

14 - Concepções Alternativas

Estágio Curricular Supervisionado em Física I

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

1/73

Biologia

- células são redondas
- todas as células têm o mesmo tamanho
- as plantas respiram CO_2 e libertam O_2
- o solo é o alimento das plantas
- as plantas transformam a água em alimento
- apenas algumas partes do corpo são formadas por células
- os genes são encontrados apenas no sistema reprodutivo
- a evolução terminou com o homem

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

2/73

Química

- os átomos são menos estáveis que seus íons
- os elétrons retornam a seus próprios átomos quando uma ligação se quebra
- a fumaça não deriva da substância sendo queimada
- a reação inversa só começa depois que a direta acaba
- as reações químicas são estáticas
- no equilíbrio, as concentrações dos reagentes são iguais às dos produtos

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

3/73

Física

- se não há movimento, não há força
- a gravidade é o resultado da pressão do ar
- uma mesa não exerce forças sobre um livro deitado sobre ela
- a luz de uma vela não vai tão longe quanto a do Sol
- a energia é consumida pelos elementos de um circuito
- no verão, a Terra está mais próxima do Sol do que no inverno

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

4/73

Matemática

- dividir sempre diminui e multiplicar sempre aumenta
- não se pode dividir um número menor por um maior
- frações são apenas partes de alguma coisa
- frações não são números
- frações são compostas por dois números inteiros

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

5/73

Teste Conceitual de Força

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

6/73

Teste Conceitual de Força

- problemas do dia a dia
- responder sem usar fórmulas
- usar apenas o bom senso

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

7/73

Force Concept Inventory

- Uma grande caixa está sendo empurrada sobre o chão a **velocidade constante**. O que se pode concluir sobre as **forças** agindo sobre a caixa?
 - a) Se a **força** aplicada à caixa é **dobrada**, a **velocidade** constante da caixa aumentará para o dobro;
 - b) A **força** aplicada à caixa para movê-la a **velocidade constante** tem de ser **maior** que o seu **peso**;
 - c) A **força** aplicada à caixa para movê-la a **velocidade constante** tem de ser **igual** às **forças de atrito** que resistem ao seu movimento;
 - d) A **força** aplicada à caixa para movê-la a **velocidade constante** tem de ser **maior** que as **forças de atrito** que resistem ao seu movimento;
 - e) Há **uma** força aplicada à caixa para movê-la mas forças externas tais como as de **atrito não são forças «reais»**, simplesmente resistem ao movimento.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

8/73

Force Concept Inventory

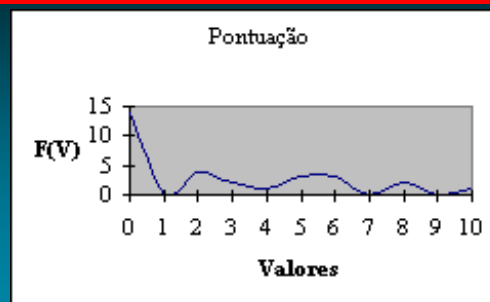
- Se a **força** aplicada à caixa no problema anterior é subitamente **retirada**, a caixa irá:
 - a) **parar imediatamente**;
 - b) **continuar a velocidade constante** por um **período muito curto** de tempo e em seguida **reduzir** a velocidade até parar;
 - c) começar **imediatamente** a **reduzir** a velocidade até parar;
 - d) **continuar a velocidade constante**;
 - e) **aumentar** a sua velocidade por um **período muito curto** de tempo e em seguida começar a **reduzir** a velocidade até parar.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

9/73

CA's em adultos



24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

10/73

Conceitos Físicos

- massa, força, luz, eletricidade, etc.
- apesar de cotidianos, **não são simples**
- têm longa evolução histórica, ontológica e epistemológica
- já foram identificadas muitas concepções alternativas associadas a cada um deles

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

11/73

Física intuitiva

- concepções alternativas (**misconceptions** = concepções errôneas)
- semelhança com concepções pré-Newtonianas:
 - Física Aristotélica
 - Física de Filipo
 - Teoria do impetus (~impulso) (Buridan)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

12/73

CA's e sua resistência

- CA's **são úteis** na descrição do dia a dia
- dificuldade em se aceitar errado
- ⇒ dificuldade em se conseguir a mudança conceitual

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

13/73

Mudança conceitual?

- concepções espontâneas **não 'evoluem'** para o conhecimento científico através da 'mudança conceitual' de Posner et al. (1982)
- são estáveis, resistem à mudança e coexistem com outras representações, inclusive com as do mundo científico

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

14/73

Formação histórica dos conceitos físicos

- *“Concepções científicas, embora freqüentemente resultado da intuição espontânea, tendem a ser moldadas, tanto quanto possível, em analogia com as concepções da experiência diária.”*

(JAMMER, 1957)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

15/73

Formação histórica

- *“Em nosso presente sistema de instrução acadêmica, uma discussão profunda e crítica dos conceitos fundamentais e aparentemente simples é conscientemente omitida. A análise histórico-crítica das concepções básicas em ciências é, portanto, de primordial importância, não apenas para o filósofo profissional ou para o historiador das ciências”*

(JAMMER, 1999, p. vii)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

16/73

Psicogênese (Piaget)

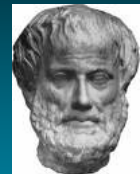
- período histórico ↔ estágio psicogenético
- 1ª fase: Aristóteles
 - pseudo-necessidades, animismo, finalismo, primado do sensorial, egocentrismo, concentração nos atributos, indiferenciação dos conceitos, contradições
- 4ª fase: Newton
 - transformações reversíveis, explicações causais, estruturação dos conceitos num sistema

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

17/73

A Física Aristotélica (384-322 a.C.)



24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

18/73

A Física Aristotélica

- **movimentos naturais:**
 - um "imponderável" tende para o céu
 - um "grave" tende para o seu "lugar natural", a terra
- ↑ Fogo
- ↑ Ar
- ↓ Água
- ↓ Terra
- **movimentos forçados:**
 - um "motor externo" retira o corpo do seu "lugar natural"

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

19/73

A Física Aristotélica

- movimento (efeito) \Rightarrow causa (força)
- os seres animados e os corpos celestes teriam um "motor próprio"
- Aristóteles **deduziu** que os corpos mais pesados caem mais depressa
- p/ movimento oblíquo: **autoperistasis**

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

20/73

A Física Aristotélica

- movimento impossível no vazio: falta de referencial
- no vazio, os corpos cairiam à mesma velocidade \Rightarrow **não há vazio** (!)
- movimento (efeito) \Rightarrow causa (força)
- Lei da Dinâmica: $F = p \cdot v$

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

21/73

Queda dos corpos

- "um corpo duas vezes mais pesado cairá da mesma altura na metade do tempo"
- "Se dois corpos forem amarrados, a velocidade de queda do combinado será a soma das velocidades de cada um separadamente"

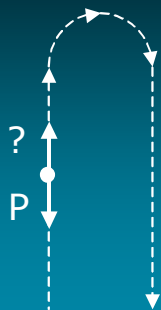
24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

22/73

Concepções alternativas

- força durante o movimento? (impulso?)
- impulso circular
- mais pesado cai mais depressa



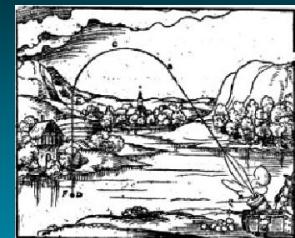
24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

23/73

Teoria do impetus

- impressão de um poder de auto-movimento
- a) impetus
- b) impetus \times gravidade
- c) gravidade



24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

24/73

O Conceito de Massa

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

25/73

O conceito de massa

- derivado através do latim '*massa*' do grego $\mu\alpha\zeta\alpha$, significando pasta informe e que se relaciona com $\mu\alpha\sigma\sigma\epsilon\upsilon\nu$, amassar uma pasta
- derivadas: 'amassar', 'macerar', 'massa bruta', 'massudo', 'maciço', 'massificar', 'massacre', 'em massa', etc.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

26/73

O conceito de matéria

- derivado do latim '*materiæ*', que designa a parte dura do tronco das árvores, como material de construção

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

27/73

Ontologias de massa

- medida da quantidade de matéria
- carga do campo gravitacional em $p = m_g \cdot g$ ou em $F = G \frac{m_g M}{r^2}$
- coeficiente de inércia em $F = m_i \cdot a$

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

28/73

A reunificação na Relatividade Geral

- elevador de Einstein: peso ou aceleração?
- experimentos de Eötvös: $m_i = m_g$ à precisão de $1:10^{10}$
- princípio de equivalência: $m_i \equiv m_g$
- Relatividade Geral: massa \equiv curvatura do espaço

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

29/73

O conceito de peso

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

30/73

O conceito de peso

- pesar: avaliar, comparar, ponderar
- grave: pesado, sério
- derivadas: grávida, situação grave, pesadelo, pêsames,
- 'weight' (peso, carga) 'wagon' (carruagem), 'Waage' (balança)
- peso: esforço para levantar um objeto do chão e carregá-lo
- tire-se-nos o apoio e não sentimos peso!

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

31/73

O Conceito de Peso II

- *“A maioria dos físicos quando fala de peso está a referir-se à força gravitacional exercida pela Terra sobre o objeto. Entretanto, outros consideram peso como a força que é exercida pelo objeto sobre o prato da balança.”*

(IONA, Mario, The Meaning of Weight, Phys. Teach. 13(5):263-274, 05/1995, p. 265.)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

32/73

Peso ou Massa?

- “Vigilantes do peso”
- Pesos de balança
- Imponderabilidade
- Cargas de caminhões
- Compras a peso
- Mochilas
- Peso líquido de contentores”

(IONA, Mario, The Meaning of Weight, Phys. Teach. 13(5):263-274, 05/1995, pp. 264-5.)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

33/73

Laboratório

- experimentos paradoxais
- conflito cognitivo entre o que se vê e o que se “sabe”
- NÃO FUNCIONOU!

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

34/73

Laboratório

- equipamento muito distante da realidade
- dicotomia:
 - Física do laboratório (teoria: não funciona)
 - Física do mundo real (prática: não explica)



24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

35/73

Evolução Conceitual

- Moreira & Greca (2003)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

36/73

Perfil Conceitual

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

37/73

O Perfil Conceitual

- Mortimer (1995): a partir do Perfil Epistemológico de Bachelard (1940)
- útil para compreender a coexistência simultânea dessas diferentes visões da realidade num mesmo indivíduo
- instrumento para acompanhar a evolução conceitual dos alunos em sala de aula
- a consciência por parte do estudante do seu próprio perfil conceitual é relevante para que possa utilizar as suas diferentes visões de realidade nos contextos adequados

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

38/73

Perfil conceitual



FIGURA 1 - O perfil epistemológico de Bachelard em relação ao conceito de massa

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

39/73

Características

- as pessoas têm **formas diferentes de ver** e representar a realidade à sua volta
- as zonas contêm **categorias de análise** com poder explanatório crescente
- para além das características epistemológicas, as zonas do perfil conceitual distinguem-se também por **características ontológicas**,

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

40/73

Perfis já construídos

- **Química:** reações químicas, átomo, estados físicos dos materiais, calor, espontaneidade, transformação e energia
- **Bioquímica:** energia
- **Matemática:** função, fração
- **Física:** periodicidade, radiação, massa, força, luz, energia

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

41/73

Metodologia

- estudo da evolução histórica e epistemológica do conceito
- levantamento bibliográfico das concepções alternativas
- reinterpretação à luz da noção de perfil
- identificação das categorias do perfil
- pesquisa prática: validação do perfil

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

42/73

Formação histórica

- *Os conceitos do pensamento pré-científico comum são, eles mesmos, o resultado do desmembramento arbitrário do coerente e contínuo substrato da experiência sensorial. A Ciência como uma atividade técnica nunca tenta, propositadamente, separar-se a si própria das concepções formadas pela experiência cotidiana. Ao contrário, concepções científicas, embora freqüentemente resultado da intuição espontânea, tendem a ser moldadas, tanto quanto possível, em analogia com as concepções da experiência diária.*
(JAMMER, 1957)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

43/73

Perfil conceitual de massa

- **I:** noção vaga, sensorial, indiferenciada de volume, pré-teórica, sem relação com referencial teórico, indistinta de peso; peso como propriedade geral da matéria, usado também como medida grosseira de quantidade de matéria, embora como quantidade não conservada;

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

44/73

Perfil conceitual de massa

- **II:** início da distinção entre peso e massa; massa como conceito realista, mais empírico que lógico, medida pela balança, medida da quantidade de matéria; identificação de massa com outras quantidades; inércia, impetus, calor, frio e secura proporcionais ao peso ou à quantidade de matéria; falsas relações entre o peso do corpo e seu tempo de queda;

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

45/73

Perfil conceitual de massa

- **III:** massa distinta de peso mas proporcional a este e fonte do fluxo de força gravitacional; massa definida em termos da densidade e correlacionada à força e à aceleração; definições relacionais entre grandezas massa, peso, força e aceleração, estruturadas num "sistema nocional";
- **IV:** massa relativística, não mais absoluta mas dependente da velocidade, congênere a energia;

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

46/73

Perfil conceitual de massa

- **V:** massa dualista na Mecânica Quântica Relativística, com a antimatéria;
- **VI:** massa como singularidade na métrica do espaço-tempo, relacionada à curvatura do espaço e definida a partir dos tensores momento-energia e de curvatura; massa inercial igual à massa gravitacional.

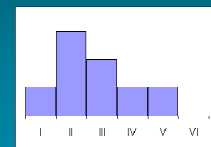
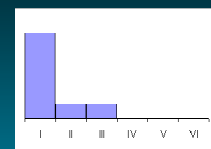
24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

47/73

Perfis individuais

- perfil do conceito de massa
- alunos da cadeira de Física I (engenharias e licenciaturas) da ULBRA/Canoas



24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

48/73

O conceito de força

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

49/73

Concepções alternativas

- movimento implica em força
- velocidade proporcional à força aplicada
- aceleração implica em aumento de força
- maior massa implica maior força
- maior força determina movimento
- última força a agir determina movimento
- compromisso de forças determina movimento

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

50/73

Concepções alternativas

- obstáculos não exercem força
- somente agentes ativos exercem força
- agente mais ativo produz maior força
- impulso circular
- onde não há ar, não há gravidade
- gravidade aumenta com a altura

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

51/73

Força

- Agentes mecânicos:
 - força muscular,
 - gravidade,
 - vento,
 - fluxo das águas

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

52/73

Força

- latim '*fortis*': bom, útil, honesto, virtuoso, valente, vigoroso, robusto, com saúde, poderoso, enérgico, rico
- sânscrito '*dher*': assegurar, fortalecer, consolidar, firme, sólido, com firmeza, agarrar, apoderar-se, tomar, prender, ter, dominar, obter, dirigir

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

53/73

Força como interação

- “Uma força é uma extremidade de uma interação; a interação acontece entre dois corpos, atuando com a mesma intensidade em direções opostas.”

(HELLINGMAN, Cornelis, Newton's Third Law Revisited, Phys. Educ. 27(2):112-115, 03/1992, p. 115.)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

54/73

Forças mais comuns

- Peso
- Normal
- Tensão
- Atrito
- Elétrica
- Magnética
- Gravitacional
- Eletromagnética
- Forte (núcleo)
- Fraca (decaimento β)
- 5ª (???)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

55/73

Tipos de força

- de ação à distancia,
- de contacto,
- de atrito (dissipativas),
- impulsivas,
- etc.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

56/73

Formação histórica

- *Tomado originalmente em analogia com o poder humano de vontade, influência espiritual ou esforço muscular, o conceito de força foi projetado nos objetos inanimados como um poder residindo em coisas físicas. [...] O conceito de força tornou-se instrumental para a definição de 'massa', que por sua vez deu origem à definição de 'momento'. Subseqüentemente, a Mecânica Clássica redefiniu o conceito de força como a taxa de variação temporal da mudança do momento, excluindo portanto todos os vestígios animísticos das definições anteriores. Finalmente, 'força' tornou-se uma noção puramente relacional, quase pronta para ser eliminada de toda a construção conceitual.*

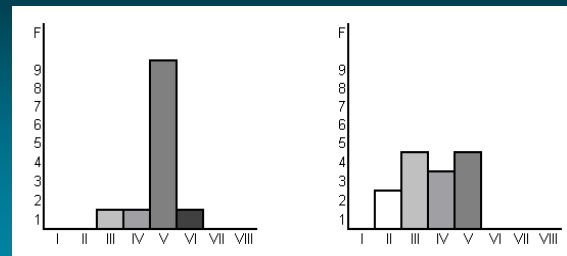
(JAMMER, 1957)

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

57/73

Perfil do conceito de força



24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

58/73

Conclusões

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

59/73

Implicações pedagógicas

- reconstrução da ciência a partir de níveis pré-lógicos
- aceleração da criança por comparação com a História da Ciência
- necessária atenção à pré-lógica infantil
- importância do construtivismo e da História da Ciência no ensino

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

60/73

Conclusões

- **a noção de força e a evolução do homem**
 - formas sinônimas (esforço, trabalho, energia)
 - fortalecimento das idéias prévias dos estudantes.
- **análise histórica:** identificação das zonas representativas do perfil conceitual de força (etapa prévia).

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

61/73

Conclusões

- **perfil conceitual:** instrumento para aceder representações dos alunos sobre conceitos em ciências – estratégias de ensino para que os alunos evoluam para uma noção conceitual científica.
- importância da **tomada de consciência** pelo estudante de seu perfil conceitual e o domínio do significado de conceitos em ciências, por profissionais da área.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

62/73

Referências

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

63/73

Referências

- POSNER, George J.; STRIKE, Kenneth A.; HEWSON, Peter W. & GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education, v. 66, n. 2, pp. 211-227, abr. 1982.
- <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/>
- MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?. Investigações em Ensino de Ciências, v. 1, n. 1, pp. 20-39, 4/1996.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

64/73

Referências

- MORTIMER, Eduardo Fleury. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? Science & Education, vol. 4, n. 3, pp. 265-287, 1995.
- MOREIRA, Marco Antônio & GRECA, Ileana Maria. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoria del aprendizaje significativo. Ciência e Educação, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

65/73

Referências

- Perfil conceitual. In: Wikipédia : a enciclopédia livre
- GRAÇA, Valéria R. ; SANTOS, Renato P. dos. A utilização da História da Física como Metodologia de Trabalho. In Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro, RJ. São Paulo, SP : SBF, 2005.
- PETRY, Priscila Gabriele; SANTOS, Renato P. dos. Evolução conceitual em frações com o uso de Simulações Computacionais. In Atas do IV CIEM - Congresso Internacional de Ensino da Matemática. Canoas, RS : ULBRA, 2007

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

66/73

Referências

- DRUZIAN, Aline Cesar; RADÉ, Tane; SANTOS, Renato P. dos. Uma proposta de Perfil Conceitual para os conceitos de luz e visão. In Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências. Florianópolis : ABRAPEC, 2007
- GUABIRABA, Semíramis C. S.; SANTOS, Renato P. dos. Sobre a formação do conceito de fração numa perspectiva histórico-crítica. In Atas do IV CIEM - Congresso Internacional de Ensino da Matemática. Canoas, RS : ULBRA, 2007

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

67/73

Referências

- RADÉ, Tane; SANTOS, Renato P. dos. *Uma proposta de Perfil Conceitual para o conceito de Força*. In Atas do V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, Bauru, SP : ABRAPEC, 2005
- SANTOS, Renato P. dos. *Uma Proposta para o Perfil Conceitual do Conceito de Massa na Física*. Atas do IX EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, Jaboticatubas, MG, SBF, 26 a 29 de outubro de 2004.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

68/73

Referências

- MORTIMER, Eduardo Fleury & AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, n. 3, pp. 5-18, 2001.
- AMARAL, Edenia Maria Ribeiro & MORTIMER, Eduardo Fleury. Conceptual profile of spontaneinity and the teaching of Thermochemistry. in 6th European Conference on Research in Chemical Education e 2nd European Conference on Chemical Education, Aveiro, 2001.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

69/73

Referências

- SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ROSA, M. I. P. S. Perfil epistemológico de Bachelard e a noção de perfil conceitual para transformação química, in 20ª Reunião Anual da SBQ, 1997, Poços de Caldas. v.3. p.3, 1997
- MICHINEL, José Luís, ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro. O Funcionamento da Leitura de Textos Divergentes Referentes a Energia: Perfil conceitual de Estudantes de Física. in VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2000, Florianópolis - SC. São Paulo:SBF, 2000.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

70/73

Referências

- OLIVEIRA, Gabriel Aguiar; SOUSA, Cristiane R.; DA POIAN, Andrea T. & LUZ, Mauricio Roberto Motta Pinto. Students' misconceptions on Energy Yielding Metabolism: Glucose as the sole metabolic fuel. Advances in Physiology Education. v. 1, 2003.
- CARRIÃO, A. A aquisição do conceito de função: perfil das imagens produzidas pelos alunos. in: II Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 1998, Rio Claro, 1998, p. 99-103

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

71/73

Referências

- COUTINHO, Francisco Ângelo. O Perfil Conceitual do Conceito de Vida. Tese de Doutorado (Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- GOBARA, Shirley Takeco. Profil conceptuel et Situation-problème. Une contribution à l'analyse de l'apprentissage de la périodicité en Physique, Tese de Doutorado, Université Claude Bernarde Lyon I, LYON I, Lyon, França, 1999.

24-ago-2015

© www.fisica-interessante.com

72/73

Referências

- ZAÏANE, Najoua. Conceptual profile of pupils and students of the radiation, Proceedings of the 4th ESERA Conference, Noordwijkerhout, Holanda, 2003.
- REZENDE, Flávia & BARROS, Susana de Souza. Teoria Aristotélica, Teoria do Impetus ou Teoria Nenhuma. Disponível em <<http://www.fc.unesp.br/abrapec/revistas/v1n1a4.pdf>>