

# O Movimento, a Mecânica e a Física no Ensino Médio

(The movement, the mechanics and the physics in high school education)

Maria José P.M. de Almeida

*Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE)*

*Faculdade de Educação - UNICAMP*

*Cx.P. 6120, CEP:13081-970, Campinas, SP*

*e-mail mjpma@turing.unicamp.br*

Henrique César da Silva

*Doutorando FE/UNICAMP (gepCE)*

Cezar Cavanha Babichak

*Mestrando IFUSP/FEUSP (gepCE)*

Recebido em 18 de Agosto, 1998

Apresentamos dois ensaios com alunos do ensino médio e destacamos elementos das interações dos estudantes com os temas atrito e estações do ano, que são tratados a partir de diferentes estratégias de ensino. Na discussão, apontamos aspectos que julgamos relevantes para repensar a Física escolar.

We presented two studies with high school students and we emphasize elements of the students interaction with the themes friction and seasons, which were treated starting by different teaching strategies. In the discussion, we point out aspects that we judged important to rethink the Physics school teaching.

## I Introdução

Neste texto apresentamos alguns aspectos da interação escolar de estudantes de grau médio com a Física, focalizando especificamente seus modos de leitura e suas “lógicas” argumentativas e, a partir dos aspectos ressaltados, colocamos a discussão da necessidade de reformulação de conteúdo e metodologia da Física escolar. As interações foram observadas em dois estudos sobre o desenvolvimento pelos estudantes de atividades relacionadas à Mecânica Clássica, tema com o qual, quase sempre, é iniciado o estudo da disciplina.

É fato, e qualquer levantamento dos currículos, ou visitas às aulas de Física no ensino médio comprova, que a cinemática é o tema com que a maioria dos professores iniciam seus cursos, e nela permanecem, às vezes, por mais de um ano, não ultrapassando, freqüentemente, os exercícios pensados com a finalidade de fazerem os

alunos praticarem as equações do movimento uniforme e uniformemente variado. É fato, também, o desinteresse que a maioria dos estudantes mostram nessas aulas, com muitos deles considerando-se, inclusive, incapazes de resolver os “problemas” cobrados nas provas, quase sempre os mesmos exercícios das aulas com valores numéricos diferentes.

Por outro lado, são muitas as tentativas que procuram ultrapassar esse estado de coisas. Entre elas, sem pretendermos aqui fazer uma revisão bibliográfica, registramos alguns rumos seguidos pela comunidade de educadores do Ensino da Física: *Projetos de Ensino*, como o GREF, do Grupo Reelaboração do Ensino de Física, da Universidade de São Paulo, divulgado nos anos 80 e 90, que dão ênfases diferenciadas aos conteúdos de ensino; *Pesquisas em Concepções Alternativas e Mudança Conceitual*, que vêm sendo amplamente divulgadas nos meios acadêmicos, principal-

mente desde os anos 80, e têm trazido importantes contribuições sobre os modos como os estudantes pensam conceitos da Física e “montam suas próprias teorias”. Estudos nessa linha têm também articulado procedimentos para provocar a mudança conceitual, e alguns deles apontam as grandes dificuldades para se promover a efetiva mudança, enquanto outros indicam, inclusive, a possibilidade dos indivíduos conviverem com conceitualizações diferentes, utilizadas diferencialmente quando os domínios de conhecimento se alteram; outras linhas de pesquisa, tais como, *Ciência, Tecnologia e Sociedade; História e Filosofia no Ensino da Ciência; Linguagem no Ensino da Ciência; Solução de Problemas, Formação de Professores*, entre outras, têm fornecido contribuições significativas para a estruturação da área de Ensino da Física, e os que nelas trabalham procuram, de diferentes maneiras, fornecer contribuições para se repensar o ensino da disciplina no grau médio.

É patente, no entanto, que não se pode ser muito otimista quanto à abrangência dos resultados obtidos enquanto não for colocada em prática no país uma política educacional que valorize o professor, que lhe possibilite o acesso a maior número de bens culturais, como revistas e livros, além de tempo para se dedicar à reflexão sobre o ensino que pratica. Outra dificuldade significativa é o tempo de aula, de quarenta a cinquenta minutos semanais. Este é o tempo que o professor de Física tem atualmente para interagir com seus alunos em grande parte das escolas no Estado de São Paulo.

É nesse quadro que comentamos dois ensaios realizados na mesma escola, uma das do Estado de São Paulo, na cidade de Campinas, numa instituição onde a única professora de Física, quando os estudos foram feitos, era formada em Matemática. Os estudos, ambos envolvendo questões de movimento, ocorreram em momentos e classes diferentes, e ambos tiveram como pressuposto que cabe à escola a difusão sistemática da cultura elaborada, na qual a Ciência tem um papel preponderante em nossa sociedade.

Sobre o Ensino da Física no grau médio, a elaboração dos ensaios por seus autores subentendeu uma visão coerente com alguns itens, apontados por Zanic (1991), para o papel da Ciência na formação básica. Destacamos aqui alguns deles: “É necessário relacionar o conteúdo científico com temas significativos ao cidadão contemporâneo...” (p. 15); “(...) devemos ter

em mente os diferentes cidadãos que temos em nossas salas de aula (...)” (p. 16); “(...) não podemos continuar a ensinar só Cinemática (...)” (p. 16). O autor também afirma que o ensino não pode deixar de levar em conta as concepções alternativas dos alunos, opinião que, certamente, é comum a toda comunidade de pesquisadores da Educação em Física.

Nos ensaios aqui apresentados, como pressuposto importante que os orientou, gostaríamos de ressaltar que, além das concepções alternativas em Física, os autores admitiram a importância de considerar outros aspectos da visão de mundo e das habilidades dos estudantes, se quisermos provocar interações significativas nas aulas de Física. Nestes estudos, a preocupação central dos elaboradores foi, no primeiro, com os modos de leitura e, no segundo, com a “lógica” argumentativa dos estudantes.

As atividades que provocaram as interações analisadas, como foram concebidas e colocadas em prática com os alunos, valorizaram o conflito de idéias na busca de descrições/explicações para os fenômenos naturais, procurando incentivar uma postura crítica. Para tal, foram organizadas condições de trabalho escolar, que propiciaram a ampla manifestação dos estudantes. Os conteúdos não se prenderam aos que usualmente são valorizados nos cursos de Física.

O primeiro estudo aborda o atrito e o segundo as estações do ano.

Para encerrar esta introdução, indicamos alguns dos principais autores cuja fundamentação teórica sustenta as propostas dos estudos: no que se refere à linguagem em seu funcionamento, a concepção é a da Análise de Discurso, que numa definição ampla admite o “discurso como efeito de sentido entre locutores” (Orlandi, 1994); em Vygotsky (1988) encontra-se a idéia fundamental de que “o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento” (p. 114), e em Vygotsky (1987) a noção de que o desenvolvimento dos conceitos se dá em etapas, não é uma questão de tudo ou nada, de imediatismo; a visão de que o conhecimento é construído num processo de continuidade/ruptura permeia todo o trabalho de Bachelard e pode ser compreendida em Bachelard (1996); a idéia da importância da conexão ou “mediação” recíproca de tudo o que existe, pode ser encontrada em Lefebvre (1979).

Ainda que não explícitas na descrição dos ensaios, as idéias aqui citadas contribuíram para a formação de uma visão da educação científica, que sustentou a sua realização.

### 1a Atividade - O Atrito num trabalho de leitura de texto

O primeiro ensaio que apresentamos foi realizado em aulas de Física numa classe de 2a. série do ensino médio noturno.<sup>1</sup>

Foram sugeridas à professora da classe algumas mudanças quanto ao modo de utilização do livro didático em que pautava suas aulas<sup>2</sup>: que aplicasse o texto desse livro integralmente, sem efetuar recortes; que provocasse a leitura do texto pelos alunos antes de explicá-lo; que a aula seguinte fosse planejada a partir de uma análise das respostas a duas questões formuladas aos alunos:

1. Após ler o texto, anote suas dúvidas, partes que não entendeu e perguntas que gostaria de fazer à professora.
2. Como seria um mundo onde não houvesse atrito?

O texto lido correspondia a um tópico do capítulo “Primeira e Terceira Leis de Newton” no livro didático. Com o título “Força de atrito”, estava subdividido em “atrito”, “atrito estático”, “força de atrito estático máxima”, “atrito cinético”, e “o atrito pode ser útil”. No bimestre anterior a professora havia trabalhado “Força. A primeira lei de Newton”, “Equilíbrio de uma partícula” e “Terceira Lei de Newton”.

Foi solicitado aos alunos que lessem o texto em pequenos grupos, discutindo entre si e respondendo as duas questões por escrito.

O objetivo da atividade, assim formulada, era que os estudantes tivessem um contato com o texto antes que a voz da professora em sua explicação, com sua autoridade, dirigisse a leitura para determinados aspectos, segundo suas expectativas. Na análise das respostas às questões foram destacados elementos dos modos de leitura.

Foi notado o fato de que ler envolve um certo trabalho do sujeito com o texto, e esse trabalho se apre-

sentou de maneira diversificada. Os alunos, recortaram, enfatizaram e deram atenção a diferentes partes do texto. A relação antecipada e mais pessoal fez emergirem questões e dúvidas de tipo bem diferenciado das que eram usualmente formuladas à professora. Mas, das respostas também foram inferidas expectativas com relação ao papel que ela deveria assumir. Em muitos casos, de modo mais ou menos explícito, os alunos demonstraram esperar a resposta da docente, na forma de explicação. Num contexto que anteriormente não havia valorizado a leitura dos alunos, essa primeira aproximação mais direta do texto em aula pareceu ficar, para alguns dos estudantes, em suspenso, como se aguardassem a leitura definitiva, a da professora.

Nos seguintes exemplos, os alunos solicitaram explicitamente a explicação:

*Eu gostaria de ter uma explicação melhor, a matéria está difícil. Não consegui entender quase nada. Queria uma explicação melhor sobre o atrito cinético, etc...*

*Dúvidas: o que é atrito cinético; o que é atrito estático e máximo. Perguntas: [nome da professora], quando iremos entrar na matéria, para poder entender melhor.[?] O que entendi: por enquanto pouco... mas pra frente conseguirei entender melhor. (colchetes do pesquisador)*

Além da expectativa de explicação pela professora, podemos notar que, para este último grupo de alunos, “matéria” parece ser apenas o que a professora explica. No entanto, o pesquisador, que havia acompanhado as aulas da professora por longo tempo, pôde notar que os alunos, ao responderem por escrito às duas questões formuladas, bastante abertas, se manifestaram muito mais do que usualmente, mesmo tendo, durante todo o curso, como única fonte de consulta, o conteúdo do mesmo livro didático recortado pela professora e por ela colocado na lousa para que copiassem.

A análise das respostas evidenciou dificuldades relativas ao tipo de linguagem, generalizações inadequadas do ponto de vista da Física, na produção de sentidos para a leitura, e modos de pensar subjacentes a essa atividade.

<sup>1</sup> Trata-se de parte de uma pesquisa mais ampla que analisou as condições de produção de leitura em aulas de Física no ensino médio numa perspectiva de intervenção. Para maiores detalhes ver SILVA, H. C.- **Como, quando e o quê se lê em aulas de física no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança**. Dissertação de Mestrado. Campinas: FE/UNICAMP, 1997.

<sup>2</sup> MÁXIMO, A. e ALVERANGA, B. (1992) - **Curso de física**. vol. 1 (3a edição). São Paulo: Harbra.

As dificuldades explicitadas pelos alunos fizeram o pesquisador notar a não transparência da linguagem do texto para esses alunos. A maior parte das dúvidas explicitadas se referem a notações técnicas, símbolos, fórmulas e definições de conceitos:

*Gostaria que me explicasse certamente o que significa  $F$ ,  $f$ ,  $fe$ ,  $fc$ ,  $\mu e$ ,  $\mu c$ ,  $fem$ .*

*Não entendi o último parágrafo da força de atrito e não consegui entender a força de atrito estático máximo.*

*Terceiro subtítulo do texto. Se ultrapassar esse limite necessariamente o corpo se desequilibra.*

*O que é atrito?*

*O que  $mc$ ? E porque usa e para que serve?*

Entre as dúvidas, algumas não revelaram propriamente dificuldades, mas sim curiosidades e disposição de avançar. Como exemplo:

*Gostaria de saber qual a fórmula para saber o peso e a superfície para ver a força de atrito.*

As generalizações inadequadas parecem ter ocorrido pela maneira como os alunos produziram sentidos para dois exemplos da importância do atrito citados abaixo, adaptados do livro didático e incluídos no texto entregue pela professora.

1. Ao andar (ou correr) uma pessoa empurra o chão, com seus pés, para trás. Uma força de atrito é exercida, então pelo chão, sobre a pessoa, empurrando-a para frente. Assim, em uma superfície, sem atrito, uma pessoa não consegue caminhar.
2. Um ônibus estacionado em uma rua inclinada não desliza graças ao atrito entre o chão e as rodas. Logo, se não existisse atrito, seria impossível estacionar um ônibus nesta posição.” (p.192)

Nota-se que ambos os exemplos envolvem a descrição de situações que ocorreriam se não houvesse atrito. No entanto, são situações particulares.

No mundo concebido por alguns alunos, duas situações seriam impossíveis: parar, caso o corpo já se movimentasse, e se movimentar, caso o corpo estivesse parado:

*Seria um horror, porque não teríamos limites, tudo aconteceria, carros não ficariam em descidas, patins, bicicletas... Sem atrito, tudo estaria*

*perdido, por exemplo uma pessoa descendo de bicicleta numa rua, sem o atrito das rodas com o chão, como acabaria o indivíduo que a conduz...*

*O mundo ficaria louco, pois tudo no mundo ficaria em movimento, e sem força de atrito não tinha como as pessoas carros todos os tipos de objeto ficar parado, isso é ser uma loucura.*

As respostas a seguir se enquadram provavelmente em generalizações pautadas no primeiro exemplo do texto:

*Se não houvesse força de atrito nós não conseguiríamos fazer nada, correr, andar, pular em cada uma das nossas atividades diárias temos que ter força de atrito. No nosso dia-a-dia nós convivemos com a força de atrito.*

*Em primeiro eu não sairia do lugar, não conseguiria andar, apoiar, correr, sentar, etc... Os carros não sairiam do lugar, não conseguiríamos encostar em algo.*

As generalizações desses alunos podem ser consideradas inadequadas, pois não consideram a possibilidade de ação de outras forças que podem fazer os corpos pararem, ou começarem a se mover a partir do repouso.

São muitos os exemplos em que podemos notar indícios de referências implícitas ao texto, na produção de sentidos pelos alunos, diferentes dos atribuídos pela Física. Um deles é o que diz respeito à idéia de *equilíbrio*. No texto esse conceito aparece no seguinte trecho:

“Como o bloco está em repouso, as forças que atuam sobre ele têm resultante nula, isto é, o seu peso,  $P$ , é equilibrado pela reação normal,  $N$ , da superfície. Suponhamos, agora, que uma pessoa puxe ou empurre o bloco com uma força  $F$  e que o bloco continue em repouso. Então, a resultante das forças que atuam no bloco é, ainda, nula. Deve, portanto, existir uma força atuando no bloco, que equilibre a força  $F$ . Este equilíbrio é devido a uma força, exercida pela superfície sobre o bloco, denominada força de atrito  $f$ .” (p. 190)

A palavra *equilíbrio* ou outra relacionada aparece em respostas, como:

*Seria um mundo em desequilíbrio. Sem atrito o movimento seria desordenado e o mundo ficariam em plena confusão. A força de atrito permite a locomoção dos corpos ordenadamente, ou seja se não houvesse atrito, não seria possível direcionar o movimento dos corpos.*

*Não iríamos parar de pé, os carros também não iriam ficar parados, a bicicleta não iria sair do lugar, etc, nada. Seríamos sem atrito, assim como precisamos de ar para sobreviver, precisamos de atrito para viver. O atrito é necessário para nos equilibrarmos.*

Podemos notar nos exemplos um sentido de “poder de direcionamento” para o conceito de equilíbrio e a idéia de circunscrevê-lo às ações e movimentos humanos (“O atrito é necessário para nos equilibrarmos”).

Na leitura do texto mediada pelo trabalho solicitado - responder uma questão aberta, o pesquisador notou a emergência de concepções alternativas indicando diferentes maneiras de alunos conceberem o atrito:

*O mundo seria com constante movimentações pois não teria força do atrito para parar os corpos em movimentação.*

*Não existiria aceleração, M.U.V., movimento circular, etc.*

*Se não houvesse atrito nós não tinha força para fixar em lugar (por exemplo, andar, correr, parar) e nós ficaria flutuando no ar.*

E pôde supor que os estudantes haviam, na leitura de um texto semelhante aos do livro didático, estabelecido diferentes relações entre conceitos como atrito, equilíbrio, e velocidade. Nos livros didáticos as relações aparecem quase sempre num único parágrafo. Parece que os autores supõem que a leitura e compreensão são simultâneas.

Atividades simples, como as aqui descritas, dão uma idéia do alcance das dificuldades dos alunos. E, voltando ao atrito, é interessante notar que é nesse mundo *maluco, louco, estranho, horrível* (palavras dos alunos), que a primeira lei de Newton faz sentido, num mundo sem atrito, sem forças resultantes, sem algo que altere o movimento dos corpos, quer eles estejam parados ou não.

## 2a Atividade - As Estações do Ano na Solução de um Problema

A atividade cuja aplicação descrevemos a seguir foi pensada como início de uma unidade de ensino sobre Gravitação<sup>3</sup>, a partir de algumas considerações, como a de que o tema possibilita várias relações importantes, muitas vezes ausentes no Ensino da Física. Por um lado, uma abordagem histórica permite que o passado comum da Ciência e da Filosofia seja resgatado, e por outro, o estudo do Sistema Solar leva a questões sobre sua formação, sua dinâmica atual, seu futuro, bem como a questões astronômicas mais gerais, de grande atualidade.

Na atividade foi apresentado um problema a 11 duplas de estudantes do primeiro colegial diurno numa classe da mesma escola e professora do estudo anterior: os estudantes deveriam decidir, e justificar sua decisão, entre dois modelos explicativos para as estações do ano, cada um apresentado em figura e texto. O modelo I supunha as diferenças de distância entre a Terra e o Sol, ao longo de um ano, como o motivo para a existência das estações, enquanto o modelo II (correto) introduzia a idéia da inclinação do eixo de rotação da Terra como fator imprescindível para o entendimento das causas do fenômeno. A questão formulada aos alunos foi:

Qual dos dois modelos explica melhor a existência das estações do ano? Por quê?

Segundo os aplicadores do problema, os estudantes se empenharam em resolvê-lo e a maioria participou ativamente da discussão que seguiu a entrega das soluções. Oito grupos escolheram o modelo II e três o I, sendo que em três dos oito que escolheram o II havia vestígios (escreveram em suas folhas e depois apagaram) de que haviam escolhido inicialmente o outro modelo. Isso talvez tenha sido proporcionado tanto pela necessidade de reflexão ao escreverem algo quanto pelo confronto de idéias diante da interação entre os pares, ou mesmo entre pares vizinhos. Foram notados, também, diversos elementos nas justificativas dos alunos para a escolha

<sup>3</sup>Elaborada por Cezar Cavanha Babichak e Marcelo de Oliveira Terra Cunha, como parte das atividades da disciplina Prática de Ensino de Física, ministrada por Maria José P. M. de Almeida na FE/UNICAMP no 1º semestre de 1996, e foi apresentada em painel no XII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Resumos p. 72.

dos modelos. Enquanto um grupo refutou o modelo I baseando-se, talvez, em recordações de outras situações de ensino:

*enquanto é verão no hemisfério norte é inverno no sul,*

outro grupo selecionou aquele modelo simplesmente porque ele era

*mais fácil de entender.*

A “lógica” utilizada por diferentes alunos não foi única e nem sempre foi a que a professora imaginou de antemão que eles utilizariam.

O grupo que refutou o modelo I, afirmando:

*Porque quando é verão no hemisfério sul é inverno no hemisfério norte. Isso não aconteceria no quadro I, sem a inclinação da Terra,*

era constituído por alunos que tinham desempenho apenas regular no curso de Física e que com essa tarefa diferenciada apresentaram o melhor desempenho, inclusive na explicitação da resposta. Outros três grupos citaram a alternância dos hemisférios, mas com argumentações não tão explícitas; um, inclusive, selecionou o modelo II sem apresentar qualquer argumentação.

As justificativas também variaram nos três grupos que optaram pelo modelo I: um deles copiou literalmente parte da explicação (equivocada) fornecida; outro justificou a escolha porque

*pelo desenho está mais fácil de se entender;*

e o outro disse que

*o modelo I explica melhor porque explica com maiores detalhes os movimentos da Terra e do Sol.*

Os aplicadores notaram ainda que o interesse por tópicos tratados na discussão também variou: alguns, como energia absorvida por área, não causaram impacto algum, talvez por exigirem alto grau de abstração; outros foram, aparentemente, bem assimilados, como a variação da duração do dia e da noite, principalmente quando relacionado com o horário de verão (assunto da cotidianidade dos alunos e que foi abordado nas suas implicações econômicas); o tópico que

obteve comentários mais vibrantes foi o efeito de altas latitudes. Os estudantes, inclusive, movimentaram as mãos tentando imaginar uma trajetória aparente do Sol na proximidade dos solstícios e mostraram-se verdadeiramente entusiasmados com a possibilidade do sol da meia noite.

Com a atividade que realizaram, de um tipo que raramente ocorre em aulas de Física no ensino médio, os aplicadores puderam avaliar interesses e (des)conhecimentos dos alunos, além de seu envolvimento num trabalho, que fugiu da rotina nas aulas de Cinemática, que vinham assistindo. Puderam vê-los refletindo e argumentando, e pelas dúvidas e pelo entusiasmo, em alguns momentos, consideraram que o tema foi adequado para esses alunos. Embora não pudessem afirmar que o seu pensamento efetivamente se modificou com a atividade, pelo pouco contato que tiveram com os estudantes, admitiram que no mínimo haviam contribuído para a disposição de envolvimento desses alunos com temas da mesma natureza.

## II Discussão

No primeiro dos dois ensaios aqui apresentados, os estudantes trabalharam numa atividade na qual, em relação às aulas de Física que vinham tendo, foi mudado apenas o modo de uso de um texto do tipo dos encontrados em livros didáticos de Física para o ensino no nível médio. As interações dos alunos com esse texto, mediadas por duas questões abertas, revelaram aspectos significativos da interação dos alunos com um tópico da Mecânica, o atrito, apresentado nesse texto: suas expectativas em relação ao papel da professora, suas dificuldades com a natureza formal da linguagem do texto, seus interesses, aspectos da visão de mundo sobre o tema em estudo. A utilização do texto como foi feita nos mostrou modos de apropriação de conhecimentos e maneiras de expressão dos estudantes.

Se tudo isso foi possível a partir de uma atividade tão simples e, aparentemente, tão pouco diferente da rotina escolar, na qual foi trabalhado um conceito que é essencial ao entendimento de uma lei da Mecânica, já estudada anteriormente por esses estudantes - a 1ª Lei de Newton, a lei da Inércia -, evidencia-se a absoluta necessidade de que pelo menos as condições da

interação escolar sejam modificadas, para que, num processo de continuidade com os modos de pensar dos estudantes, a partir da atenção dada às suas manifestações, se possa ajudá-los a caminharem para rupturas com o senso comum, no sentido do saber científico, sem que no caminho se detenham demasiado na memorização de conceitos não internalizados.

O segundo estudo descrito evidencia, ao nosso entender, um tipo de atividade escolar que, além de mostrar elementos de interlocuções possíveis com os estudantes, aborda um tema que facilita a postura argumentativa, talvez por estar bastante relacionado a elementos naturais presentes na cotidianidade dos estudantes, sem que, no entanto, se prenda em demasia ao seu dia a dia, possibilitando que exercitem seu imaginário.

Redigimos os dois estudos com a intenção de trazeremos à tona a necessidade de discussão tanto dos conteúdos de Física quanto dos modos de trabalhá-los no ensino médio, bem como da sua localização ao longo do curso. Temos claro, no entanto, que não existe um só modo de fazê-lo.

Se, por um lado, não há dúvida que a Física, enquanto teoria, é fundamental para que possamos entender os fenômenos naturais, também é verdade que a compreensão dos mesmos algumas vezes tem como ponto de partida o próprio fenômeno, enquanto em outras ocasiões é o contato com a teoria que nos inspira a observação de fenômenos.

Gostaríamos ainda de lembrar que nem mesmo as teorias amplamente aceitas podem ser apreendidas como definitivas. Não é com verdades inquestionáveis que a Ciência é produzida. Baeyer (1994) ilustra clara-

mente essa questão ao afirmar que:

“(...) o que para Newton era um falso preconceito, para Einstein era a verdade. O movimento só pode ser realmente imaginado em relação a ‘objetos sensitivos’; sem eles, nada significa. Para ilustrar essa banalidade, no início de seu estudo sobre a relatividade, Einstein descreve uma rústica estação ferroviária onde um condutor controla o horário de chegada de um trem pela comparação da posição de sua máquina com a dos ponteiros de seu relógio. O movimento, para Einstein, é comum, aparente e relativo, e não matemático, verdadeiro e absoluto.” (p. 27)

## References

- BACHELARD, Gaston (1996) *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BAEYER, Hans C. (1994) - *Arco íris, flocos de neve, quarks: a Física e o mundo que nos rodeia*. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- LEFEBVRE, Henri (1979) - *Lógica formal/lógica dialética*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- ORLANDI, Eni P. (1994) - Discurso imaginário social e conhecimento. *Em Aberto*, ano 14, no 61, pp. 53-69.
- VYGOTSKY, Lev S. (1987) - *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- VYGOTSKY, Lev S. (1988) - Aprendizagem e desenvolvimento na idade escolar. In VYGOTSKY, Lev S.; LURIA, Alexander R.; LEONTIEV, Alexis N. - *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone.
- ZANÉTIC, João (1991) - *Qual o papel da Ciência na formação básica?* In: CARVALHO, Anna Maria P. (org.) Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Carlos: Sociedade Brasileira de Física, pp. 09-19.