

EM BUSCA DE UM PERFIL EPISTEMOLÓGICO PARA O CONCEITO DE TEMPO

André Ferrer P. Martins

Faculdade de Educação, USP
Av. da Universidade, 308
05508-900 São Paulo, SP, Brasil
e-mail: aferrer@if.usp.br

Jesuina L. de A. Pacca

Instituto de Física, USP
Caixa Postal 66318
05315-970 São Paulo, SP, Brasil
e-mail: jesuina@if.usp.br

Resumo

O presente trabalho insere-se num projeto de doutoramento que vem sendo desenvolvido junto à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, e que tem por objetivo compreender aspectos da construção individual do conceito de *tempo* por alunos do ensino fundamental e médio. Pretendemos aqui, além de situar brevemente o plano geral do trabalho, apresentar certos resultados obtidos a partir de um conjunto de entrevistas realizadas sobre o tema em questão. Tais resultados – ainda não analisados completamente por nós – serão colocados em debate.

Palavras-chave: Tempo; Perfil Epistemológico; Gaston Bachelard.

Introdução

Este trabalho faz parte de um projeto de doutoramento cujo objetivo é buscar compreender aspectos da construção individual do conceito de *tempo* e, a partir disso, poder subsidiar o ensino na sala de aula de ciências. O estudo tem como ponto de partida o referencial epistemológico oferecido por Gaston Bachelard, principalmente no que trata do “perfil epistemológico” para caracterizar a compreensão e operação com os conceitos da ciência.

Embora o conceito de tempo seja de importância crucial na ciência, em geral, e na física, em particular, são raros os estudos, na área de pesquisa em ensino de ciências, voltados a uma compreensão das dificuldades que envolvem a sua construção e a sua aprendizagem (principalmente com relação às últimas séries do ensino fundamental e ao ensino médio). Há ainda uma tradição de ausência de discussão desse conceito em salas de aula ou mesmo em livros didáticos de física, com a preocupação de perceber seu significado e seu papel na compreensão dessa disciplina.

Estudos mais recentes (Pedrinaci, 1993; Trend, 1998) têm abordado a compreensão do complexo conceito de tempo geológico, cuja construção histórica foi marcada por uma série de obstáculos, alguns deles enfrentados por estudantes no processo de desenvolvimento dessa noção. Ficam à margem, entretanto, de uma discussão específica sobre o *tempo físico*. Quanto a esse – nosso objeto de estudo – encontramos poucas referências na literatura especializada. Proverbio & Lai (1989), por exemplo, relatam um estudo com crianças de 7 a 11 anos de idade, procurando mostrar que as mais novas estabelecem uma conexão entre “tempo físico” e “tempo meteorológico” ou “clima”, caminhando aos poucos para um conceito mais abstrato

de tempo, independente das ações do sujeito ou de fenômenos percebidos por ele. Para esses autores, uma percepção (qualitativa) da mutabilidade de eventos externos seria a base da “informação temporal elementar”. Já Mariani & Ogborn (1991) consideram o tempo uma “categoria ontológica fundamental”, e o utilizam para construir, juntamente com o espaço, o objeto e a causalidade, as dimensões de um “espaço ontológico” que visa estabelecer uma “ontologia básica” para o raciocínio de senso comum em estudantes secundários brasileiros, mas não analisam isoladamente o conceito de tempo.

Os dois últimos trabalhos fundamentam-se essencialmente na epistemologia piagetiana. Embora a preocupação central de Piaget não fosse com o *ensino* do conceito de tempo, sua obra é um importante marco na compreensão da construção do conceito de tempo. Em *A Noção de Tempo na Criança* (s/d, original de 1946), Piaget mostra como evoluem as “centrações” na ação própria da criança em direção a um tempo cada vez mais uniforme e homogêneo. O autor analisa exaustivamente uma série de experiências realizadas com crianças de 5 a 9 anos, aproximadamente, e que evidenciam a construção solidária das relações de sucessão, duração e simultaneidade, na formação de um tempo “operatório” (por volta dos 8 anos, em média). Na verdade, o tempo para Piaget é um “esquema único”, constituindo-se como co-ordenação de movimentos de velocidades diferentes (movimento do objeto para o tempo físico e movimento do sujeito para o tempo psicológico). Essa coordenação ocorre segundo três etapas, através das quais a criança gradativamente vai se tornando capaz de “descentrar” sua intuição temporal, na mesma medida em que se torna apta de uma reversibilidade de pensamento (Piaget, 1981 e 1996).

Há uma carência de informações, no entanto, no que diz respeito à *continuidade* dessa conceitualização em faixas etárias maiores. Uma vez que a física, enquanto disciplina, é introduzida somente no final do ensino fundamental e no ensino médio, torna-se necessário compreender as visões de alunos desses níveis de escolaridade sobre o conceito de *tempo físico*, e identificar obstáculos à construção desse conceito e à aprendizagem das teorias físicas.

Metodologia e coleta de dados

Para começar a pesquisa não dispúnhamos de um instrumento que nos parecesse adequado para a obtenção de dados e informações pertinentes. Iniciamos então, de modo mais livre, pela observação de respostas e expressões obtidas em situações nas quais, de algum modo, o tempo era invocado, sem ser necessariamente dentro da física.

Uma série de atividades de sala de aula sobre o conceito de tempo foi o ponto seguinte da pesquisa. Essas atividades visavam “problematizar” o tema junto aos alunos, e envolveram a audição de músicas e a leitura de poesias sobre o tempo, assim como a discussão e o debate sobre a marcação do tempo e o funcionamento de relógios. Foram desenvolvidas por um dos autores desse trabalho, no ensino médio de um curso supletivo noturno (privado) da cidade de São Paulo. A partir disso, e visando propiciar a explicitação das “representações” dos alunos sobre o tempo, selecionamos três estudantes (de um universo de aproximadamente 50) para uma entrevista. Esses estudantes haviam destacado-se na redação final (última atividade) e nas discussões em sala, no sentido de apresentarem uma riqueza (aparente) de idéias sobre o tema.

As entrevistas duraram em média 30 minutos cada, e foram bastante “livres”, ou seja, procurou-se aprofundar junto aos alunos suas próprias opiniões sobre o conceito de tempo, a partir do próprio material escrito fornecido por eles, sem contudo apresentarmos um conjunto fixo de questões. Essas entrevistas foram então transcritas, e podem ser consideradas a fonte do “conjunto de dados” da fase inicial da pesquisa, cujo objetivo era realizar um estudo

preliminar (ou piloto) de natureza exploratória, visando o próprio desenvolvimento posterior do instrumento e da metodologia de coleta de dados.

A análise desse conjunto de entrevistas permitiu a re-orientação da fase seguinte da pesquisa (estudo principal). Foram estabelecidas categorias iniciais de análise, a partir da fala dos alunos, o que nos propiciou elementos para a estruturação de um *roteiro* mais direcionado, destinado à realização de um novo conjunto de entrevistas. Diferentemente do estudo exploratório, as novas entrevistas passaram a ter, portanto, um caráter “semi-estruturado” (conforme discutido por Lüdke & André, 1986, p.34, e Alves-Mazzotti & Gewandsznajder, 1999, p.168).

Apresentamos abaixo as questões principais do roteiro¹, que passou a ser nosso novo instrumento de coleta de dados:

Roteiro: questões centrais

- 1) Existe um tempo que passa independentemente de cada um? A passagem do tempo depende (varia) de pessoa para pessoa?
- 2) Como podemos saber / perceber que o tempo está passando?
- 3) Como podemos medir a passagem do tempo? Como podemos marcar o tempo? Como construir um relógio?
- 4) Ampulheta / relógio mecânico (corda) / relógio digital
Qual é o melhor para marcar o tempo? Por quê? Como você acha que eles funcionam?
- 5) Se todos os relógios quebrassem, haveria tempo? Se todos os relógios quebrassem e não houvesse dias e noites, haveria tempo?
- 6) Se não existisse ninguém (nenhum ser vivo) existiria tempo?
- 7) Os relógios medem realmente o tempo ou são uma aproximação?
- 8) O tempo da equação: $v=\Delta s/\Delta t$ é o tempo do relógio? O tempo do relógio é o tempo da Física?

Para esta fase do estudo convidamos um total de 17 estudantes, compondo três grupos, como mostra o quadro abaixo:

Nome	Número de entrevistas	Nível de escolaridade dos entrevistados	Tipo de escola
GRUPO 1	6	Sexta série / ensino fundamental	Pública estadual
GRUPO 2	6	Oitava série / ensino fundamental	Pública municipal
GRUPO 3	5	Segundo ano / ensino médio	Pública estadual

Todas as 17 entrevistas tiveram o seguinte formato: solicitávamos aos estudantes que redigissem em uma folha de papel (em branco) tudo o que relacionavam à palavra “TEMPO”. Em seguida, continuávamos a entrevista partindo da lista elaborada pelo aluno, a quem pedíamos que explicasse o que escrevera. Havia a tentativa, por parte do entrevistador, de seguir o “roteiro”, o qual não era revelado ao entrevistado. Embora a ordem de abordagem das questões pudesse sofrer pequenas variações, todas eram tratadas durante a entrevista. Cada uma delas durou em média 20-25 minutos. Foram gravadas (fitas K7) e posteriormente transcritas².

¹ Compunha também o roteiro um conjunto de três atividades (inspiradas em Piaget, s/d), cuja análise será desconsiderada neste trabalho.

² Em todos os casos utilizamos pequenas salas cedidas pelas escolas, onde permaneciam apenas o entrevistador e o entrevistado. Cada um dos três conjuntos de entrevistas foi realizado ao longo de um único período escolar (manhã ou tarde), durante o qual os alunos encontravam-se na escola e eram autorizados a deixar a sala de aula para a realização da entrevista. Foi solicitado às três escolas que os estudantes não tivessem acesso a qualquer

Resultados preliminares

O material das entrevistas é extremamente rico e complexo, o que demandaria uma extensa e detalhada análise, o que foge aos objetivos da presente apresentação. Apenas para que se possa ter uma idéia do tipo de material com o qual estamos lidando, e vislumbrar algumas das concepções dos entrevistados sobre a temporalidade, apresentamos no ANEXO certos trechos retirados das entrevistas.

Um grande número de resultados começa a surgir a partir da análise das entrevistas, ora em curso. Um primeiro resultado interessante de natureza geral – e contrário às nossas expectativas – é a ausência de uma diferença significativa nos tipos de respostas encontrados para as questões entre os diferentes grupos (e que representam, portanto, diferentes níveis de escolaridade e conhecimento em física). Há diferenças, mas mais sutis do que imaginávamos.

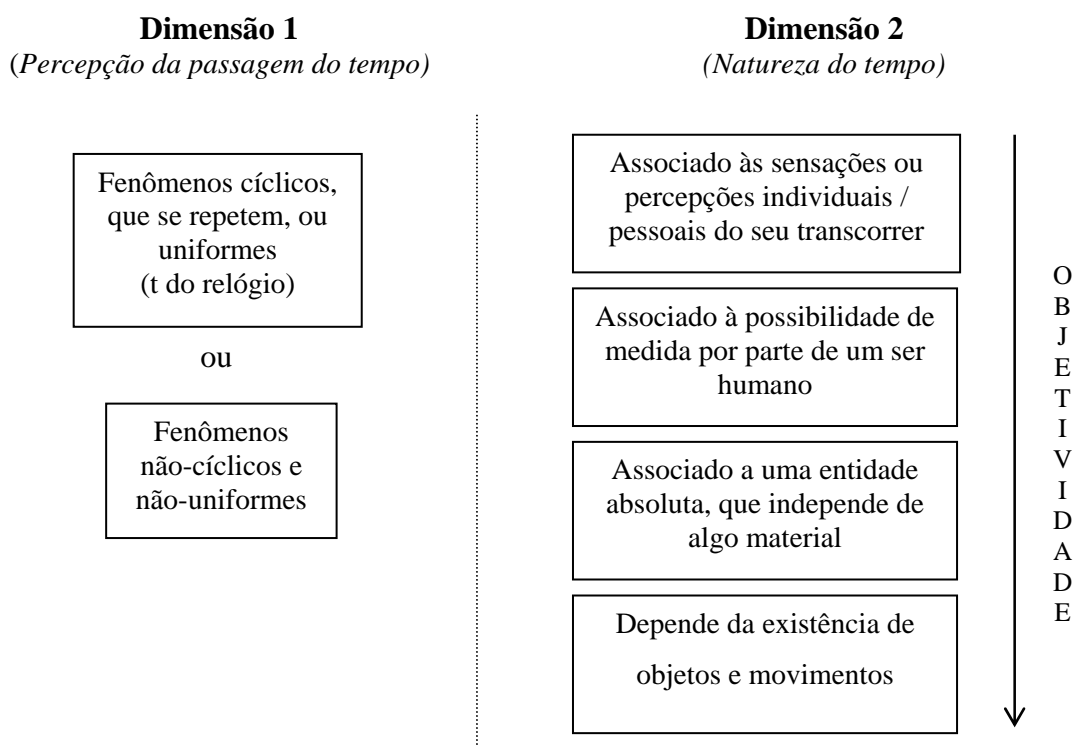
Outros resultados que surgem mostram as seguintes características mais significativas:

- **Tempo subjetivo:** Há “unanimidade” de opiniões quanto ao aspecto do “tempo psicológico”: *todos* afirmam de início já terem experienciado a passagem do tempo de modo desigual, ou seja, de que sentem ou percebem que o tempo às vezes passa mais rápido, às vezes mais devagar. Já a quase totalidade dos entrevistados afirma que essa diferença no ritmo de passagem do tempo não é “real”, mas deve-se a uma “sensação” ou “ilusão” do próprio sujeito (alguns insistem mais no tempo subjetivo). Dessa forma, a passagem do tempo é considerada como algo passível de objetivação, no sentido de que todos os indivíduos teriam acesso a um “tempo único”, que transcorre da mesma maneira para todos (embora não seja possível fazer uma separação rígida, notamos que os alunos do Grupo 1 tendem a executar esse caminho com mais dificuldade do que os alunos dos outros dois grupos);
- **Fenômenos associados ao tempo:** Há também grande uniformidade quanto aos fenômenos aos quais os alunos associam a percepção da passagem do tempo. A maioria dos entrevistados afirma perceber que o tempo passa através de um dos três fenômenos seguintes: o movimento aparente do sol (existência de dias e noites), o crescimento e envelhecimento das pessoas (idade, aniversário), e o olhar no relógio (passar das horas). Outros fenômenos são citados, mas com uma frequência muito menor;
- **Marcação do tempo:** A maioria dos entrevistados faz referência ao relógio comum ou ao movimento do sol como “instrumentos de medida” do tempo. São também citados, numa frequência menor, os relógios de água (clepsidra) ou areia (ampulheta), e o movimento da lua;
- **Mecanismo dos relógios:** Quanto ao mecanismo de funcionamento dos relógios, há uma grande incompreensão, tanto maior quanto mais “moderno” é o relógio (na seqüência: ampulheta → relógio de corda → relógio digital). Há ainda pouco entendimento da idéia de “precisão”, o que faz com que os relógios sejam avaliados apenas em função de sua utilidade prática e cotidiana, mas não em função de suas diferenças intrínsecas quanto à marcação do tempo;
- **Tempo absoluto:** *Todos* os alunos admitem a existência do tempo independente dos relógios, ou seja, o tempo não deixa de existir se todos os relógios do mundo quebrarem, nem mesmo se o sol deixar de brilhar. A maioria continua afirmando a existência do tempo mesmo na ausência do ser humano, dos planetas, e de toda a matéria no universo,

tipo de informação prévia sobre a entrevista (tema, questões, área de formação profissional do entrevistador etc). No que se refere à escolha dos alunos, sugerimos que a participação fosse livre, ou seja, que apenas os alunos que manifestassem interesse em participar pudessem ser designados. Nossa única condição foi solicitar um número igual de meninos e meninas, em cada escola. Em uma única escola não conseguimos um número par de alunos, porque (devido a problemas de outra ordem) o início das entrevistas foi postergado, e o último aluno não permaneceu para a entrevista.

ou seja, defendem a hipótese de um tempo absoluto (nas entrevistas do Grupo 1 notamos que a “hipótese do absoluto” também está presente, mas com menos força e convicção do que nos demais grupos).

A análise realizada até o presente momento permitiu revisitar as categorias prévias de análise estabelecidas no âmbito do estudo preliminar, ampliando-as e reestruturando-as com base nos novos dados. Chegamos com isso a um quadro de análise, denominado “quadro-resumo”, que contém tais categorias e pretende ser uma espécie de síntese das mesmas. A princípio, as visões manifestas pelos estudantes a respeito do tempo devem estar contidas neste quadro (ainda em construção), que se encontra a seguir:



A parte à esquerda do quadro (Dimensão 1) busca dar conta dos diferentes fenômenos evocados pelos entrevistados no que se refere à percepção da passagem do tempo. Independentemente de um posicionamento mais subjetivo ou objetivo, o que importa aqui é *como* (por meio de quais fenômenos) o sujeito percebe que o tempo passa. Consideramos uma única divisão a ser feita: entre os fenômenos cíclicos, que se repetem ou uniformes, como a alternância de dias e noites ou a sucessão das estações, e os fenômenos não-cíclicos e não-uniformes, como o envelhecimento das pessoas ou o crescimento das plantas. A importância dessa divisão encontra-se no fato de que os primeiros permitem a construção de relógios, vinculando-se à possibilidade de mensuração do tempo.

Já a parte à direita do quadro (Dimensão 2) refere-se, de certo modo, à “natureza mesma do tempo”. Encontra-se subdividida em quatro visões, num grau crescente de objetividade (representado pela seta mais à direita).

A **primeira** refere-se a uma noção de tempo centrada no próprio indivíduo, à idéia de que o tempo é algo próprio do sujeito, havendo um tempo diferente para cada um, e para cada situação. Dessa forma, o tempo não “está no mundo”, mas é algo a respeito do qual temos uma percepção puramente individualizada. Essa avaliação individual e subjetiva do tempo corresponde em grande parte àquilo que comumente costuma ser designado pela expressão “tempo psicológico” (a idéia, por exemplo, de que “o dia para mim demora, enquanto para

outro passa rápido”). Ainda no âmbito desse tempo subjetivo, encontramos afirmações que buscam associar a percepção da passagem do tempo a fenômenos vivenciados pelo sujeito, em geral alterações de seu estado físico ou mental, como o sentimento de fome ou cansaço (embora tais sintomas também possam ser usados de um ponto de vista objetivo).

A concepção sobre o tempo torna-se mais objetiva a partir do momento em que o indivíduo admite que há um tempo comum a todos os demais indivíduos, e que, portanto, a passagem desse tempo independe das sensações de cada um. Esse tempo (objetivo) “está no mundo”, no sentido de que é algo que pode ser compartilhado entre diferentes sujeitos, sendo passível de medição. A partir daí surgem as outras visões representadas no quadro.

A **segunda** é uma associação do tempo objetivo com a possibilidade de medida por um ser humano, ou seja, ele existe objetivamente no mundo na medida em que haja alguém presente para medi-lo. Na ausência de seres humanos, o tempo perderia seu significado, pois não haveria “ninguém” capaz de “provar” que ele continua passando. Essa perspectiva pode estar associada, num nível mais profundo, à crença de que o tempo é uma forma pela qual a consciência lida com o mundo, forma essa igual para todos os sujeitos (daí a objetividade). Nesse sentido, essa visão contém, intrinsecamente, uma questão subjetiva de outra ordem.

A **terceira** visão é a suposição da existência de um tempo absoluto, que existiria “por si” independente da matéria e do movimento. Essa (aparente) objetivação “extrema” cria algo como um “tempo substancial”, que não pode ser destruído e flui sem cessar. Nessa perspectiva, os relógios forneceriam apenas uma medição aproximada desse tempo objetivo.

A **quarta** e última possibilidade representa o estabelecimento de um vínculo entre o tempo e a existência de objetos e de movimentos. O tempo existiria mesmo na ausência da consciência e dos seres humanos para medi-lo, como algo que “está no mundo material” e pode ser abstraído a partir dele, em função da existência dos objetos e dos movimentos relativos entre eles. Sem a matéria não haveria tempo, dentro dessa concepção.

De certo modo, a parte à direita do quadro corresponde (mas não apenas) a aspectos *ontológicos* do tempo, ou seja, relacionados ao que pensam os entrevistados sobre o que “é” o tempo. Já a parte à esquerda diz respeito (mas também não apenas) a aspectos de natureza mais *gnoseológica*, ou seja, relacionados ao modo pelo qual podemos conhecer a entidade “tempo”.

Como foi dito anteriormente, a análise do material coletado ainda não se esgotou. Pretendemos, na seqüência da pesquisa, verificar a adequação plena desse quadro-resumo como instrumento de interpretação dos resultados, e sua relação com outro conjunto de categorias de análise, advindas de nosso referencial teórico, e para o qual chamaremos brevemente a atenção como desfecho.

A epistemologia de Gaston Bachelard como referencial teórico

Acreditamos, assim como outros autores (Santos, 1991; Good, 1993; Mortimer, 1995, 1996 e 2000), na importância do referencial epistemológico de Gaston Bachelard no que diz respeito à interpretação de resultados de pesquisa na área de ensino de ciências. Sua epistemologia, que pode ser caracterizada como *racionalista* e *histórica*, *dialética* e *descontinuista*, fornece-nos não apenas uma descrição do progresso do conhecimento científico, como também elementos de análise no terreno do ensino e da aprendizagem das ciências.

Não seria esse o espaço apropriado para uma descrição pormenorizada do pensamento de Bachelard. Faríamos notar somente que, extraídas das obras do pensador francês

(Bachelard, 1996 e 1991, respectivamente), pretendemos utilizar na interpretação de nossos resultados de pesquisa as noções de “obstáculo epistemológico” e de “perfil epistemológico”.

A primeira dessas noções é estudada por Bachelard em sua análise do progresso científico. Esses obstáculos surgem inevitavelmente na relação dos sujeitos com os objetos do conhecimento, aparecem no “âmago do próprio ato de conhecer” – são *obstáculos epistemológicos*. Estão presentes tanto no desenvolvimento histórico da ciência quanto na prática cotidiana da educação. Entretanto, é a sua superação que permite o avanço do conhecimento, tanto no nível do sujeito individual como no nível do sujeito coletivo da ciência³.

Entendido o progresso do conhecimento como superação de obstáculos epistemológicos, Bachelard o caracteriza em termos de um *pluralismo filosófico*, como um processo que atravessa fases. Essas fases iriam do animismo (ou realismo ingênuo) ao surracionalismo, passando pelo empirismo e pelo racionalismo tradicional. O surracionalismo englobaria o que Bachelard chama de racionalismo complexo e de racionalismo dialético. A evolução filosófica do conhecimento dar-se-ia, portanto, no sentido de uma maior coerência racional.

Isso seria válido para cada conceito em particular, sendo que cada uma das doutrinas filosóficas (do realismo ao surracionalismo) esclareceria apenas uma face desse conceito. Mais do que isso, os *próprios pensamentos* dos indivíduos teriam *coeficientes* de realismo ou de racionalismo diversos, não havendo sentido em os classificarmos simplesmente sob os rótulos de “realistas” ou “racionalistas”. Funda assim a noção de *perfil epistemológico*, segundo o qual as diversas doutrinas filosóficas encontram, no indivíduo, um certo “peso relativo”, uma certa “intensidade de presença” (Bachelard exemplifica essa idéia traçando os seus próprios perfis referentes aos conceitos de massa e energia).

O perfil seria algo válido para um certo sujeito em particular, com relação a um conceito designado, e num certo estágio de sua cultura. Dessa forma, diferentes indivíduos apresentarão diferentes perfis conforme as noções em causa, havendo ainda uma alteração progressiva desses perfis em função do tempo (história individual).

Pretendemos então utilizar as noções de obstáculo e de perfil epistemológico na análise da construção do conceito de tempo. Para isso estamos procurando caracterizar, por meio da literatura sobre concepções alternativas (ver introdução) e da história da ciência, as diferentes escolas filosóficas de Bachelard para o conceito de tempo⁴. O próximo passo será o de verificar em que medida essa caracterização, confrontada com o material das entrevistas e com o “quadro-resumo”, pode ser considerada um instrumento teórico útil na interpretação de nossos resultados. Esperamos poder identificar obstáculos de natureza epistemológica ao desenvolvimento do conceito de *tempo físico*, e verificar em que medida pode ser atribuído um perfil epistemológico para os entrevistados, no tocante a esse conceito. É nessa direção que o nosso projeto de doutoramento caminha.

³ Bachelard analisa uma série desses obstáculos, que dificultam a abstração e a construção dos objetos teóricos da ciência, em sua obra *A Formação do Espírito Científico*. Seriam exemplos de tais obstáculos: (i) a “observação primeira”, imediata, que tenciona compreender o real a partir de um “dado” claro e nítido; (ii) o “conhecimento geral”, onde a generalização é capaz de imobilizar o pensamento; (iii) o “obstáculo substancialista”, que leva à atribuição de qualidades diversas e até opostas a uma mesma substância, ou faz corresponder, a toda qualidade, uma substância, “substantivando-se” propriedades; (iv) o “obstáculo animista”, que resulta da aplicação da “intuição da vida” aos mais variados fenômenos; entre outros.

⁴ Parte desse esforço pode ser encontrado em Martins (1998) e Martins & Zanetic (2002).

Bibliografia citada

- ALVES-MAZZOTTI, A.J. & GEWANDSZNAJDER, F. (1999) *O Método nas Ciências Naturais e Sociais – pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo, Pioneira, 2ª edição.
- BACHELARD, G. (1991) *A Filosofia do Não - Filosofia do Novo Espírito Científico*. Trad. Joaquim José M. Ramos, Lisboa (Portugal), Presença, 5ª edição (original de 1940).
- BACHELARD, G. (1996) *A Formação do Espírito Científico*. Trad. Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro, Contraponto, 1ª edição, 2ª reimpressão (original de 1938).
- GOOD, R. (1993) Rediscovering Gaston Bachelard's work. *Journal of Research in Science Teaching*, **30**(8), 819-820.
- LÜDKE, M. & André, M.E.D.A. (1986) *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo, EPU.
- MARIANI, M.C. & OGBORN, J. (1991) Towards an ontology of common-sense reasoning. *International Journal of Science Education*, **13**(1), 69-85.
- MARTINS, A.F.P. (1998) *O Ensino do Conceito de Tempo: Contribuições Históricas e Epistemológicas*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo (IFUSP/FEUSP).
- MARTINS, A.F.P. & ZANETIC, J. (2002) O Tempo na mecânica: de coadjuvante a protagonista. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, **19**(2), 149-175.
- MORTIMER, E.F. (1995) Conceptual Change or Conceptual Profile Change?. *Science & Education*, **4**(3), 267-285.
- MORTIMER, E.F. (1996) Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências* **1**(1), 20-39.
- MORTIMER, E.F. (2000) *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte, Ed. UFMG.
- PEDRINACI, E. (1993) La construcción histórica del concepto de tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias*, **11**(3), 315-323.
- PIAGET, J. (s/d) *A Noção de Tempo na Criança*. Trad. Rubens Fiúza, São Paulo, Record (original de 1946).
- PIAGET, J. (1981) Os dados genéticos da epistemologia física. In: Piaget, J. (org.), *Lógica e Conhecimento Científico* (vol. 2). Porto (Portugal), Livr. Civilização Ed..
- PIAGET, J. (1996) *A Construção do Real na Criança*. Trad. Ramon Américo Vasques, São Paulo, Ática.
- PROVERBIO, E. & LAI, S. (1989) Spontaneous models and the formalization of the concepts of weather and time at the elementary school level. *International Journal of Science Education*, **11**(1), 113-123.
- SANTOS, M.E. (1991) *Mudança Conceptual na Sala de Aula – Um Desafio Pedagógico*. Lisboa (Portugal), Livros Horizonte.
- TREND, R. (1998) An investigation into understanding of geological time among 10-and 11-year-old children. *International Journal of Science Education*, **20**(8), 973-988.

ANEXO: trechos das entrevistas

As entrevistas foram divididas em grandes blocos, cada um correspondente a uma ou mais questões do roteiro:

Bloco	Questão envolvida
1	O tempo passa mais rápido ou mais devagar, às vezes? A passagem do tempo varia de pessoa para pessoa?
2	Como você percebe que o tempo passa?
3	Como podemos marcar / medir a passagem do tempo?
4	Discussão sobre os três relógios: como eles funcionam? Qual é o melhor? Qual é o mais preciso?
5	Existe tempo sem os relógios? E sem o ser humano? Etc

Apresentamos a seguir trechos correspondentes a cada um dos blocos:

Bloco 1:

1. Entrevistador: (...) Você tem uma idéia, que normalmente as pessoas têm, de que o tempo passa diferente pra cada um? Sei lá, você...
2. REN (grupo 3): Ah, de vez em quando parece que passa mais rápido, de vez em quando mais devagar. Parece que quando é mais chato passa mais devagar, e quando é mais... tá tão legal a coisa que você tá fazendo, passa bem mais rápido, parece.
3. Entr.: (...) Mas você acha que isso é porque o tempo passa realmente diferente?
4. REN: Não, acho que não, o tempo passa igual.
5. Entr.: Como é que você explica isso, assim, essa sensação?
6. REN: Ah, não sei, porque você fica entretido na coisa que você tá fazendo quando você gosta. Quando você não gosta você tá lá parado e... sem fazer nada... e quando você tá entretido numa coisa, tá pensando, tá raciocinando, você... o tempo parece que passa mais rápido, mas é igual.
7. Entr.: Tá, tá. E... como é que daria pra saber que é igual?
8. REN: Pelo relógio. Cronometrando alguma coisa assim, as horas, né.

Bloco 2:

11. Entr.: Como é que a gente percebe que o tempo passa?
12. THA (grupo 2): Depende. Posso olhar o dia, e ver... Perceber que ele tá passando... Olhar o sol, a noite. Perceber.
13. Entr.: (...) Tem algum outro jeito, vamos ver, sem ser pelo sol?
14. THA: Ah, as horas. (...) Acho que só.
15. Entr.: Você já falou dois, né: você pode olhar o relógio, as horas, ou pode olhar o sol. Vamos supor um dia nublado. Você não tá com o relógio.
16. THA: Por exemplo, dá pra saber que o tempo passa também você vendo... sei lá, duas imagens da mesma pessoa em tempos diferentes. Pra você ver como a pessoa envelhece, cresce.

Bloco 3:

17. Entr.: (...) E como é que a gente mede, como é que a gente marca o tempo?
18. MON (grupo 2): Ah, o tempo “horas” é minutos, segundos... O tempo “ano” é ano... mês, ano, década.
19. Entr.: Mas como é que a gente faz pra marcar isso? Isso aí seria assim: uma hora é uma medida do tempo, né? É uma hora. Mas como é que a gente faz pra marcar? (...)
20. MON: Ah, a gente tem conhecimento, né. Que... uma hora é... tipo, a gente marca pelo relógio, a “uma hora”. O tempo, o ano, assim, pelo calendário, eu acho. (...)

Bloco 4:

17. Entr.: (...) Bom, vamos fazer o seguinte. A gente tá falando de relógios, eu trouxe uns aqui. [mostra os relógios] Então vamos lá: três relógios diferentes. Você sabe me dizer como eles funcionam?
18. AND (grupo 3): Esse aqui [digital] é... são circuitos, né. Esse aqui deve ser por corda. E esse aqui é pela gravidade.
19. Entr.: E... explica melhor esse de corda: tem a corda, e aí?
20. AND: Então: tem a corda, daí você dá a corda, a corda fica mais... junta. Daí à medida que você solta a corda ela vai – deve ser assim, não sei, nunca abri – deve ir espaçando, e cada... e cada, vamos dizer assim, que aumenta o espaço, vai, roda um segundo? roda um minuto? (...) Vai rodando, vai girando... daí até a hora que pára, daí o relógio pára. Daí tem que dar corda de novo.
21. Entr.: Aquele outro tem os circuitos, mas como é que os circuitos...
22. AND: Não sei, isso eu sempre quis saber, mas... (...) O relógio em si, ele deve... não sei.
23. Entr.: E esse não tem corda?
24. AND: Esse não tem corda. Esse aí tem bateria, né. Quando acaba a bateria, apaga tudo.
25. Entr.: (...) Tem algum deles que você acha que é melhor?
26. AND: Como assim? Mais preciso?
27. Entr.: Por exemplo.
28. AND: Mais preciso é esse aqui, né [digital]. Porque ele te dá a hora, o dia, o segundo, o minuto, e se você pedir o centésimo, também.
29. Entr.: Não, esse aí acho que não tem centésimos, é só até segundo.
30. AND: Não, tudo bem. Então... mas ele te dá até os segundos, né. Então esse...
31. Entr.: Esse [corda] não dá os segundos? (...)
32. AND: [pausa] É que ele tá parado, não tá?
33. Entr.: Não.
34. AND: Não? Bom, então ele não dá os segundos, ele dá os minutos.
35. Entr.: E esse tic-tac?
36. AND: Tic-tac né... É, esse tic-tac... [observa com atenção] É mesmo, heim!? Esse tic-tac dá os segundos também. Ó que legal...
37. Entr.: Esse aqui [ampulheta] eu não podia fazer dar os segundos? Eu não podia, por exemplo, fazer uma marcação aqui? (...)
38. AND: Pode. Pode, mas não... É, pode.
39. Entr.: Vamos supor: aqui tem o tic-tac dando os segundos, ali tá lá marcando direto, e aqui eu podia fazer uma marcação. Se eu fizesse a marcação, se eu contasse os tic-tacs. Aí eles são iguais ou não?
40. AND: Não. Não, porque daí você vai tá olhando pra esse [ampulheta], então você olhando assim [olha “do alto” / inclinadamente] vai mudar a visão, né? É o defeito, né, desse aqui, digamos assim. O desse aqui [corda] você tem que ver: passou um minuto? Um, dois, três, quatro, cinco... você ia ter que... ia ficar contando, né. Então esse aqui ainda continua sendo o mais preciso.
41. Entr.: Tá. Se eu tiver que marcar o tempo pra fazer um bolo. Qual dos três você usaria?
42. AND: Esse aqui [corda]. Porque aqui tem o negócio de apitar. Daí colocava e... “trim!”. Daí na hora que fosse pra tirar, tudo bem, né.
43. Entr.: Mas você não falou que o outro era mais preciso?
44. AND: Só que... Preciso... Bom, tem vários pontos de vista, né? Por exemplo, você falou o bolo: o bolo normalmente a pessoa faz, leva o quê? Quarenta minutos. Não leva quarenta minutos... quarenta e cinco minutos e... – entendeu? – e trinta segundos, tal. Então esse aqui [corda] é mais preciso.
45. Entr.: E se eu quiser marcar o tempo para um carro de fórmula um dar uma volta? Qual que você usa?

46. AND: Esse aqui [digital]. Porque ele marca os segundos. Então... o cara passa um segundo assim na... na fórmula um, um centésimo é muita coisa, né.
47. Entr.: (...) E o que que significa ser mais preciso? Por que que ele é mais preciso?
48. AND: Bom, a precisão depende. Esse aqui [ampulheta], se você acha uma... por exemplo, vamos supor que tem cinco minutos aqui. E você precisa fazer uma coisa em cinco minutos. Se você colocar esse, você ver que a areia acabou, acabou o seu tempo. Entendeu? Esse aqui [corda] é o negócio que eu falei do bolo. Ele, vamos dizer assim, ele apita, ele é mais visível. (...) Esse aqui [digital] é pra precisão assim, por exemplo, de uma experiência, né. A gente tava fazendo uma experiência aí na aula de física, e a gente tinha que fazer uma bolha... a bolha percorrer todo o tubo assim, né. E daí tinha que ver... a cada dois segundos tinha que marcar no tubo pra ver a velocidade média. Então um relógio desse aqui [digital] seria melhor que qualquer um desses. Então você vê: depende da necessidade, o relógio é mais preciso ou não.

Bloco 5:

87. Entr.: (...) Vamos imaginar que os relógios quebraram. Os relógios do mundo todo quebraram. (...) Você acha que ainda tem tempo? Passando?
88. JEF (grupo 1): Se todos os relógios quebrarem? Se ainda...?
89. Entr.: Ainda existe tempo?
90. JEF: Vai existir.
91. Entr.: Por quê?
92. JEF: Até quando o sol desaparecer, quando não existir mais céu, vai... vai ter o tempo.
93. Entr.: (...) Não depende dos relógios...
94. JEF: Não vai depender, porque a... o horário que eles marca é a partir do tempo, eles não vão arriscar a qualquer horário.
95. Entr.: Tá. Então, por exemplo, você falou do sol. Vamos supor que daí quebrou os relógios e o sol também sumiu. Ainda tem tempo passando?
96. JEF: O tempo passa quando... ainda você sabe falar. Você canta um, dois, três, aí sessenta, um minuto. Um, dois, três, aí sessenta, dois minutos.
97. Entr.: Tá. Então quer dizer – vamos supor – o sol apagou, quebrou os relógios, mas eu ainda posso...
98. JEF: Você ainda pode contar. O tempo ainda continua.
99. Entr.: O tempo ainda continua. E se eu desaparecer? Se todo mundo desaparecer? Todo mundo assim, a... ser humano. Todos os seres humanos desaparecem. Ainda existe tempo?
100. JEF: Se tudo desaparecer?
101. Entr.: É, tudo assim: vamos tirar os relógios, o sol, e os seres humanos.
102. JEF: [pausa] Aí eu acho que num...! [risos] Aí não vai ter mais tempo.
103. Entr.: (...) Mas então o tempo depende da gente, é isso?
104. JEF: E a gente depende do tempo.
105. Entr.: Então se os seres humanos desaparecerem não tem mais tempo no universo.
106. JEF: Desaparecerem? Aí não vai ter.
107. Entr.: Não tem mais tempo. Tá. Mesmo que tenha ainda... sei lá, outros seres vivos...
108. JEF: --- É. Não vai ter ainda. Que a única forma... que é os relógios, o céu, e você contando. Se todo esses... três, essas coisas desaparecerem não ia ter mais tempo no mundo.