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

122/123

## Referências

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Piaget>
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Epistemologia\\_Genética](http://pt.wikipedia.org/wiki/Epistemologia_Genética)
- <http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/accueil/index.php>
- <http://www.ufrgs.br/faced/slomp/edu01136/piaget-pardal.htm>
- <http://www.piaget.org/piaget/2.0.html>

16-mar-2009

© www.fisica-interessante.com

123/123