

## 4. A importância das concepções científicas e o construtivismo

Uma hipótese que permitiria compreender a impossibilidade de se verificar a existência do pensamento formal em jovens e adultos considera que **as pessoas teriam um extenso acervo de concepções científicas previamente adquiridas** por herança genética ou por transmissão social, e essas concepções quase sempre são diferentes das concepções dos cientistas.

Assim, ao resolver as tarefas piagetianas, os sujeitos de fato recorreriam ao seu raciocínio operatório formal, mas nele encontrariam **a estrutura lógica da ciência do senso comum** e não a estrutura da ciência dos cientistas. Isso ocorreria também com sujeitos escolarizados, mesmo em nível superior, pois essas estruturas estariam solidamente “instaladas” na mente do ser humano e, por isso, resistentes à mudança.

Assim, desde o final da década de 1970 até o início deste século muitos pesquisadores piagetianos – e alguns anos mais tarde também muitos pesquisadores não piagetianos –, procuraram detectar e mapear os conceitos dessa ciência do senso comum, que se tornaram conhecidos como **concepções espontâneas, alternativas ou pré-científicas**. O objetivo seria conhecer esse acervo para propor atividades de ensino que pudessem substituir ou “vencer” as preconcepções científicas fortemente arraigadas nesse pensamento por **concepções científicas contextualmente corretas**.

**O antagonismo entre concepções espontâneas, informais, que dariam origem à ciência do senso comum, e concepções científicas, originárias do ensino escolar, se assemelha muito com as relações estabelecidas por Piaget entre o pensamento infantil, constituído de estruturas de pensamento espontâneas, e o pensamento adulto, estruturado por meio de concepções não espontâneas ou científicas, adquiridas por meio do ensino formal.**

**Como essas relações foram consideradas equivocadas por Vigotski, vale a pena apresentar aqui o que ele considera um equívoco, antecipando o estudo de sua teoria que será feito a partir da próxima aula, pois elas, de certo modo, já previam o insucesso das propostas baseadas nessas relações:**

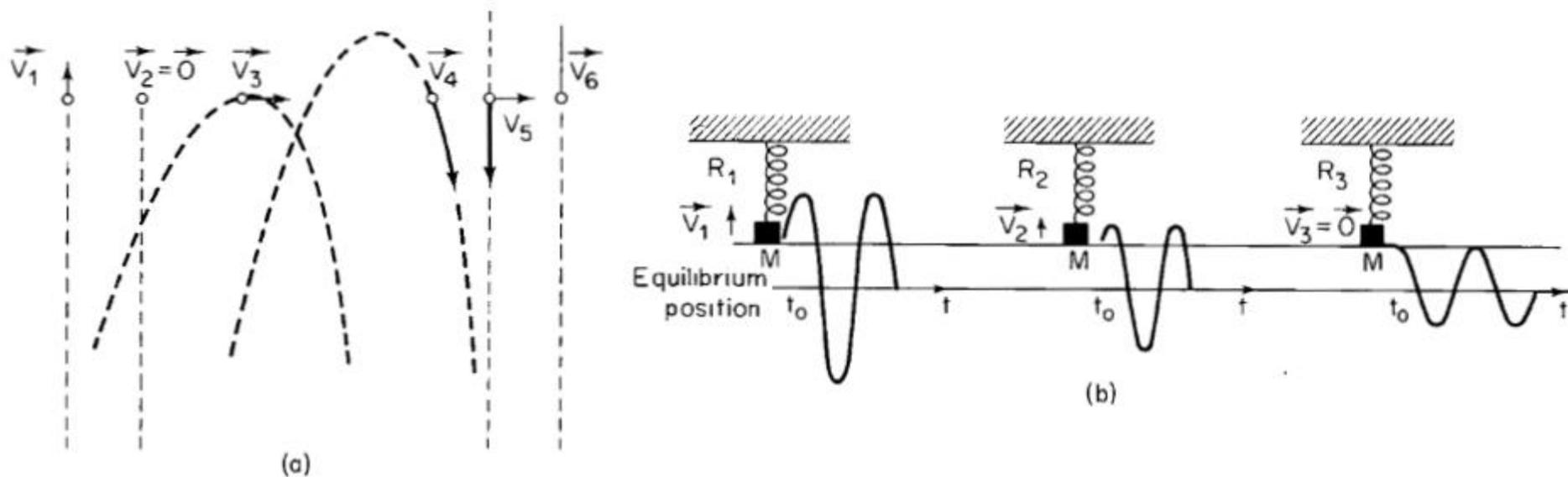
*Piaget concebe o desenvolvimento intelectual da criança como uma extinção gradual do pensamento infantil na medida em que se aproxima o ponto conclusivo do desenvolvimento. Para ele, o desenvolvimento intelectual da criança se constitui do processo de repressão gradual das qualidades e propriedades originais do pensamento infantil pelo pensamento mais poderoso e mais forte dos adultos.*

**VIGOTSKI, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001. p. 256.**

**Fazendo uma analogia entre o desenvolvimento cognitivo e desenvolvimento da dentição (odontogênese), pode-se se dizer que o pensamento infantil equivaleria à dentição humana temporária, também chamada "de leite", que se forma, em média, entre os seis meses e os três anos até cair ou ser “arrancada” pela dentição permanente. Na desenvolvimento cognitivo isso poderia não ocorrer espontaneamente, poderia ser necessária uma intervenção externa que antes “arrancasse os dentes de leite” para que os conceitos científicos contextualmente corretos – os “dentes permanentes” – pudessem aparecer.**

**Assim, ficou claro para esses pesquisadores, principalmente piagetianos, que seria mais importante investigar as ideias dos estudantes em relação aos diversos conceitos científicos aprendidos na escola do que a excessiva ênfase dada à compreensão do desenvolvimento de estruturas lógicas subjacentes a essas ideias. Em outras palavras, seria mais importante saber como os alunos compreendiam o conceito de força, por exemplo, do que procurar inferir as estruturas lógicas que estariam sendo mobilizadas no seu cérebro para que eles chegassem a essa compreensão.**

O trabalho pioneiro que deu origem a esse movimento foi publicado em 1979 por Laurence Viennot, professora de Física e Didática das Ciências (atualmente professora emérita) da Universidade Paris Diderot. As figuras abaixo ilustram uma questão objeto da pesquisa por ela realizada:



As duas figuras acima ilustram uma única questão dirigida à estudantes universitários da França, Bélgica e Inglaterra (onde houve também um grupo do ensino médio):

*As forças exercidas sobre a bolinha (a; a resistência do ar é desprezível) e sobre o bloco de massa  $M$  (figura b; as molas são idênticas) são iguais ou diferentes?*

## A tabela abaixo sintetiza os resultados obtidos:

NUMBER OF STUDENTS RESPONDING	QUESTION RELATING TO	STUDENTS' YEAR OF STUDY†	THE FORCES ARE . . .		
			<i>equal</i>	<i>not equal</i>	<i>(no reply)</i>
29	figure 1(a)	Last year of secondary school	39%	55%	6%
36		First year university	58%	42%	0%
226		First year university (Belgian)	44%	54%	2%
20	figure 1(b)	First year university	70%	30%	0%
95		Second year university	48%	40%	12%
49		Third year university	37%	55%	8%
14		Last year of secondary school (British)	64%	36%	0%
14		First year university (British)	57%	43%	0%
226		First year university (Belgian)	37%	49%	14%

VIENNOT, L., Spontaneous reasoning in elementary dynamics, *European Journal of Science Education*, 2(1), 1979, p. 206 - 207

As respostas mostram que apesar de todos conhecerem as leis de Newton e a lei de Hooke, o que os levaria a responder que as forças são todas iguais, grande parte dos estudantes – em alguns casos a maioria – respondeu que as forças **não são iguais**, evidenciando a existência de uma persistente concepção de proporcionalidade direta entre força e velocidade:  **$F = kv$**

**Desde então, iniciaram-se pesquisas sobre mudança conceitual, nome genérico de um movimento que mobilizou grande parte dos pesquisadores em ensino. Nessas pesquisas procurou-se investigar as mais variadas preconcepções científicas contextualmente incorretas com as quais os alunos chegam à escola; além disso, foram testadas algumas estratégias pedagógicas capazes de promover a mudança dessas preconcepções – foi a mais longa e exaustiva fase de pesquisas em ensino de Ciências já realizada no mundo: durou até o início do século XXI – ou seja, cerca de trinta anos –, quando a ineficácia das propostas de ensino originárias dessas pesquisas tornou-se praticamente consensual.**

*A seguir, apresentamos três exemplos de pesquisas em ensino de ciências sobre concepções alternativas e mudança conceitual no Brasil:*

## em Física:

---

### CORRENTE ELÉTRICA E CIRCUITO ELÉTRICO: ALGUMAS CONCEPÇÕES DO SENSO COMUM+\*

---

Jesuína L. A. Pacca, Instituto de Física – USP São Paulo – SP; Ana Fukui, E. E. Pe. Manoel da Nóbrega São Paulo – SP; Maria Christina F. Bueno, E. E. Dr. Felício Laurito Ribeirão Pires – SP; Regina Helena P. Costa, E. E. Cap. Pedro Monteiro do Amaral São Paulo – SP; Rosa M. Valério, E. E. Prof. Jácomo Stávale São Paulo – SP; Sueli Mancini, E. E. Pe. Manoel da Nóbrega São Paulo – SP

## Resumo

O ensino de Física no Ensino Médio geralmente reserva para o conteúdo de eletricidade o estudo de alguns problemas de circuitos e outros de eletrostática, sem que seja aprofundada uma discussão sobre a relação entre os dois assuntos. Muitos dos termos utilizados para conceituar os elementos envolvidos nos fenômenos elétricos são conhecidos pelos alunos e utilizados na linguagem livre do senso comum, associados a concepções sobre átomo e corrente elétrica, construídas na vivência do cotidiano. Neste trabalho, procuramos estudar as concepções de corrente elétrica, de um ponto de vista da estrutura dos materiais e da geração dessa corrente elétrica.

A pesquisa foi realizada com as informações obtidas por quatro professoras de Física com seus alunos do Ensino Médio, através de material escrito. Nem todas estavam ensinando eletricidade no momento em que os dados foram obtidos. O instrumento utilizado para obtê-los constou de duas questões sobre o tema; as respostas foram solicitadas em forma de desenho, com a possibilidade de texto verbal complementando ou explicando, mais detalhadamente, o desenho. Os resultados mostraram quatro características principais dessas concepções que podem constituir barreiras epistemológicas para a aprendizagem e pretendem ser subsídios para ensinar eletricidade a esse nível.

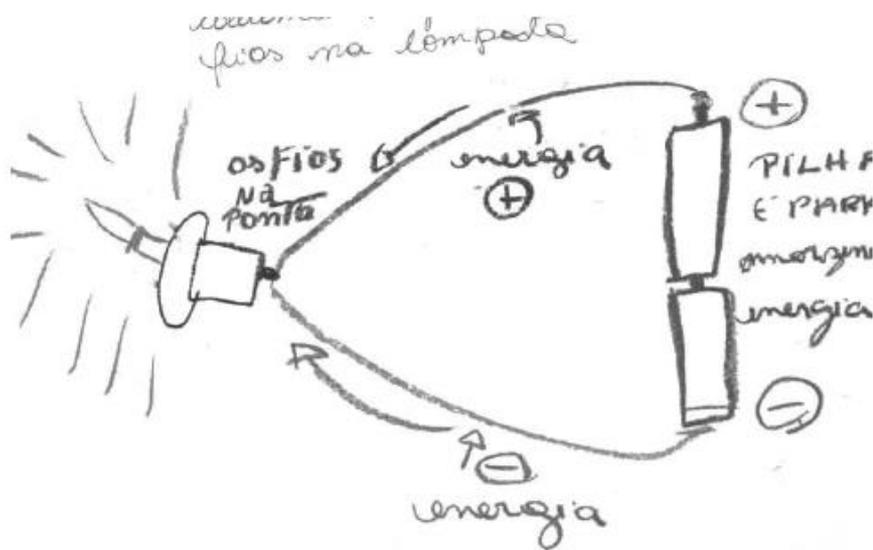


Fig. 1

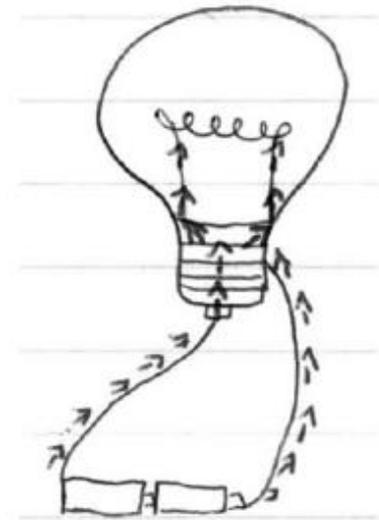


Fig. 3

## e parte de suas conclusões :

Consideramos aqui a existência de barreiras conceituais importantes na construção do conhecimento científico desse conteúdo: a questão de duas correntes em oposição em um circuito e a do circuito “aberto”. Essas concepções são reforçadas com a explicação dada para a luminosidade da lâmpada.

Os resultados deste trabalho pretendem oferecer subsídios para o professor planejar seu curso, bem como encaminhar discussões em sala de aula. A atenção para as expressões dos alunos só pode auxiliar de fato na condução das aulas, com vistas à aprendizagem, se for possível interpretá-las e atribuir-lhes significado. Retomando a interpretação, construída a partir da análise das respostas sobre um problema de Física em eletricidade, **concluimos que o modelo de corrente elétrica disponível para o senso comum tem características essenciais que se constituem em barreiras conceituais, impedindo a construção do modelo científico dentro de uma aprendizagem significativa.**

em Química:

## CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: PRESSUPOSTO PARA UMA REFLEXÃO SOBRE O PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM

Maria Stela da Costa Gondim<sup>1,2</sup>, Mírian Rejane Magalhães Mendes<sup>1,3</sup>

1 - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UnB, [stelagondim@yahoo.com.br](mailto:stelagondim@yahoo.com.br)

2 - Instituto Superior de Educação de Brasília – UniBrasília Gama – DF

3 - CEFET Januária – MG, [mirianmendes@unb.br](mailto:mirianmendes@unb.br)

### Resumo

O presente artigo relata o trabalho realizado com estudantes de licenciatura em química, objetivando conscientizá-los da existência de concepções alternativas a partir da percepção de suas próprias concepções. A metodologia utilizada incluiu a aplicação de pré e pós-testes sobre concepções alternativas acerca dos fenômenos de dissolução de substâncias em água e expansão térmica do ar, apresentação por grupos de estudantes de artigos científicos referentes a concepções alternativas e questionário. **Os resultados obtidos mostraram que os estudantes, embora estejam em um nível superior de ensino, não utilizam adequadamente os conceitos científicos abordados.** Percebemos que, além de identificarem suas concepções alternativas relativas a tais conceitos, os estudantes vislumbraram a complexidade do processo ensino/aprendizagem, sobre o qual possuem concepções alternativas.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, queremos enfatizar a forma descontextualizada que os professores e os livros didáticos tratam os níveis macroscópicos, microscópicos e representacionais no nível superior de educação, questão também levantada por Machado (1999) em relação ao ensino de química na educação básica. Enfatizam-se os níveis representacionais e teóricos, sem, contudo, haver uma discussão sobre os modelos científicos e as representações matemáticas. As explicações em nível microscópico envolvem conceitos abstratos, com linguagem diferenciada. Segundo Taber (2001), embora o professor consiga transitar pelos níveis macroscópico e microscópico de forma coerente, isto não acontece com os estudantes. **Como consequência da dificuldade em transitar entre esses dois níveis do conhecimento químico, os estudantes desenvolvem ideias dúbias, que podem culminar em obstáculos epistemológicos, como o substancialismo e animismo.** Daí destacamos a importância do professor de química enfatizar e tratar com clareza as transições que realiza ao explicar fenômenos do nível macroscópico a partir do nível microscópico.

**Em relação às concepções alternativas dos estudantes, é necessário que os professores universitários percebam a sua dimensão e as barreiras que elas criam para uma aprendizagem significativa. Caso contrário, muitos estudantes irão construir seu novo conhecimento sob fundações instáveis, por melhor que a química universitária tenha sido explicada (TABER, 2000). Como consequência, tais estudantes não compreendem ou compreendem superficialmente o conteúdo ensinado e tendem a reproduzir a mesma prática pedagógica de seus professores. Assim, a carência de conhecimentos científicos transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro didático e é apontada como a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003).**

**Embora estejam em um nível superior de ensino, os estudantes investigados não utilizam adequadamente os modelos científicos para explicar os fenômenos. As dificuldades encontradas pelos estudantes na interpretação dos fenômenos têm implicações nas relações de ensino de química. Trabalhos que procuram investigar as concepções alternativas dos estudantes de licenciatura justificam-se, na medida em que esses, ao identificarem as suas próprias concepções, possam refletir sobre a importância de se atentar para os conhecimentos prévios dos seus futuros alunos no processo ensino/aprendizagem.**

## ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA APÓS USO DA INTERNET \*

Maria Cecília de Chiara Moço<sup>1</sup>

Agostinho Serrano<sup>2</sup>

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática,  
Universidade Luterana do Brasil, ULBRA/Canoas-RS

ppgcien@ulbra.br

## Resumo

**Os estudantes de cursos de Licenciatura na área de Ciências ingressam na Universidade com suas próprias concepções alternativas sobre como funciona o meio ambiente. Caso estas concepções não sejam confrontadas adequadamente com concepções científicas durante o curso, estas serão perpetuadas retornando aos seus futuros alunos. A partir deste estudo constatou-se que: 1) as concepções alternativas persistem após o curso universitário e os indivíduos fazem uso delas de acordo com a situação; 2) os estudantes demonstraram dificuldades de interrelacionar conceitos ao discutir temas complexos; 3) os estudantes reproduziram as informações dos sites da Internet passivamente, sem reflexão sobre as palavras e expressões dos textos e 4) as informações dos sites também colaboraram para o reforço das concepções alternativas dos estudantes.**

### III. Discussão e conclusões

1) Avaliação das concepções alternativas persistentes em estudantes universitários no final de curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas em relação a fotossíntese.

A manutenção das concepções alternativas nestes estudantes universitários reforça a hipótese de que eles costumam utilizar esses recursos de linguagem para explicar de maneira simples a fotossíntese para seus alunos, [...]. Esta hipótese é reforçada pela maneira em que a pergunta [uma das questões da pesquisa] foi formulada, destacando que a explicação seria, hipoteticamente, dada a um leigo. Provavelmente o aluno professor reproduziu o que diria a um aluno seu em sala de aula.

Neste caso específico, percebemos que o uso de concepções alternativas é propagado mesmo que o indivíduo tenha tido oportunidade de se confrontar com a concepção científica. Concluimos que os estudantes permanecem com suas concepções alternativas e fazem uso delas de acordo com a situação em que é exposto. Segundo Campanario (2002), uma das causas da resistência na mudança conceitual deve-se ao hábito de simplificar o conteúdo das ciências o que pôde ser registrado como a origem das respostas encontradas neste estudo.

Pode-se dizer que, à medida que a reformulação conceitual mostrava-se ineficaz, os procedimentos usados nessas pesquisas levaram pesquisadores e professores a adotar propostas pedagógicas com procedimentos análogos, mas agora objetivando diretamente a aprendizagem em vez de restringir-se a conhecer concepções alternativas ou tentar a sua mudança.

Desse modo, abandonava-se a busca da justificativa do fracasso da teoria dos estágios cognitivos de Piaget, o que “permitiu” o envolvimento de pesquisadores não piagetianos na formulação de novas propostas de ensino de ciências. Apesar de diferentes na fundamentação e objetivos, a realização dessas atividades seguia praticamente os mesmos procedimentos, o que acabou por conduzir os pesquisadores e professores que com ela trabalharam a uma **concepção construtivista da aprendizagem: desafiados por uma atividade adequadamente planejada, os alunos construiriam seu próprio conhecimento.**

Provavelmente por ter surgido quase como “efeito colateral” de um movimento pedagógico, o **construtivismo** não tem conceituação definida, mas podem ser consideradas construtivistas todas as práticas didáticas que apresentam estas características:

- I) têm como ponto de partida a detecção das concepções dos alunos (ou do conhecimento já adquirido) em relação aos conteúdos a serem estudados;
- II) os alunos constroem ativamente o seu conhecimento no desenvolvimento das atividades, que são planejadas para esse fim;
- III) o professor orienta a ação dos alunos, estimula a interação entre eles, apresenta desafios, dá pistas, **mas nunca ensina (ou deveria não ensinar...) nem define conceitos ou apresenta conteúdos prontos ou resolve problemas.**

Assim, depois de anos de pesquisa buscando compreender quais eram os obstáculos que impediam os alunos de aprender e desenvolvendo com eles, sem sucesso, práticas pedagógicas com o objetivo de levá-los à mudança conceitual, os educadores da ciência praticamente voltaram ao mesmo ponto de partida dos tempos da Guerra Fria: **a aprendizagem voltou (ou continuou) a ser responsabilidade do aluno, que deveria construir seu próprio conhecimento a partir de sua interação com o material a ele apresentado, em conjunto com seus colegas e, eventualmente, com o auxílio do professor.**

Como seria de se esperar, assim como fracassaram as primeiras propostas inovadoras, fracassaram também as propostas construtivistas. Um pesquisador atento já antevia esse insucesso quando, para muitos, essas propostas eram ainda francamente promissoras:

*A aplicação dessas estratégias em sala de aula tem resultado numa relação de custo benefício altamente desfavorável. Gasta-se muito tempo com poucos conceitos, e muitas vezes esse processo não resulta na construção de conceitos científicos, mas na reafirmação do pensamento de senso comum. A prática de sala de aula contribui para o aumento da consciência do estudante sobre suas concepções, mas não consegue dar o salto esperado em direção aos conceitos científicos.*

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências – V1(1), 1996, p. 24.

**Assim, o construtivismo repete o fracasso das primeiras propostas inovadoras de ensino de Ciências pelas mesmas razões daquelas, pois comete o mesmo equívoco epistemológico: se é falsa a premissa de que as descobertas científicas se originaram da experimentação, também não é desse modo que elas podem ser redescobertas ou construídas.**

O construtivismo comete também o mesmo **equivoco pedagógico**: a crença de que o aluno pode construir seu próprio conhecimento, pois, como Piaget afirmava, a mente humana dispõe por herança genética de todas as estruturas de pensamento necessárias a essa construção, ele é que não as utiliza.

Aliás, essa também é uma afirmação do senso comum, explicitada pelo filósofo-psicólogo-compositor-cantor Raul Seixas (1945 - 1989):



*É você olhar no espelho  
Se sentir  
Um grandessíssimo idiota  
Saber que é humano  
Ridículo, limitado  
Que só usa dez por cento  
De sua cabeça animal*

SEIXAS, R., Ouro de tolo, in Krig-ha, Bandolo!, Philips, Rio de Janeiro, 1973. (grifo nosso)

Mesmo que a mente do aluno dispusesse de todas as estruturas de pensamento necessárias e usasse 100% “de sua cabeça animal” para a construção de um conceito, por exemplo, isso seria impossível porque todos os conceitos científicos a ele apresentados já estão prontos, definidos verbal e matematicamente – resultam de escolhas consensuais dos próprios cientistas e do contexto científico e histórico em que foram estabelecidos.

## Vejam os este exemplo :

Seria possível aos alunos a construção do conceito de velocidade escalar média, um dos conceitos mais elementares (e inúteis...) da Física?

Mesmo que as atividades propostas levem os alunos a perceber que o conceito de velocidade escalar média deve ser expresso por uma razão entre a distância percorrida ( $d$ ) e o tempo gasto em percorrê-la ( $t$ ), essa razão pode ser expressa de dois modos:  $\frac{d}{t}$  ou  $\frac{t}{d}$ . Imaginar que a primeira expressão é a correta porque seria sempre “espontaneamente” construída pelos alunos é um óbvio equívoco epistemológico: é bem provável que os alunos fizessem essa mesma escolha por razões culturais – a escolha da razão  $\frac{d}{t}$ , para a expressão do conceito de velocidade escalar média, já foi feita há séculos e está impregnada em nossa cultura.

Mas, mesmo em nossa cultura, essa escolha não é a única...

Os praticantes de caminhadas ou de corridas de longa distância costumam controlar seu desempenho por meio de um conceito prático equivalente a ao de velocidade escalar média, que costumam chamar de ritmo médio ou “*pace* médio”. Nesse caso, adota-se a expressão inversa,  $\frac{t}{d}$ , certamente pela maior facilidade de cálculo, para eles. Segundo um *site* especializado\*, o *pace* médio “nada mais é do que o ritmo medido em minutos por quilômetro” - ou seja, é uma medida da velocidade escalar média invertida. Veja a tabela ao lado:

O site correBH\* dá esta tabela para quem quer fazer um treino na esteira e está sem noção qual é a velocidade correspondente ao *pace* determinado:

RITMO	VELOCIDADE
3:00 min/km	20,0 km/h
3:10 min/km	18,9 km/h
3:20 min/km	18,0 km/h
3:30 min/km	17,1 km/h
3:40 min/km	16,4 km/h
3:50 min/km	15,7 km/h
4:00 min/km	15,0 km/h
	etc., etc. etc.

\*<http://www.correbh.com.br/>

**Não é fácil encontrar formulações explícitas de uma concepção pedagógica de aprendizagem em propostas construtivistas, mas sua inspiração na teoria piagetiana – principalmente em relação à convicção de que o cérebro humano tem uma estrutura genética que se completa na adolescência – é inegável.**

**Só essa convicção pode explicar a crença de tantos pesquisadores em ensino de Ciências, provavelmente a maioria – ainda hoje! –, de que é possível construir conceitos científicos por meio de desafios, pistas, questionamentos e práticas semelhantes: se a estrutura do cérebro humano é determinada geneticamente, todos os seres humanos tendem a ter a mesma estrutura lógica que deu origem a esses conceitos, definições e expressões matemáticas.**

**Consequentemente, todos os alunos seriam capazes de construí-los: como o que eles precisam saber já está pronto de algum modo, em algum “cantinho” da sua mente; ao professor caberia apenas auxiliá-los nessa busca para completar a sua construção.**

**Acreditamos que a ineficácia das propostas construtivistas de ensino reside essencialmente nessa concepção equivocada proposta por Piaget, segundo a qual o cérebro humano contém uma estrutura programada geneticamente na qual estariam incluídas todas as estruturas lógicas e epistemológicas de que precisamos para adquirir todo o conhecimento produzido pela espécie humana, pois todos os seus indivíduos teriam cérebros com idêntica estrutura operacional.**

**Nossa convicção de que as deficiências do modelo estrutural do cérebro humano proposto por Piaget são a principal razão da ineficácia das propostas construtivistas de ensino levou-nos à busca de outro modelo.**

*é a ele que nos dedicaremos em nossas próximas aulas.*