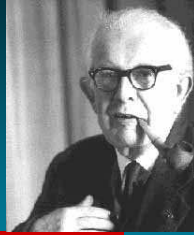


Jean-William-Fritz Piaget



Teorias de Aprendizagem para o Ensino de Ciências e Matemática

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

1/153

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



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

2/153

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)



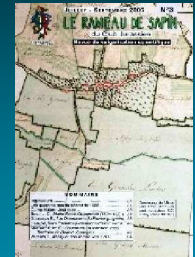
28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

3/153

Piaget

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



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

4/153

Piaget

- voluntário no Museu de História Natural
- antes de terminar a Secundária já era malacólogo de renome
 - ⇒ Embriologia
 - ⇒ Influenciou sua epistemologia posterior



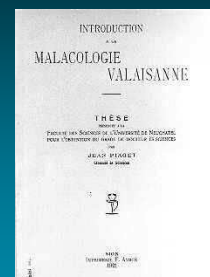
28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

5/153

Piaget

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



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

6/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

7/153

Piaget

- 1919: trabalhou com Binet (Paris) aplicando testes de inteligência
- observou que **crianças da mesma idade cometam 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



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

8/153

Piaget

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



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

9/153

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)



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

10/153

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



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

11/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

12/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

13/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

14/153

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.”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

15/153

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*

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

16/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

17/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

18/153

Obras principais para Biologia

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

19/153

Obras principais para Química

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

20/153

Conceitos-chave

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

21/153

Conceitos-chave

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

22/153

Esquemas

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

23/153

Esquemas

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

24/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

25/153

Atividade Prática

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

26/153

Atividade Prática

- forneça um exemplo concreto de esquema na sua área de atuação (Matemática, Física, Química, Biologia, etc) e explique-o detalhadamente

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

27/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

28/153

Assimilação e Acomodação

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

29/153

Assimilação

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

30/153

Acomodação

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

31/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

32/153

Equilibração

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

33/153

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)

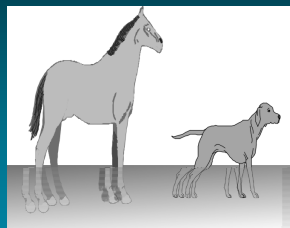
28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

34/153

Reequilibração Majorante

- Inicialmente, a criança possui, em sua estrutura cognitiva, um **esquema** de cachorro
- Quando apresentada um outro animal, como um cavalo, com alguma semelhança (marrom, quadrupede, um rabo, pescoço, nariz molhado, etc.) ela o **assimila** a cachorro.
- se corrigida por um adulto de que é um cavalo, ela entrará em **desequilíbrio**, terá que **adaptar** essa nova informação, procurará diferenças (**discriminação** **pragmática**) e criará um **novo esquema** (cavalo)
- Finalmente, estará num **novo equilíbrio**, mais rico, possuindo dois esquemas: cachorro e cavalo



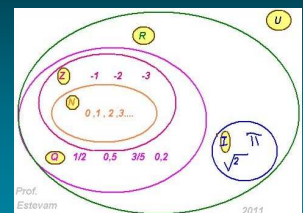
28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

35/153

Reequilibração Majorante

- **N**: não se pode subtrair um número maior por um menor
- **Z**: não se pode dividir um número menor por um maior
- **Q**: Não se pode tirar a raiz quadrada de um número negativo

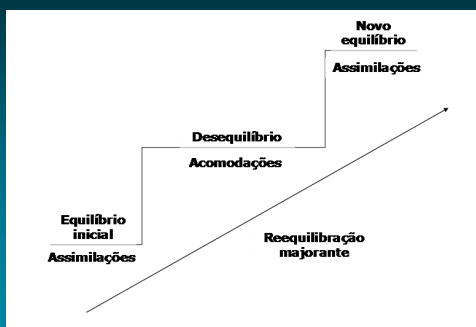


28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

36/153

Reequilibração Majorante



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

37/153

Atividade Prática

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

38/153

Reequilibração Majorante

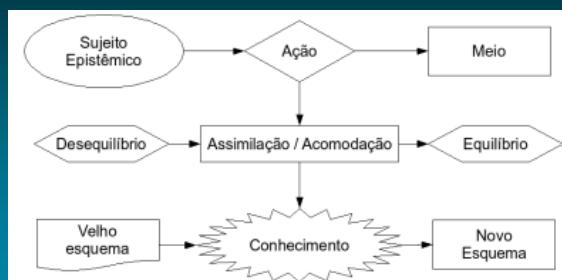
- Forneça um exemplo concreto de reequilibração majorante na sua área de atuação (Matemática, Química, Biologia, etc.) e discuta-o detalhadamente, explicitando:
 - o estado de equilíbrio inicial,
 - a desequilibração,
 - a acomodação e
 - o novo estado de equilíbrio, bem como
 - a majoração sucedida.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

39/153

Conhecimento



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

40/153

Evolucionismo Piagetiano

- Via o ser humano como um organismo em desenvolvimento: físico, biológico, **mas também cognitivo**.
- Via o organismo como um sistema unificado, uma estrutura: desenvolvimentos emocional, cognitivo e físico **indissociáveis**.
- Propôs e demonstrou que o mecanismo que promove mudanças na cognição era **análogo ao da evolução-equilíbrio**.
- Propôs que este era o mecanismo em jogo **em qualquer processo de transformação e crescimento**.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

41/153

Períodos

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

42/153

Períodos

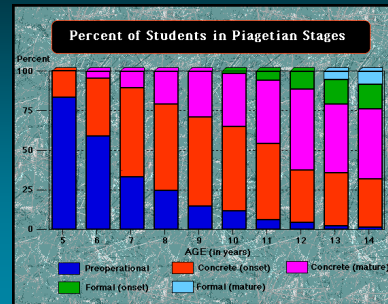
1. Sensório-motor (0-18m.)
2. Simbólico (18m.-4a.)
3. Pré-operatório (5-7a.)
4. Operacional concreto (8-11a.)
5. Operacional formal (12-17 a.)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

43/153

Períodos



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

44/153

1. Sensório-motor

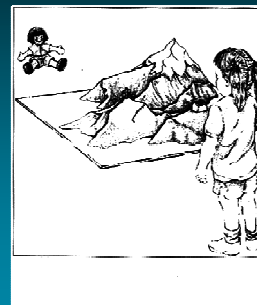
- adaptações dos modelos inatos de conduta
- modelos sensório-motores dos objetos, derivados das ações realizadas com os mesmos objetos
- princípio de conservação dos objetos
- conhecimento privado, não-partilhado

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

45/153

Egocentrismo



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

46/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

47/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

48/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

49/153

5. Operacional formal

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

50/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

51/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

52/153

Atividade Prática

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

53/153

Egocentrismo e centração

- Forneça um exemplo concreto de egocentrismo e de centração na sua área de atuação (Matemática, Química, Biologia, etc.) e discuta-os detalhadamente.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

54/153

Estruturas lógico-matemáticas

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

55/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

56/153

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.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

57/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

58/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

59/153

O grupo INRC

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

60/153

A noção de grupo

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

61/153

Monóide

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

62/153

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**

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

63/153

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**

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

64/153

Grupo

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

65/153

Exemplo

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

66/153

Exemplo

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

67/153

Exemplo

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

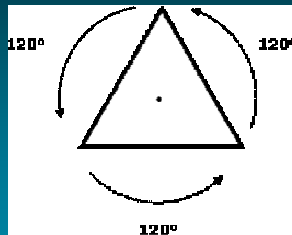
28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

68/153

Exemplo

- Grupo das simetrias do triângulo equilátero
 - R_0°
 - R_{120°
 - R_{240°



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

69/153

Grupo das simetrias do triângulo equilátero

	R_0°	R_{120°	R_{240°
R_0°	R_0°	R_{120°	R_{240°
R_{120°	R_{120°	R_{240°	R_0°
R_{240°	R_{240°	R_0°	R_{120°

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

70/153

Grupo INRC

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

71/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

72/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

73/153

Grupo INRC

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

⇒ existência do INRC ⇔ domínio de frações

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

74/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

75/153

Exemplo

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

76/153

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

⇒ 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.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

77/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

78/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

79/153

Atividade Prática

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

80/153

Grupo INRC

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

81/153

Conservações

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

82/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

83/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

84/153

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!

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

85/153

Conservação do Objeto



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

86/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

87/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

88/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

89/153

Conservação do Número



28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

90/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

91/153

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)

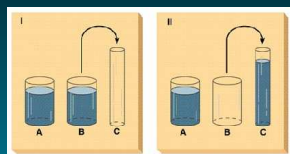
28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

92/153

Transformações

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

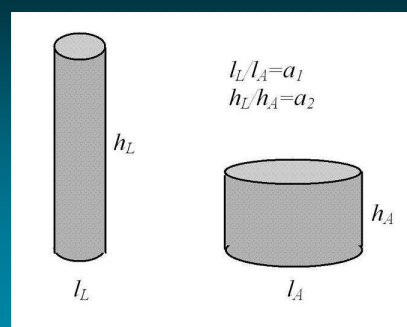


28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

93/153

Exemplo



28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

94/153

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 $A \downarrow \times L \rightarrow = V?$

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

95/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

96/153

Surgimento das Conservações

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

97/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

98/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

99/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

100/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

101/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

102/153

Psicogênese e História das Ciências

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

103/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

104/153

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.)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

105/153

Características do Período I

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

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

106/153

Características do Período II

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

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

107/153

Características do Fim do Período III

- relações
- diferenciação dos conceitos
- uso da medida quantitativa

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

108/153

Características do Período IV

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

109/153

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.)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

110/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

111/153

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**, dispendo 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**.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

112/153

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**).”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

113/153

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**)”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

114/153

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)”**

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

115/153

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*”.

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

116/153

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,*

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

117/153

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.*”

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

118/153

Atividade Prática

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

119/153

Psicogênese

- Nos exemplos a seguir, identifique características dos períodos psicogenéticos, como no exemplo anterior.

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

120/153

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.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

121/153

Resultados

- Kec: (I) “A rolha é mais pesada. — Por quê? — É preciso, porque as coisas grandes são também pesadas. — Pesa (ele o faz). Então? — É a pedra. — Por quê? — É preciso, é assim mesmo. — 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.”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

122/153

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**)”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

123/153

Resultados

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

124/153

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.”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

125/153

Resultados

- Tscha: (II) “A pedra é mais pesada, porque é de pedra. — Qual é o maior? — A rolha. — E então? — A pedra é mais pesada porque é menor. É de pedra.”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

126/153

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**)”*

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

127/153

Resultados

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

128/153

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**)”*

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

129/153

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.*”

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

130/153

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**)”*

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

131/153

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 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.

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

132/153

Resultados

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

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

133/153

Resultados

- 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”.

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

134/153

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.*”

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

135/153

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**)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

136/153

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.*”

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

137/153

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)**)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

138/153

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.*”

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

139/153

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**)

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

140/153

Resultados

- Desb: (IV) “*Se a gente lança com o mesmo impulso, isso (o parar) depende do peso, do atrito, do volume.*” 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.*” “Isso é tudo? - *Se estiver bem horizontal.*”

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

141/153

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.*”

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

142/153

Críticas

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

143/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-interessante.com

144/153

Críticas

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

145/153

Consensos

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

146/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

147/153

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)

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

148/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

149/153

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

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

150/153

Referências

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

151/153

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>

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

152/153

Referências

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Piaget>
- 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>

28-abril-2011

© www.fisica-Interessante.com

153/153