

APRESENTAÇÃO

O objetivo deste estudo é buscar compreender aspectos da construção do conceito de *tempo* por estudantes do ensino fundamental e médio, tendo como ponto de partida o referencial epistemológico oferecido por Gaston Bachelard.

Mas por que o tempo?

Conceito multidisciplinar por sua própria natureza, o tempo tem sido um objeto de pesquisa e reflexão para áreas muito diversas. Das artes à astronomia, passando pela geografia, história, psicologia, filosofia, biologia e física, entre outras áreas do conhecimento, encontramos estudos que têm no tempo o seu tema central, e que despertam um fascínio e interesse proporcional à dose de mistério que esse conceito sempre carregou ao longo da história. Basta ver os relativamente recentes “números especiais” das revistas *Ciência e Cultura* e *Scientific American* (ambas de 2002), que retomam o debate – sempre atual – em torno do tempo.

O tempo tem uma importância social, histórica, científica e filosófica inegável. *Concepções* sobre o tempo existem desde a Antiguidade. Ele já foi pensado como sendo: o “número do movimento” com relação ao antes e depois; algo absoluto que existe por si mesmo e flui uniformemente; uma relação entre coisas, abstraído a partir dos objetos e movimentos; uma criação da consciência humana, projetado sobre o mundo para interpretá-lo; descontínuo; imaginário; algo que surgiu com o universo; algo que sempre existiu; entre outras visões. Por outro lado, o problema prático da sua *marcação* foi crucial em diversos momentos da história da humanidade. Seu enfrentamento levou ao desenvolvimento dos calendários, com o surgimento das primeiras grandes civilizações agrícolas, e propiciou ainda uma solução para o “problema da longitude”, no período das grandes navegações, apenas para citar dois casos.

Cada sociedade, em cada época, é marcada também pela sua visão particular do tempo. Dessa forma, o “tempo cíclico” dos antigos gregos e da maioria dos povos orientais difere do “tempo linear” característico de nossa herança judaico-cristã, por exemplo. Outros aspectos interessantes da relação social com a temporalidade persistem e retornam através das épocas, como o “milénarismo” associado à crença do “fim dos tempos”, que reapareceu com a chegada do ano 2000. Por sua vez, tais visões históricas e culturais têm paralelos com o desenvolvimento científico e das técnicas, havendo aqui uma influência recíproca. Uma análise retrospectiva da história do desenvolvimento dos relógios mostraria, sem dúvida,

como concepções particulares sobre o tempo encontram-se vinculadas aos aparelhos destinados à sua marcação. Assim, não é à toa que o aprimoramento e a expansão dos relógios mecânicos, bem como a difusão das idéias newtonianas, tenha levado, na Europa dos séculos XVII e XVIII, à metáfora do “universo como um relógio”.

Em nossa cultura e época atuais o problema do tempo ganhou novos contornos. Do ponto de vista científico, o tempo está na “ordem do dia”. De meados do século XIX em diante, assistimos de certo modo à “temporalização” da biologia, à medida que consolidou-se o paradigma da evolução. As espécies não são eternas, mas estão sujeitas à evolução, um processo que ocorre *no tempo* (o desenvolvimento da geologia – uma ciência essencialmente temporal – foi fundamental para a sustentação da evolução como teoria científica). Mais recentemente, a relação entre os seres vivos e o tempo levou à criação de uma subdisciplina: a cronobiologia, responsável pelo estudo dos ritmos biológicos e das bases fisiológicas dos chamados “relógios biológicos”. Hoje em dia já são conhecidas doenças provavelmente relacionadas a desacertos temporais (cronopatologias), e desenvolvem-se terapêuticas voltadas a elas (cronofarmacologia).

A cosmologia também incorporou fortemente, no século passado, a dimensão temporal. Principalmente após a descoberta da lei de Hubble e da expansão do universo, houve um abandono quase que definitivo dos modelos estáticos de universo, que deram lugar a modelos dinâmicos. Desses, o mais aceito é o chamado “modelo padrão”, que postula a existência de uma grande explosão que teria originado o universo. Podemos situar aí o início dos tempos? Qual a idade do universo? Durante quanto tempo ele ainda vai existir? O tempo passou a ser o principal tema da cosmologia. Claro que é muito grande a imbricação com a física, disciplina na qual o tempo desempenha da mesma forma um papel central, seja na mecânica clássica, nas teorias da relatividade (especial e geral) ou na mecânica quântica (deixaremos a discussão do tempo nas teorias físicas para mais tarde).

Do ponto de vista econômico e social, o impacto das novas tecnologias na produção industrial transformou radicalmente – ao longo do século XX – nossa sociedade industrializada em uma sociedade pós-industrial, globalizada em termos de informações e apelo ao consumo. A lógica da “linha de produção” e da Internet é a da *rapidez*, segundo a qual o tempo é uma mercadoria, algo a ser poupado e otimizado. É comum encontrarmos publicações que tentam auxiliar-nos a lidar melhor com nosso próprio tempo, a organizá-lo de maneira mais produtiva. Naturalmente, surgem também outras reflexões e críticas ao modo pelo qual concebemos o tempo. A sociedade ocidental moderna é escrava do tempo? Vivemos

em função de um eterno “presente”, em detrimento das categorias de “passado” e “futuro”? Há aqui terreno fértil para a sociologia e a psicologia.

Medimos o passar do tempo, cotidianamente, por meio de relógios digitais de cristal de quartzo, enquanto em certos laboratórios ao redor do mundo o tempo “padrão” e oficial é controlado e sincronizado por relógios atômicos. Mas sentimos o tempo “acelerar” ou “retardar-se” dependendo de nossas atividades ou estados de espírito, em conformidade com momentos de euforia ou tédio. Qual a relação entre esse “tempo exterior”, objetivo e compartilhado, e nosso “tempo interior”, experimentado subjetivamente?

O problema do tempo, em função de sua presença e amplitude, é fortemente problematizado do ponto de vista cultural. Na literatura ou na arte, muitas são as referências ao tempo, bem como às relações entre ele e o sujeito contemporâneo. Para citar dois exemplos, lembremos da literatura de ficção científica e do cinema. No primeiro caso, o tempo é um eterno assunto a ser explorado, como nas aventuras que ocorrem em outras épocas ou nas viagens no tempo. No caso do cinema, além de tema (muito utilizado) para a criação de roteiros, o “fator tempo” é um elemento estruturador da própria linguagem cinematográfica.

O tempo como *conceito* merece então ser explorado, quer seja por sua importância científica, quer seja por quaisquer outros de seus aspectos relevantes em nosso meio sociocultural (artístico, filosófico, econômico, tecnológico etc.). Essa é, indubitavelmente, uma parte de nossa motivação.

Entretanto, apesar da relevância multireferenciada desse conceito, o ensino de física e a pesquisa em ensino de ciências, paradoxalmente, têm abdicado de uma reflexão mais aprofundada sobre esse tema. São poucos os professores que procuram ir além dos conteúdos dos vestibulares e do que se encontra impresso nos livros didáticos, onde o tempo quase sempre é tratado apenas como um parâmetro matemático abstrato. Também na literatura especializada em ensino de ciências encontramos poucos estudos versando sobre essa noção, como veremos na continuidade desse trabalho. Qual a relação entre o “*t*” das equações da cinemática e o tempo social, histórico ou filosófico? De que maneira o estudante compreende o tempo que aparece no formalismo das teorias físicas?

De nossa parte, acreditamos que a ciência, em geral, e a física, em particular, têm muito a contribuir para a problematização desse conceito. É papel do professor de ciências oferecer ao estudante elementos para que ele possa refletir sobre seu próprio conceito de tempo, re-elaborá-lo, e compreender aspectos e questões que envolvam essa noção no terreno da ciência. E é papel da pesquisa em ensino orientar o professor nessa tarefa, fornecendo-lhe

subsídios teóricos e práticos para esse fim. Nesse contexto, destaca-se a tentativa de compreensão do *processo de conceitualização do tempo físico*, objetivo no qual esse trabalho encontra-se inserido.

Assim, à motivação inicial e pessoal pelo tema do tempo “em si”, acrescentamos uma motivação própria de um trabalho de pesquisa: compreender aspectos da construção do conceito de tempo, pelo seu interesse intrínseco, e, também, visando orientar o trabalho do professor e subsidiar a sala de aula de ciências. A nosso ver, o objetivo maior é contribuir para que a física, enquanto disciplina escolar, possa efetivamente estabelecer um diálogo frutífero com as demais disciplinas, promovendo uma reflexão verdadeiramente interdisciplinar sobre o tempo, à altura da ampla questão que esse tema representa.

Nosso ponto de partida para o desenvolvimento desse trabalho foi a epistemologia de Gaston Bachelard. No capítulo 1, apresentamos suas principais características, inserindo-a no contexto mais amplo da pesquisa em ensino de ciências. A justificativa da adoção desse referencial pode ser encontrada mais explicitamente neste capítulo, embora permeie todo o trabalho. De Bachelard tomamos essencialmente as noções de *obstáculo epistemológico* e de *perfil epistemológico*, com as quais procuramos interpretar o processo de conceitualização do tempo físico.

Como deve ficar claro ao final do capítulo primeiro, a noção bachelardiana de perfil, para ser aplicada a um determinado conceito em particular, necessita de uma pesquisa prévia sobre as visões historicamente construídas acerca desse mesmo conceito. Tanto a história e a filosofia das ciências quanto a literatura sobre concepções alternativas serão úteis nessa empreitada, realizada no capítulo 2. Embora até certo ponto exaustiva, essa tarefa é fundamental na elaboração de um *instrumento teórico* destinado a dialogar com nossos dados, e que representa a própria aplicação de nosso referencial epistemológico ao problema do tempo.

Passando à parte empírica do trabalho, discutimos no capítulo 3 a metodologia da pesquisa. A elaboração do nosso instrumento de coleta de dados, resultado final de um estudo de natureza exploratória, é relatada aqui. A dinâmica do estudo principal, levado a cabo com estudantes do ensino fundamental e médio, assim como as características principais dos grupos estudados, é apontada a seguir.

O capítulo 4 destina-se à análise do material coletado. Além de aspectos de natureza mais descritiva, esse é o momento em que resgatamos nosso referencial teórico e buscamos com ele interpretar os resultados.

Reservamos para a conclusão uma discussão crítica da metodologia da pesquisa e da pertinência do referencial bachelardiano. Os principais resultados acerca do processo de conceitualização do tempo são também apresentados, além de subsídios para a sala de aula e para estudos futuros sobre a mesma temática.

Um último aviso: optamos por colocar – devido à sua extensão – uma série de discussões e aprofundamentos relevantes como “notas de fim” (em cada capítulo), ao invés das tradicionais “notas de rodapé”. Acreditamos que a observação dessas notas possa ser realizada num segundo momento, caso o leitor deseje evitar “quebras” repetidas na leitura. Para facilitar esse processo, foi indicada em cada nota o número de sua página de origem.

Ao trabalho.