

O ENSINO DO CONCEITO DE TEMPO: IMAGINAÇÃO, IMAGENS HISTÓRICAS E RUPTURAS EPISTEMOLÓGICAS

TEACHING THE CONCEPT OF TIME: IMAGINATION, OF THE HISTORICAL IMAGES EPISTEMOLOGIC RUPTURE

Paulo Henrique de Souza¹
João Zanetic⁴

Instituto de Física / Universidade de São Paulo / hspaulo2004@yahoo.com.br

RESUMO

Pensando no contexto da pesquisa em ensino de ciências, o ensino do conceito de tempo é um dos mais importantes, intrigantes e interdisciplinares dos conceitos, possibilitando uma abordagem cultural da ciência. Nós nos deparamos com a necessidade de adotarmos uma definição para o tempo e, muitas vezes, apenas enfatizamos o seu caráter matemático. Os livros didáticos mais utilizados em sala de aula não abordam, na maioria dos casos, esse conceito de forma consistente. Tempo, espaço e massa formam um conjunto de conceitos básicos extremamente importantes no ensino de física.

Assim, estamos desenvolvendo um trabalho de pesquisa, na forma de dissertação de mestrado, analisando a importância da imaginação, das imagens históricas e do conceito de perfil epistemológico de Gaston Bachelard, buscando elementos que possam auxiliar no ensino desse conceito e na visão de ciência dos alunos do ensino médio.

Palavras-chave: Epistemologia, tempo, historia da ciência

ABSTRACT

In the context of the research on Science teaching, the concept of time is one of the most important, intrigant and interdisciplinary concepts, in addition, it makes possible a cultural approach to Science. Usually, when we come across with the necessity of adopting a definition to time, we only emphasize its mathematical character. In general, the most common didactic books that are used in the classroom do not deal with this concept in a consistent way. Time, space and mass constitute a set of basic concepts which is extremely important to Physics teaching.

In this way, we are developing a research, as a Masters dissertation, to analyze the importance of imagination, of the Historical images and of the concept of epistemological profile by Gaston Bachelard, in search of elements that may help to teach the concept of time as well as to clarify the High School students' view of Science.

Keywords: Epistemology, time, Science History .

1. INTRODUÇÃO

Quando pensamos no ensino de ciências em nossas escolas, temos quase um consenso quanto à necessidade de novas possibilidades de ensino. Sem dúvida, uma grande parte de nossos alunos não será físico, biólogo ou químico, e o ensino médio será a única oportunidade de contato com a ciência. Assim, necessitamos de um ensino de ciência que ofereça oportunidade para todos, ou seja, para aqueles que seguirão na graduação a área de ciência, para aqueles que seguirão outras áreas do conhecimento e para aqueles que terminarão sua educação escolar nesse nível de ensino.

Atualmente o ensino de ciência, mais especificamente o ensino de física, tem privilegiado o caráter matemático, que sem dúvida tem grande importância. Porém esse formalismo pode caricaturar o ensino, conforme aponta Zanetic (1989, pág. 194):

“Caricaturando um pouco toda essa situação, particularmente no que diz respeito à escola pública, eu diria que esses e outros motivos acabam convergindo num só: os professores por falta de tempo, disposição e motivação acabam optando pelos livros didáticos que nasceram nas aulas de cursinhos, pois, de um lado, já têm a destinação certa (preparar para o vestibular) e, de outro, facilitam o preparo das aulas, já que um resumo “apropriado” da “teoria em física” e uma lista de exercícios e problemas típicos de exames que manterão os alunos ocupados por muito tempo. E assim, a física escolar passa a ser a física vestibular.”

Assim, o “formulismo” exagerado, que nasce nas aulas de cursinho e invade os livros didáticos, ainda é a principal ferramenta de ensino de física. Esse formalismo pode até “cativar” alguns dos nossos alunos, sobretudo aqueles que tenham alguma afinidade com essa abordagem, porém, poderá excluir, ou por que não dizer negligenciar, para a maior parte de nossos alunos, que pela última vez estarão em contato com a ciência e não têm afinidade com esse tipo de proposta, a possibilidade de uma discussão científica através de outras formas de abordagens de ensino.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) indicam a necessidade de ampliação da discussão de ciências. *“A física percebida enquanto construção histórica, como atividade social humana, emerge da cultura e leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais”*¹. Sendo assim, a história da ciência constitui uma possibilidade de discussão da física relacionada com o seu contexto sócio-cultural. Contudo, temos de estar atentos à pseudo-história da ciência que aparece em muitos livros didáticos. Zanetic (1989, pág. 107), alerta sobre essa situação:

“Nestes textos, quando estão presentes capítulos, apêndices ou notas históricas, temos quase sempre arremedos de história da ciência: são aquelas seqüências cronológicas de datas de grandes invenções, de descobertas sensacionais ou de nascimento e morte das principais personagens envolvidas nesses acontecimentos, acompanhados de ilustrações que representam essas personagens ou seus feitos.”

Portanto, é importante refletirmos com nossos alunos sobre a evolução dos conceitos físicos e suas rupturas, ao longo da história, levando-os também a olhar a ciência de forma criativa e humana, evidenciando seus limites e apresentando-a como um aspecto da cultura da humanidade, assim como a arte e a religião.

¹ (PCNs parte III, pág. 27, 1996)

Pensando nesse contexto, acreditamos que um olhar histórico e epistemológico para o conceito de tempo pode nos fornecer elementos que possibilitem uma reorganização da visão de ciência de nossos alunos, além de contribuir para uma educação científica mais abrangente e interessante.

Ao escolhermos esse conceito nos baseamos em dois aspectos. O primeiro está relacionado ao conceito de tempo nos livros didáticos e na nossa experiência docente.

Como exemplo, destacaremos uma definição do tempo que aparece em um dos livros mais vendidos e utilizados no ensino de física, *Os fundamentos da física* (vol 1) da Editora Moderna, na sua 7ª edição: “Tempo é uma noção primitiva*, fundamental na descrição de qualquer movimento.” “ * Noção primitiva ou conceito primitivo é uma noção aceita sem definição.”². Nessas duas colocações, em que o autor começa a discutir o movimento dos corpos, o livro simplesmente não se posiciona sobre o conceito de tempo sendo até contraditório, pois na sua citação há uma ênfase na noção de tempo como fundamental na descrição dos movimentos. Se o tempo é tão importante na descrição dos movimentos, será que não seria importante uma reflexão um pouco mais consistente, já que essa “noção” é fundamental?

O segundo, que “nasce” a partir do primeiro, é um aspecto interdisciplinar desse conceito indicado pelos PCNs:

“Assim, a competência para reconhecer o significado do conceito de tempo como parâmetro físico, por exemplo, deve ser acompanhada da capacidade de articular esse conceito com os tempos envolvidos nos processos biológicos ou químicos, e mesmo sua contraposição com os tempos psicológicos, além da importância do tempo no mundo da produção e dos serviços. A competência para utilizar o instrumental da física não significa, portanto, restringir a atenção aos objetos de estudo usuais da física: o tempo não é somente um valor colocado no” eixo horizontal “ou um parâmetro físico para o estudo dos movimentos.”³

No aspecto epistemológico escolhemos Bachelard como referencial, pois acreditamos na sua relevância, conforme aponta Martins (2004, pág.202):

“Nesse sentido, foi fundamental o referencial bachelardiano: verificamos que é possível atribuímos aos alunos um perfil epistemológico para o conceito de tempo, na medida em que eles manifestam elementos de diversas zonas de hierarquia bachelardiana.”

Portanto, partindo dos aspectos que nos motivam, buscaremos discutir as imagens históricas do tempo, o uso da imaginação humana nessa construção conceitual e as suas relações, ainda de forma preliminar e sucinta, com a noção de perfil epistemológico de Bachelard.

2. A IMAGINAÇÃO NA CIÊNCIA

Ao tratarmos o tema tempo temos a necessidade de discutir a importância da imaginação na ciência, pois de outra forma como podemos definir um conceito dessa natureza? Santo Agostinho já refletia sobre essa dificuldade.

“Se ninguém mo perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fez a pergunta, já não sei. Porém, atrevo-me a declarar, sem receio de

² No rodapé do livro. Na 8ª edição do livro essa definição foi retirada

³ (PCNs- parte III, pág. 25, 1996)

contestação, que, se nada sobreviesse, não haveria tempo futuro, e se agora nada houvesse, não existiria o tempo presente.“

Sem dúvida o conceito de tempo é abstrato e Santo Agostinho nos mostra a dificuldade de expressar uma idéia que sentia, porém dizia que não compreendia o suficiente para traduzir em palavras. Assim, o tempo é um conceito vasto e com abstração inerente apropriada para explorarmos a imaginação humana. Mas, para um público leigo, falar em imaginação em ciência pode parecer estranho. Quando queremos atribuir uma verdade a um produto ou situação dizemos que é provado cientificamente. Essa idéia existe pela visão de que a ciência pode, com o “método científico”, que utiliza a experimentação em que o cientista não interfere nas observações, desvendar a natureza. Porém, a subjetividade existe em quase todas as atividades humanas e na ciência não é diferente. Conceitos como campo, elétron, força, gene, tempo, entre outros, antes de mais nada são criações da imaginação humana. Jacob Bronowski (apud Pietrocola 2004, pág. 128), entende a imaginação como:

“capacidade humana de criar imagens no espírito e de utilizá-las para construir situações imaginárias.”

Nada é mais humano do que imaginar. A imaginação e a capacidade de prever situações devem estar entre os grandes fatores que possibilitaram o desenvolvimento da humanidade. A capacidade imaginativa começa muito cedo já na infância. O “brincar”, mesmo com situações fantasiosas, colabora no desenvolvimento de representações mentais, no desenvolvimento da criatividade e no aspecto racional de que a imaginação é revestida. Ainda nesse sentido, Bronowski (apud Pietrocola 2004, pág.128) afirma:

“A imaginação é sempre um processo experimental, quer façamos as experiências com conceitos lógicos quer com matéria fantasiosa da arte”.

Assim, ao examinarmos a história da ciência encontraremos muitos fatos em que a imaginação e a criatividade têm um papel importante. Como nas artes o artista expressa suas idéias e visão de mundo, nas teorias científicas o cientista não age de forma muito diferente.

Na Grécia antiga encontramos situações em que muitos modelos de mundo foram tratados como verdades absolutas e representações da realidade. O sistema de mundo aristotélico era formado com a Terra imóvel no centro e os planetas conhecidos na época mais a Lua e o Sol em órbitas circulares ao seu redor. As imagens eram formadas pela observação, imaginação e “crenças” de cada filósofo. Quando o modelo aristotélico mostrou-se insuficiente para explicar adequadamente alguns fatos observáveis, como o movimento retrógrado de Marte, Hiparco propõe os epiciclos no sentido de salvar as aparências do sistema geocêntrico. Outra situação em que a imaginação do filósofo surge no sentido de resolver o problema, sem que ele realmente pudesse observar o epiciclo.

A imaginação científica não é uma forma de pensar existente somente da Grécia antiga. Galileu também inventa experimentos mentais para provar que com a ausência de ar dois pesos diferentes, em queda livre, cairiam com a mesma velocidade. A própria idéia da rotação da Terra, já prevista por inúmeros cientistas, começa a ser provada somente em 1851 com o físico francês Foucault. Newton, com a lei da gravitação, também utiliza a imaginação, quando trata da idéia de uma ação à distância (atração) entre os corpos, por exemplo. Já no início do século XX temos muitos casos de definições de teorias em que a imaginação aparece ainda com mais clareza. Na definição do núcleo atômico por Rutherford, que montou um experimento bombardeando com partículas alfa metais pesados como o ouro, a imagem do átomo foi postulada a partir dos efeitos do experimento, sem que o átomo fosse realmente observado.

A imaginação e a intuição aparecem também nos trabalhos de Einstein. Seria muito difícil falar de imaginação científica sem citar Einstein. Suas experiências mentais surgem ainda na juventude, em que, ao observar um raio de luz quando andava de bicicleta, pensou como seria o mundo se viajássemos na velocidade da luz. Suas teorias, já na fase adulta, sempre foram marcadas por experimentos mentais que lhe possibilitaram fazer previsões com sucesso de muitas de suas idéias. Em suas *Notas Autobiográficas*, Einstein (1982, pág. 21) discute aquilo que ele chama de “credo epistemológico”:

“As relações entre os conceitos e as proposições são de natureza lógica e o processo do pensamento lógico é estritamente limitado à efetivação da conexão entre os conceitos e as proposições entre si, de acordo com as regras firmemente estabelecidas, que constituem a matéria da lógica. Os conceitos e proposições adquirem ‘sentido’ ou ‘conteúdo’ apenas através das suas conexões com as experiências sensoriais. A conexão destas últimas com os primeiros é puramente intuitiva, e não de natureza lógica em si mesma. O grau de certeza com o qual essa conexão ou ligação intuitiva pode ser admitida é a única diferença entre a fantasia desprovida de conteúdo e a ‘verdade científica’.”

Nesse pequeno trecho, Einstein reflete sobre a conexão entre as experiências sensoriais (fatos empíricos) e os conceitos e proposições, sendo esse caminho realizado através da intuição, estabelecendo a diferença entre fantasia e “verdade científica”. Einstein separa muito claramente os papéis desempenhados pela lógica e pela intuição, demonstrando, assim, sua crítica ao pensamento positivista. Para Einstein, a liberdade de escolha do caminho correto é fundamental e uma das características do seu pensamento. Seria como resolvermos uma charada, em que o pensamento é livre, mas o caminho correto depende de lógica e intuição, que estão presentes na imaginação científica. Essa idéia está em ressonância com a citação anterior de Bronowski, em que a imaginação é um campo de experiências mentais em qualquer sentido, lógico ou fantasioso.

Assim, a imaginação científica trabalha no sentido de uma maior racionalidade, sendo reorganizada historicamente através de rupturas⁴. As reflexões humanas sobre o tempo e sua conceituação surgem como fruto da nossa imaginação criativa, como indicamos no início dessa seção na citação de Santo Agostinho. Em nossas aulas de física, temos negligenciado o uso da imaginação, conforme nos aponta Zanetic (2002), citando Ezequiel Theodoro: “*a imaginação criadora e a fantasia não são exclusividades das aulas de literatura*”. Portanto é necessário estimular a imaginação científica em sala de aula, também nas aulas de física, e para isso precisamos abordar os conceitos com olhares diferentes do formalismo corriqueiro, e aqui a história da ciência e a epistemologia podem desempenhar seus papéis..

3. AS IMAGENS HISTÓRICAS DO CONCEITO DE TEMPO

Ao pensarmos no tempo e em suas imagens ao longo da história teríamos um número tão grande de informações e formas de explicar esse “sentimento” ou “invenção” humana que esse artigo não seria suficiente. As concepções temporais aparecem nas mais diversas civilizações, desde o momento em que os seres humanos começaram o questionamento sobre a sua existência e a do cosmo. Temos diferentes conceitos e imagens do tempo vindas do ocidente e do oriente, fruto da experiência e observação da natureza, oriundos de culturas distintas. Procuraremos

⁴ Nesse sentido ocorre a evolução dos perfis epistemológicos propostos por Bachelard.

então discutir apenas algumas das noções que julgamos importantes para o ensino desse conceito em sala de aula.

A gênese das idéias de tempo remontam a nossa pré-história, quando os nossos ancestrais iniciaram as primeiras interferências na natureza. A descoberta do fogo, os primeiros ossos utilizados como ferramentas, o cozimento dos alimentos, como uma extensão da digestão, marcam a grande relação que o homem inicia com a natureza. Nessa época, além das relações próximas que o homem tinha com a natureza, outra relação, um pouco mais distante, fascinava (e até hoje fascina) os seres humanos: o céu. A natureza é cheia de regularidade e a observação de estrelas, que, de tempos em tempos, voltavam à mesma posição, deram ao homem a capacidade de fazer previsões e marcar a sua existência na Terra. A mitologia, a filosofia, a religião, as artes e a própria ciência nasceram da tentativa de explicarmos o nosso tempo de vida e as relações com a natureza. O homem antigo observava e procurava uma resposta para o ciclo natural da vida (nascimento e morte), buscando formas de enfrentar essa e outras transições que tinham (e têm) um caráter dramático. Como não se julgava mero observador dos fenômenos naturais, elaborava rituais com o intuito de restabelecer a ordem nos períodos críticos, em que se encerrava um ciclo e iniciava-se outro, além de tentar perpetuar a sua existência. É significativo o acoplamento que esse homem antigo estabeleceu entre o ciclo solar e o ciclo de fertilidade da terra, dando origem aos primeiros calendários solares, vitais para lidar com as estações do ano.

Ao examinarmos as primeiras civilizações e seus registros, destacamos o Egito antigo, em que encontramos as idéias de marcação do tempo a partir de construções de “aparelhos”, como os relógios solares, o gnomon (versão mais sofisticada desses relógios), os relógios de água e as clepsidras (versão mais sofisticada dos relógios de água), bem como o aprimoramento dos calendários baseados nas observações astronômicas. Essas construções foram as primeiras formas registradas de tentarmos entender a passagem temporal e referenciar a nossa existência. Vejamos um exemplo citado por G. J. Whitrow (1993, pág. 41):

“Um fragmento de relógio de sol egípcio datado de cerca de 1500 a.C. encontra-se hoje num museu de Berlim. Com a forma de uma régua T, era disposto pela manhã horizontalmente com o travessão voltado para o leste, de modo a lançar uma sombra ao longo da haste, graduada com marcas referentes a seis horas. À medida que o sol se elevava no céu, a sombra se reduzia, até desaparecer, ao meio dia na marca da sexta hora.”

Os egípcios não foram os únicos a procurarem dominar o tempo. Encontramos a montagem dos calendários também nos Babilônicos, chineses, hindus, maias, entre outras culturas.

Dessa forma chegamos aos gregos, em que encontramos a gênese do pensamento humano ocidental. Tomaremos como exemplo Platão e Aristóteles, a fim de encerrarmos a nossa primeira imagem do tempo. Platão apresenta a sua idéia sobre o tempo na sua obra “Timeu”. Vejamos um breve texto de Platão em que ele introduz o conceito de tempo acoplado à construção do mundo pelo grande arquiteto:

“Então ele lembrou-se de fazer uma imagem móvel da eternidade e, ao mesmo tempo que organizava o céu, fez da eternidade que resta na unidade esta imagem eterna que progride segundo o número, e a que nós chamamos o tempo. Com efeito, as noites, os meses, os anos não existiam antes do nascimento do céu, e foi construindo o céu que ele se lembrou de criá-los (...) (Platão, pág. 266)

Assim, percebemos que para Platão o tempo não existe por si próprio, sendo uma característica do universo, ligada ao seu movimento, tendo origem nas revoluções da esfera celeste e sendo produzido pelo universo. Essa discussão torna-se extremamente atual quando pensamos se o tempo existia antes da origem do universo. A própria idéia de origem já traz uma questão, ou seja, antes do zero, da origem, podemos “marcar” o tempo? Fica aqui a pergunta para uma discussão posterior

Aristóteles rejeitava a idéia de tempo como um produto do universo, identificado como qualquer forma de movimento ou mudança. Para Aristóteles o movimento pode ser uniforme ou não e sua definição é dada pelo tempo, que por sua vez não poderia ser definido por ele mesmo. Assim, conforme observa G.J. Whitrow (1993, pág. 57): “*Não apenas medimos o movimento pelo tempo, mas o tempo pelo movimento, porque eles se definem um ao outro.*” Essa “amarração” do tempo com o movimento será desfeita por Galileu e Newton e reconstituída por Einstein. Portanto, tendo como referência as primeiras civilizações (Egípcios, Babilônios, Gregos) uma imagem temporal para o conceito de tempo, que se apresentou cíclico, seria o círculo com uma seta indicando o sentido.

Passando por ampulhetas e outras formas de marcar o tempo, chegamos ao relógio mecânico, que causou uma grande revolução a partir da idade média. Os mosteiros e toda organização das cidades necessitavam de referências diárias para as atividades. Assim, segmentar o tempo foi fundamental. Já no século XVII o holandês Christiaan Huygens construiu o relógio de pêndulo, muito aperfeiçoado, com precisão de menos de um minuto. Ainda nesse século, o desenvolvimento de outro relógio (mola espiral), tendo sua concepção requerida por Hooke e Huygens, permitiria ainda uma precisão maior na marcação do tempo.

Galileu e Descartes propõem, nessa mesma época, idéias de tempo como a sucessão linear de pequenos intervalos. Começava aqui uma geometrização do tempo e uma concepção de universo mecanicista, idealizada a partir do relógio. Entretanto foi com Newton que o tempo adquire uma característica absoluta. Vejamos uma citação do *Principia*⁵:

“O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e da sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com qualquer coisa externa e é também chamado de duração.” (Newton, 1990, pág. 7)

Newton via o tempo como algo absoluto, contínuo, independente do referencial, fluindo uniformemente, sem relação com coisa alguma. Para Newton existe um só tempo que abarca tudo. Essa idéia de um tempo que flui, possibilitou que Newton desenvolvesse uma teoria matemática chamada teoria dos fluxos, conhecida também como cálculo infinitesimal. Porém, muitos filósofos não aceitavam essa idéia de tempo e questionavam como se poderia obter um método prático para medi-lo. Assim, formamos mais uma imagem do tempo como um fluxo uniforme, sucessivo, linear, liberto do movimento e que poderíamos representar por uma reta sem sentido determinado, formada por pedaços infinitesimais.

Por fim, no final do século XIX e início do século XX dois problemas intrigavam os físicos. O primeiro estava relacionado à fusão entre a radiação eletromagnética e a termodinâmica, o segundo foi uma sutil e mais profunda incompatibilidade matemática entre as leis de Maxwell e as leis de Newton. Os dois problemas estavam relacionados com a concepção de tempo. O primeiro procurava entender a direção única, denominada seta do tempo (outra imagem possível), dos processos físicos, estudando especialmente o fluxo de calor (do quente para o frio). Esse estudo deu origem à mecânica quântica. O segundo estava relacionado com a forma incompatível com que as leis de Newton e de Maxwell incorporavam o conceito de tempo. Dessa incompatibilidade nasceu a teoria da relatividade. Essas duas novas teorias, a relatividade e a mecânica quântica, marcam o início da física moderna.

⁵ Princípios matemáticos da filosofia Natural

Einstein participou das duas teorias, porém foi com a relatividade que ele provocou uma revolução, tendo como principal alteração a concepção de tempo. A nova visão abre possibilidades imaginárias até então impossíveis com o tempo absoluto de Newton. Vejamos uma citação do próprio Einstein (apud G. J Whitron 2005, pág.113) :

“Se colocássemos um organismo vivo em uma caixa,... seria possível providenciar para que o organismo, depois de um vôo arbitrariamente longo, fosse reconduzido ao seu ponto original em uma condição quase inalterada, enquanto os organismos correspondentes, que haviam permanecido nas posições originais, teriam há muito tempo dado lugar a novas gerações. No organismo em movimento o tempo de duração da jornada foi um mero instante, desde que o movimento tenha ocorrido com velocidade aproximada da Luz”.

Portanto, a relatividade de Einstein modifica os invariantes, sendo agora a constância da velocidade da luz no vácuo e o tempo relativo. Nesse sentido o tempo passa a depender da velocidade passando mais devagar a medida que nos aproximamos da velocidade da luz. Essa proposta possibilita, como na citação acima, viagens no tempo como nos paradoxos dos gêmeos e do avô. Na relatividade, tempo e espaço são unidos em um contínuo espaço-temporal de quatro dimensões, e a imagem temporal, conforme propõe Hawking em seu livro “O Universo numa casca de noz” , se apresenta no formato de ”pêra”. Assim terminamos a nossa viagem histórica sobre imagens do tempo, sabendo que está incompleta e que muitas imagens ainda virão. Entretanto, acreditamos que elas podem retratar basicamente as concepções de tempo ao longo da história. E essas imagens na física contemporânea despertam a criatividade e a imaginação das futuras gerações de físicos de mo inovador, como podemos depreender de mais uma profunda reflexão epistemológica de Einstein:

“No atual estado da ciência, isto é, depois do abandono da mecânica [de Newton, é claro] como fundamento da física, essa crítica tem uma importância apenas metodológica. Porém, é pertinente no sentido de mostrar o tipo de argumentação que, na seleção das teorias do futuro, desempenhará um papel cada vez mais importante, à medida que os conceitos mais básicos e os axiomas forem afastados de tudo o que pode ser observado diretamente, de modo que o confronto das implicações das teorias com os fatos se torne cada vez mais difícil e remoto.”

4. PERFIL EPISTEMOLÓGICO E O CONCEITO DE TEMPO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Quando pensamos em olhar historicamente a evolução do conceito de tempo e relacioná-lo com a imaginação científica, presente na ciência, buscamos alguns parâmetros que nos orientem para uma discussão mais consistente sobre o tempo em sala de aula. Nesse sentido, acreditamos que a noção de perfil epistemológico, ou perfil mental, proposta por Bachelard, em que a pessoa utiliza diferentes modos de pensar quando se depara com algum conceito científico, pode ser uma ferramenta extremamente útil. Ao relacionarmos a evolução histórica do conceito de tempo com o perfil epistemológico, podemos estabelecer de forma aproximada os perfis mentais dos nossos alunos. O entendimento desses perfis é importante para conhecermos as concepções dos alunos e propormos atividades que possibilitem a sua evolução. Porém, neste artigo, faremos de forma preliminar uma relação teórica entre o conceito de tempo e a noção de perfil. Bachelard,

em seu livro “*A filosofia do não*”, destaca uma evolução conceitual passando por cinco escolas filosóficas:

Quando nós próprios nos interrogamos, damo-nos conta de que as cinco filosofias que consideramos (realismo ingênuo — empirismo claro e positivista — racionalismo newtoniano ou kantiano — racionalismo completo — racionalismo dialético) orientam em direções diversas utilizações pessoais da noção de massa. Tentaremos então pôr grosseiramente em evidência a sua importância relativa colocando em abscissas as filosofias sucessivas e em ordenadas um valor que — se pudesse ser exato — mediria a frequência de utilização efetiva da noção, a importância relativa das nossas convicções. Com uma certa reserva relativamente a esta medida muito grosseira, obtemos então para o nosso perfil epistemológico pessoal da noção de massa um esquema do tipo seguinte (fig. 1). (Bachelard, 1978, pág. 25)



Fig. 1 — Perfil epistemológico da nossa noção pessoal de massa.

Assim, Bachelard destaca essas cinco escolas filosóficas e analisa a sua noção do conceito de massa, traçando seu perfil epistemológico. Ao analisar a noção de massa, Bachelard utiliza a idéia de continuidade e ruptura. Por exemplo, a noção de massa associada ao que interiorizamos, associação entre o tamanho e o peso, forma uma visão realista ingênua, que será obstáculo na continuidade para uma visão empirista associada à medição (balança), que será um obstáculo na continuidade para a visão newtoniana (racionalismo clássico) de massa (racional e matemática), que será obstáculo na continuidade para visão da relatividade de massa (racionalismo completo), que será obstáculo na continuidade para a visão contemporânea (racionalismo discursivo) na mecânica de Dirac.

Ressaltando as rupturas necessárias para o avanço epistemológico, Bachelard faz uma comparação com a história da ciência, destacando três períodos. O primeiro é caracterizado pelo estado pré-científico, que corresponde da Antiguidade Clássica até o Renascimento. O segundo é caracterizado pelo estado científico que vai do século XVIII ao século XX. O terceiro é caracterizado pelo novo espírito científico que se inicia a partir dos trabalhos de Einstein em 1905, iniciando a ciência contemporânea.

Relacionando o conceito de tempo com a noção de perfil epistemológico, ainda preliminarmente, destacamos como realista ingênua à noção psicológica do tempo ligada à atividade realizada, concebida interiormente por observação de distância percorrida ou esforço realizado. Do ponto de vista histórico, essa noção corresponderia aos primórdios da humanidade, em que as referências eram visuais e individuais.

A noção empirista, relacionada à medida, está ligada à marcação através de calendários e relógios. O tempo aqui é coletivo, homogêneo e único. Historicamente, essa fase corresponderia

às primeiras civilizações que procuraram marcar o tempo com os primeiros calendários e relógios solares, até os relógios mais modernos.

O racionalismo clássico relaciona-se à idéia de um tempo independente, absoluto, concebido de forma geométrica e encontrado nas propostas newtonianas.

O racionalismo completo, quanto ao conceito de tempo, surge na relatividade. Assim como a massa depende da velocidade, nessa escola, o tempo também depende, além de constituir um contínuo de quatro dimensões com o espaço. A incerteza temporal da mecânica quântica e as idéias de tempo imaginário corresponderiam ao racionalismo discursivo

A racionalidade surge na história sofrendo rupturas e reorganizando-se em uma nova direção como apresentamos de forma básica no conceito de tempo, em que estamos trabalhando. E aqui chegamos ao papel que essa análise de perfis epistemológicos pode desempenhar nas atividades de ensino. Acreditamos que as atividades que despertem a imaginação dos nossos alunos podem ajudar na estruturação e no acesso aos perfis. Portanto, se buscamos os perfis mentais dos nossos alunos, atividades meramente matemáticas não contribuem para avançarmos conceitualmente. Cabem aqui algumas palavras de Martins (2004, pág. 206) extraídas de seu estudo relacionado com as concepções de estudantes sobre o conceito de tempo com base na epistemologia de Bachelard:

*“(...) acreditamos que o nosso estudo forneça, especificamente com relação à construção do conceito de tempo, subsídios para que o professor interprete também a sala de aula em termos dos **compromissos epistemológicos** dos seus alunos, identifique a presença de obstáculos de natureza epistemológica, e tenha mais elementos para enfrentá-los, explorando as visões dos estudantes para auxiliá-los na construção de outras.”*

Além disso, Martins(2004, pág.207) aponta uma necessidade de explorarmos a relação entre o perfil e a cultura:

“(...) Vinculado a isso, temos uma quarta questão a explorar: a relação entre o perfil e a cultura . Esse ponto, para o qual deliberadamente demos pouca atenção ao longo deste estudo, abre novas possibilidades de investigação e de interpretação, tanto das concepções dos estudantes quanto da própria idéia de perfil.”

Como vimos, o conceito de tempo é amplo e estrutura-se no pensamento da humanidade. Acreditamos que atividades envolvendo ficção científica, como a discussão de filmes narrando viagens e concepções de tempo, músicas, poemas, e textos históricos possam acessar e despertar a imaginação dos alunos no sentido de descobrirmos o perfil mental conceitual sobre o tempo e, quem sabe, uma evolução epistemológica desse perfil relacionando-o com a cultura, além de despertar uma nova visão de ciência

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS PRELIMINARES

Chegando ao final desta apresentação dos passos iniciais de nosso trabalho, é importante retomarmos alguns pontos que conduziram a reflexão. É triste a situação do ensino de física no Brasil, sobretudo quanto ao número de aulas e condições de trabalho. Entretanto é papel de todos nós, educadores, propormos e discutirmos novas possibilidades que de alguma forma cheguem às salas de aula. Portanto, é importante oferecermos novas visões de ciência que permitam atingir um número maior de estudantes.

Nesse sentido, acreditamos que o uso da imaginação em sala de aula através da história da ciência pode ser uma grande ferramenta didática no ensino de física e, por que não dizer, no ensino de ciência em geral. Porém, utilizar a história da ciência sem uma filosofia da ciência é como caminhar na escuridão. Portanto, é fundamental termos um referencial filosófico para analisar as concepções dos nossos alunos e, quanto ao conceito de tempo, acreditamos que Bachelard traz grandes contribuições. Contudo, devemos ressaltar que não colocamos essa proposta, ainda em construção, como única, e sim como uma possibilidade dentre muitas que podem surgir. A pesquisa em ensino de ciência é um campo vasto e fértil.

Por outro lado, como todo trabalho abre novas possibilidades, apontamos a necessidade de atividades que estimulem a imaginação dos alunos e possibilitem o acesso aos conceitos de tempo. Acreditamos que a poesia, a pintura, o cinema com suas ficções científicas, a música e os textos científicos são elementos que necessitam fazer parte em algum momento de nossas aulas. (Zanetic, 2002) E, no contexto da proposição deste trabalho, analisar a possível interdependência entre essas dimensões culturais e o perfil epistemológico.

Por fim, gostaríamos de encerrar dizendo que acreditamos nessas idéias e continuamos nosso trabalho na perspectiva de aprofundarmos ainda mais nossa pesquisa sobre o conceito de tempo e na busca de uma nova visão de ciência, porém o sucesso é algo que só o tempo dirá.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, S. *Confissões*. Tradução. J. O. Santos e A. A. de Pina. São Paulo: Nova cultural, 2000. (*Os pensadores*)
- BACHELARD, G. *A filosofia do não*. Tradução. J. J. M. Ramos. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (*Os pensadores*)
- EINSTEIN, A. *Notas autobiográficas*. Tradução. A. S. Rodrigues. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982
- DAVIES, P. *O enigma do tempo: a revolução iniciada por Einstein*. Tradução de I. Korytowski, 2ª Edição. Rio de Janeiro: Ediouro, 1998.
- HAWKING, S. W. *O universo numa casca de noz*. Tradução I. Korytowski. 3. Ed. São Paulo, Arx, 2001.
- MARTINS, A. F. P. *O ensino do conceito de tempo: contribuições históricas e epistemológicas*. 1998. 140 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências)– IFUSP/FEUSP, São Paulo.
- MARTINS, A. F. P. *Concepções de estudantes a cerca do conceito de tempo: uma análise a luz da epistemologia de Gaston Bachelard*. 2004. 218 f. Tese (Doutorado em Educação)– /FEUSP, São Paulo.
- MENEZES, L. C. (coord.). *Parâmetros Curriculares Nacionais (Área de ciências da natureza, matemática e tecnologia)*. Brasília, 1996.
- Newton, I. *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* (Vol. I). Trad. de Trieste Ricci et al. São Paulo: Nova Stella e Edusp, 1990.
- OLIVEIRA, L. A. *Imagens do tempo*. In: Doctors, M. *Tempo dos tempos*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2003.

PIETROCOLA, Maurício. Curiosidade e Imaginação - Os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a Prática. São Paulo, Thompson, 2004.

Platão. *Diálogos IV, Timeu*. Lisboa: Publicações Europa-América.

RAMALHO , Jr., FERRARO G., ANTÔNIO, Paulo.. Os fundamentos da Física : volume 1. 7 edição. São Paulo, Moderna, 2002.....

SOUZA, P. H. *O ensino do conceito de tempo: contribuições Históricas e relações interdisciplinares*. 116 f. Monografia (Licenciatura em Física) - IFUSP/FEUSP, São Paulo, 2002.

WHITROW, G.J. *O tempo na história: concepções do tempo da pré-história aos nossos dias*. Tradução de M. L. X. de A. Borges. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1993.

WHITROW, G.J. *O que é o tempo na história: Uma visão clássica sobre a natureza do tempo*. Tradução de M. Ignez Duque Estrada. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2005.

ZANETIC, J. *Física também é cultura*. 1989. 252 f. Tese (Doutorado em educação) - IFUSP/FEUSP, São Paulo.

ZANETIC, J. *Física e arte: Uma ponte entre duas culturas*. In: Ata do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Águas de Lindóia, 2002.