

O Conceito de Tempo no Ensino de Física: Perfis Epistemológicos e Culturais

(Time Concept in Physics Education: Profiles and Cultural Epistemological)

PAULO HENRIQUE DE SOUZA¹, LEONARDO ANDRÉ TESTONI² e GUILHERME BROCKINGTON²

¹ Universidade Metropolitana de Santos/Instituto Parthenon (phsouzamar@gmail.com)

² Universidade Federal de São Paulo (leonardo.testoni@unifesp.br, brockington@unifesp.br)

Resumo. O artigo discute os resultados de uma pesquisa empírica de natureza exploratória e diagnóstica, realizada em instituições de ensino particulares do estado de São Paulo, voltada para a discussão da fundamental relação entre perfis epistemológicos e culturais para o ensino de ciências. Em termos metodológicos, analisamos as concepções de tempo de três alunas, sendo uma do ensino fundamental, uma do ensino médio e outra do ensino superior, utilizando como referencial teórico a epistemologia de Gaston Bachelard, mais especificamente a noção de perfil epistemológico, e de diferentes concepções de tempo oriundas da física e da filosofia. Partindo dos relatos dos sujeitos, buscou-se a análise de seus perfis epistemológicos, da existência de influências culturais na constituição desses perfis, além da análise das práticas culturais das alunas segundo três categorias: cultura humanística, cultura científica e cultura de massa.

Abstract. The paper discusses the results of an empirical research and diagnostic exploratory nature, held in private educational institutions in the state of São Paulo, focused on the discussion of the fundamental relationship between epistemological and cultural profiles for science teaching. In terms of methodology, outlined the epistemological profile of the concept of time of three students, one elementary school, one middle school and one higher education, using as a theoretical epistemology of Gaston Bachelard and different conceptions of time derived from the physical and philosophy. Based on the reports of the subjects, we sought to analyze its epistemological profiles, the existence of cultural influences in the formation of these profiles, as well as analysis of the cultural practices of the students in three categories: humanistic, scientific culture and mass culture.

Palavras-chave: conceito de tempo, perfil epistemológico, Bachelard, cultura

Keyword: time's concept, epistemological profile, Bachelard, culture

Introdução

Ao pensarmos o ensino de física no Brasil, tem-se quase um consenso quanto à necessidade de uma prática educacional mais contextualizada, ou seja, integrada as outras áreas do conhecimento, a história geral e ao cotidiano, visando apresentar os domínios dessa área do conhecimento de forma mais ampla e interdisciplinar. A música, a literatura, a ficção científica, a história da ciência, além da experimentação, são algumas das possibilidades didáticas para inserção de uma reflexão dessa ciência como elemento cultural (ZANETIC, 1989; MARTINS, 2004; SANTOS, 2009). Como alicerce dessa prática, é importante que o professor saiba interpretar epistemologicamente o conhecimento que os alunos já possuem, relacionando-os com a cultura geral e com a cultura própria daquele grupo. Portanto, neste artigo, partimos da hipótese de que a pesquisa realizada sobre o conceito de tempo, tendo por base a noção de perfil epistemológico de Bachelard e analisada à luz de influências culturais e de condutas

peçoais, possa contribuir de forma significativa para práticas mais contextualizadas e dialogantes no ensino de ciências.

A relação entre a noção de perfil epistemológico, proposta por Bachelard (1978) na sua obra “A Filosofia do Não”, com o conceito de tempo, foi analisada na tese de doutoramento de Martins (2004), indicando que é possível atribuir aos alunos um perfil epistemológico do conceito de tempo. Esse trabalho concentrou a sua análise numa relação de carácter mais epistemológico, porém identificou também a necessidade de se analisar as relações entre o perfil epistemológico do conceito de tempo e a cultura, abrindo novas possibilidades de investigação e interpretação, tanto das concepções dos estudantes, quanto à própria ideia de perfil. Quando da publicação da sua tese na forma de livro, Martins (2007) retoma a ideia e aponta a necessidade de complementação desse estudo incorporando o aporte cultural.

Portanto, neste trabalho, partimos dos dados obtidos na dissertação de mestrado de Souza (2008)¹, fazendo uma nova análise dos dados² como o mesmo referencial, ou seja, analisamos o perfil epistemológico do conceito de tempo, os obstáculos de natureza epistemológica, nos moldes propostos por Bachelard (1978), bem como as influências das práticas culturais de três alunas, sobre o perfil epistemológico, sendo uma do ensino fundamental, uma do ensino médio e uma do curso superior de pedagogia (2º ano), tendo como referência os conceitos de cultura humanística, cultura científica e cultura de massa, propostos nos trabalhos de Santos (1999; 2001; 2009). Além disso, discutimos a construção metodológica das categorias de análise para a construção do esboço dos perfis, identificando a relação entre as concepções de tempo e as condutas culturais de forma análoga ao que Bachelard (op.cit.) fez para o conceito de massa. Nesse caso, Bachelard atribuiu o grau de empirismo do seu perfil ao uso da balança no laboratório de química e no trabalho nos correios, definindo essa prática como *a conduta da balança*. De forma análoga, o seu racionalismo clássico foi atribuído à longa prática de ensino de física elementar. Portanto, apesar de não utilizar esse nome, podemos estabelecer uma conduta nas aulas de física elementar.

Em uma etapa final, analisamos os limites do referencial adotado, as implicações dos resultados obtidos para o ensino de ciências, sobretudo quanto ao ensino de

¹ A dissertação de mestrado está disponível em:

www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062011-154332/pt-br.php

² Nesse artigo fazemos uma nova análise dos dados individuais dos sujeitos que ainda não foram publicados.

conceito de tempo, além de identificar a necessidade de ações que visem expandir e evidenciar a presença da cultura científica no ambiente escolar.

Referenciais Teóricos

Obstáculo epistemológico e a noção de perfil epistemológico

A epistemologia de Gaston Bachelard (1884-1962) alicerça-se na ideia de que a ciência se constrói, descontinuamente, através de rupturas. Considera que a ciência evolui na direção de uma maior racionalidade, na medida da retificação de cada conceito. Para se entender filosoficamente a construção de cada conceito científico ao longo da história individual e coletiva, propõe como categorias-chave os conceitos de obstáculo epistemológico, ato epistemológico, perfil epistemológico e ruptura epistemológica ao longo de períodos históricos. Classifica o primeiro período como estado pré-científico, que corresponde a Antiguidade Clássica, passando por todo o Renascimento até o século XVIII. O segundo estado científico compreende o período que vai do século XVIII até o início do século XX. O terceiro estado chamado de novo espírito científico, tem início no século XX, com os trabalhos de Einstein, em 1905, sobre a relatividade, em que os conceitos primordiais da física, como tempo e espaço, foram modificados, iniciando-se assim a ciência contemporânea, com um espírito científico completamente diferente do anterior. Na visão de Bachelard (1996), esse último período histórico se caracterizou pela principal modificação epistemológica de conceitos científicos, ou seja, ocorre a inversão do vetor epistemológico, partindo do racionalismo aplicado para um empirismo racional.

Pensando no desenvolvimento do espírito científico, Bachelard (1996) destaca três estados. O primeiro é o estado concreto, em que o espírito se relaciona com as primeiras imagens do fenômeno, exaltando a natureza e a sua rica diversidade. O segundo estado é o concreto abstrato, algo ainda paradoxal, em que o espírito acrescenta à experiência física esquemas geométricos, apoiando-se numa filosofia da simplicidade. O terceiro estado é o abstrato, em que o espírito adota a informação distante da experiência sensorial. Esses estágios do espírito científico, em princípio, parecem ser os precursores das ideias de caracterização do perfil epistemológico que será abordado adiante. Portanto, partindo da definição proposta por Bachelard (op.cit.), os problemas do conhecimento científico podem ser colocados em termos de obstáculos epistemológicos, ou seja:

É no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativos funcionais, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p.17)

Bachelard caracteriza diversos obstáculos epistemológicos. Desses, Santos (1989) destaca (a) o obstáculo verbal, que consiste em desenvolver o pensamento a partir de um conceito traduzido por uma palavra, como se faz nas metáforas; (b) o obstáculo realista, que traduz a importância atribuída ao real, ou seja, àquilo que é aparente, que é “dado” e pode ser visto; (c) o obstáculo animista, que se manifesta pela tendência em atribuir características vitais a objetos inanimados; (d) o obstáculo do conhecimento quantitativo que, por um excesso de precisão nos dados, tende a reduzir o conhecimento à quantidade; e, finalmente, (e) o obstáculo substancialista, que atribui características de uma substância a conceitos abstratos.

No âmbito da mesma filosofia, a noção de perfil epistemológico proposta por Bachelard (1978) aparece claramente na obra “A filosofia do Não”. Bachelard analisa conceitos científicos ao longo da história da ciência com o olhar do novo espírito científico, em que a evolução epistemológica caminha para uma maior coerência racional, conforme exposto a seguir.

[...] vamos, pois, tomar para eixo do nosso estudo filosófico o sentido desse progresso, e se, sobre a abscissa da sua evolução, colocarmos regularmente os sistemas filosóficos numa ordem idêntica para todos os conceitos, ordem essa que vai do animismo ao ultra-racionalismo³ passando pelo realismo, pelo positivismo e pelo racionalismo simples, teremos o direito de falar de um progresso filosófico dos conceitos científicos. (p. 12)

Assim, analisando, por exemplo, o conceito de massa, Bachelard caracteriza cada uma das chamadas cinco escolas filosóficas. Na primeira escola, *o realismo ingênuo*, encontra-se a ideia mais elementar de massa, relacionada à percepção primeira dos sentidos. Essa conceituação inicial, ligada ao fato básico do maior ser o mais “pesado”, pode ser a causa da primeira dúvida também chamada de obstáculo; esse conceito-obstáculo aparece de forma muito contraditória dependendo da referência. A segunda escola filosófica é *o empirismo*, em que o conceito de massa está relacionado a um instrumento de medida, ou seja, a balança. Surge então, a “conduta da balança”⁴ - um caso particular da utilização simples de uma “máquina complicada”. Desse

³ O termo correto seria surracionalismo segundo Santos (1989).

⁴ Tem-se aqui uma explicação de origem cultural para uma concepção entendida dentro da epistemologia. Embora a epistemologia e a cultura sejam de matrizes diferentes, entende-se que Bachelard encontra na sua própria cultura elementos que justificam a intensidade de cada escola filosófica dentro do perfil epistemológico.

pensamento empírico, sólido e positivo, ressaltam as idéias de que “pesar é pensar” e “pensar é pesar.” (BACHELARD, 1978, p. 15). A terceira escola filosófica é o *racionalismo clássico*, da mecânica racional, representado pela mecânica de Newton. Nesse período, o conceito de massa surge como um corpo de noções, ou seja, com Newton a massa é o quociente entre a força e a aceleração, algo muito diferente dos conceitos anteriores ligados à experiência direta ou a algum elemento primitivo. Assim, o conceito é obtido através de leis racionais da aritmética. No sentido crescente do racionalismo, Bachelard argumenta que esse conceito de massa, obtido na mecânica newtoniana, leva a um distanciamento do realismo, pois se pode deduzir qualquer uma das grandezas: força, massa ou aceleração, tendo as outras duas. Portanto, depois de Newton a massa é estudada no devir dos fenômenos, como um coeficiente, algo muito diferente do estudo do seu ser, que foi a forma estudada antes dos estudos newtonianos.

Entretanto, com Einstein e a relatividade, as noções tidas como básicas são abaladas e surge uma grande abertura, que no âmbito da filosofia de Bachelard recebe o nome de *racionalismo completo*. Nessa escola, a massa, passa a ser uma função da velocidade, e, portanto, a noção simples dá lugar a uma noção mais complexa. Por fim, a quinta escola filosófica é chamada de *racionalismo discursivo*, onde se vislumbra um rompimento com o pensamento racionalista, surgindo a “estranha” ideia quântica de massa negativa, desvinculada da realidade e realizada matematicamente.

Nessa linha de pensamento, ressaltamos que, na sua proposta epistemológica, Bachelard destaca a convivência de diferentes escolas filosóficas. Conforme a escola, um mesmo indivíduo concebe um mesmo conceito de forma distinta e, dependendo do contexto, podem ressurgir concepções mais intuitivas que já tinham sido ultrapassadas (BACHELARD, 1978).

A concepção de perfil epistemológico, portanto, permite comparar orientações cognitivas e psicológicas das cinco escolas filosóficas: realismo ingênuo, empirismo claro e positivista, racionalismo clássico da mecânica racional, racionalismo completo e racionalismo dialético. Além disso, Bachelard propõe a ideia de ruptura no desenvolvimento cognitivo pessoal e na história de um conceito específico, ou seja, deve-se romper com um conceito, superar o obstáculo epistemológico para experimentar a evolução do perfil, ainda que o perfil guarde as marcas desse progresso deixando uma noção de continuidade no sentido racional da evolução epistemológica. Assim, Bachelard traça o seu próprio perfil epistemológico (Figura 1) para o conceito de massa ((BACHELARD, 1978, p. 25):

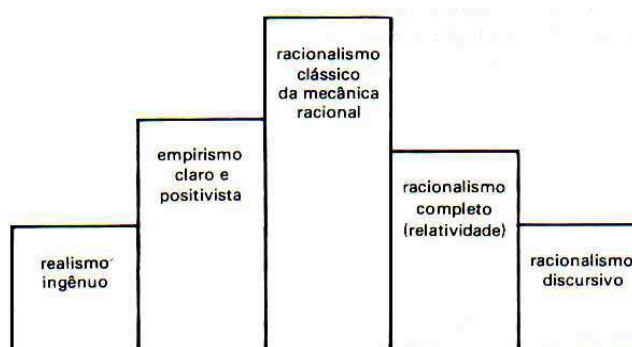


Fig. 1 – Perfil epistemológico da nossa noção pessoal de massa.

Mesmo tendo matrizes diferentes, Bachelard identifica a intensidade de cada escola filosófica a partir de um viés da sua própria cultura. Por exemplo, a coluna mais alta, a do racionalismo clássico, foi atribuída por Bachelard à sua formação matemática e a uma longa prática de ensino de física elementar. Outra coluna de destaque é a do empirismo, pois:

Consideremos em seguida, do lado pobre da cultura, a noção de massa sob a sua forma empírica. No que nos diz respeito, somos levados a dar-lhe uma importância bastante grande. Com efeito, a conduta da balança foi por nós muito praticada no passado. Foi-o na época em que trabalhávamos em Química e também na época mais recuada em que pesávamos com um cuidado administrativo, as cartas numa estação dos correios. (BACHELARD, 1978, p. 26, grifo nosso)

Além da conduta pessoal, o fato do perfil epistemológico referir-se sempre a um conceito designado e ser válido em um estágio particular da sua cultura, são destacados como fatores para a compreensão do perfil:

Insistimos no fato de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito particular que se examina num estágio particular da sua cultura. É essa dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico. (BACHELARD, 1978, p. 25, grifo nosso)

Salientamos que o perfil epistemológico, segundo Bachelard (op.cit.), retoma os principais conceitos, indicando que o perfil epistemológico guarda as marcas dos obstáculos que uma cultura teve de superar. Portanto, é por meio das práticas culturais dos sujeitos que podemos, minimamente entender o perfil epistemológico algo que pode proporcionar a construção de propostas de ensino que visem sua evolução e que estejam relacionadas desenvolvimento da física como cultura.

As três culturas

Pensar em cultura, sociedade e educação é pensar, historicamente, em relações humanas e sociais. Os aspectos artísticos, científicos ou religiosos são formas diferentes

de se relacionar com o cosmos e, cada uma delas, de modo bastante particular contribui para a construção do conhecimento humano como expressão cultural. Bachelard não definiu o que é cultura, mesmo porque a sua temática nessas obras⁵ era o caráter epistemológico, tendo os diferentes aspectos que citamos na seção anterior como referência, é possível fazermos a aproximação entre epistemologia e cultura. Sendo assim, e entendendo a amplitude do conceito de cultura devemos estabelecer um recorte conceitual como suporte teórico para nossa pesquisa.

A cultura, esfera não inata, mas indissociável da individualidade, é um capital social que confere características próprias à sociedade humana. Diz respeito a normas, valores, crenças, expectativas e ações convencionais de um grupo. [...] Este patrimônio de "natureza fenomênica" produz-se e reproduz-se de geração em geração. (SANTOS, 2001, p. 327)

Assim, cultura não é algo pronto e acabado que o ser humano recebe quando nasce. É gerada e compreendida nas suas relações com o momento histórico em que se vive. O nível de desenvolvimento de uma determinada sociedade, nas artes, literatura, ciências, filosofia, além relações sociais e humanas, podem indicar o grau de desenvolvimento cultural de um povo ou de uma determinada sociedade (ZANETIC, 1989). Logo, quando se pensa em costumes, surge um questionamento quanto às diferenças culturais ao longo do tempo. Pensando nos antepassados, que não tinham o desenvolvimento tecnológico dos dias de hoje, pode-se afirmar, com pouca margem de erro, que a relação deles em sociedade era diferente.

Assim, Jhally (1995) propõe uma divisão de épocas tendo como referência a cultura. O primeiro estágio corresponderia à cultura pré-industrial, em que o significado e a relação entre as pessoas e suas construções são fundamentalmente, mediatizado por suas diferenças e semelhanças étnicas; a visão de mundo e as relações estabelecidas estão referenciadas e centradas na família, na religião e na comunidade.

O segundo estágio corresponderia à época da sociedade industrial, em que um novo modo de produção, com as suas linhas de montagem, classes sociais e novos tipos de lazer, entra em colisão com as tradicionais culturas étnicas, intimamente ligadas ao trabalho artesanal, aos hábitos rurais, aos mitos do universo religioso e conhecimento de senso comum (JHALLY, 1995). Em função da nova situação social e do desenvolvimento tecnológico, instaura-se nesse período uma crise de valores, entre a tradição vinda do primeiro estágio e a chegada dos novos meios de produção. Os

⁵ A filosofia do Não; A formação do espírito Científico, Novo espírito científico, entre outras.

antigos valores são substituídos pelos novos valores, além de perderem o sentido para essa sociedade que emerge.

No terceiro período há certa correspondência com a sociedade de consumo, em que o mercado, a comunicação e a cultura de massa a ela associada tendem a assumir as funções da cultura tradicional. Os poderes sociais do "valor de troca" são transferidos para o "valor de uso" em uma estrutura que o poder e o centro estão no capital, sendo o ser humano visto apenas como consumidor (JHALLY, 1995). Esse período corresponde aos nossos dias, em que, genericamente, o ter é mais importante que o ser ou saber. Segundo o autor, a crise se agrava e a educação passa a desempenhar e exercer um papel de controle e de instauração de identidades para compor o cenário em questão. Os diferentes estágios da cultura ao longo da história proporcionaram, segundo Santos (1999), a estruturação de duas culturas conhecidas como humanística e científica, que ainda hoje, buscam entender suas dicotomias e aproximações.

A cultura humanística é uma cultura que tem a ver com conhecimentos sobre "o homem, a natureza, o mundo e a sociedade" e que se polariza à volta de problemas fundamentais que dão sentido à vida. (p. 114)

Nos dias atuais, essa cultura é encontrada permeando as discussões sobre trabalho e a dignidade da pessoa humana, nas reflexões sobre a postura e consciência humana diante das questões ambientais vividas em nosso planeta, nas relações familiares e de trabalho dilaceradas pela sociedade capitalista, além das preocupações com a vida humana relacionadas com a violência nas grandes cidades.

Por outro lado, a cultura científica, que em um dado momento histórico foi pensada como algo distante da vida humana, paulatinamente aumenta sua influência na vida social e nos nossos dias, modificando as práticas e instaurando novos hábitos.

A cultura científica, que se desenvolveu particularmente a partir do século XIX, está na origem de um formidável aumento de informação. Caracteriza-se por um conhecimento fortemente estruturado, que tem como exigência as necessidades da prova, de uma especialização cada vez maior e de uma diferenciação de comunidades específicas no seio da sociedade (SANTOS, 1999, p. 114)

Contudo, apesar da avassaladora presença científica, desde os artefatos mais básicos até as mais sofisticadas tecnologias, essa cultura ainda continua sendo estranha a boa parte da população mundial. Embora exista uma diferença entre ciência e tecnologia, a importância da ciência para um sujeito mais pragmático pode estar associada apenas a produção de objetos tecnológicos como uma suposta e inverídica

materialização da ciência no âmbito da vida cotidiana. O aparente distanciamento da realidade das teorias atuais da ciência, apesar da sua concreta presença, conduz a uma ideia do uso, ou seja, utiliza-se a tecnologia produzida pela ciência, porém a sua concepção não parece interessar e seduzir as pessoas. Nos dias de hoje, os debates entre a cultura científica e a humanista passam por questões ambientais e de concepção da vida, mediante aos avanços das pesquisas genéticas. É importante notar a dificuldade de se separar cultura humanística da científica, fato que não é difícil de entender, pois as duas áreas se relacionam e influenciam-se. Porém, nessa dinâmica e como fruto da organização da sociedade contemporânea, é perceptível a presença de outra cultura, como se expõe, a seguir.

A cultura de massa [...] que se desenvolveu nos e pelos "mass media" segundo uma dinâmica própria da sociedade moderna [...], a partir de um mercado aberto pelas técnicas de difusão massiva em que os produtos culturais foram propostos como mercadoria segundo a lei da oferta e da procura". A designação "cultura de massa" deve-se aos meios da sua divulgação - técnicas de difusão massivas - "mass media", como a imprensa, o cinema, a rádio e a televisão, a Internet e ao número dos seus consumidores "espécie de 'massa' onde os indivíduos como tal se encontram incorporados. (SANTOS, 1999 p. 115)

A cultura de massa, portanto, é tida como a grande novidade cultural (SANTOS, op. cit.). É fruto da avalanche tecnológica e ideológica de um planeta aparentemente sem fronteiras, ou seja, globalizado. A mudança de hábitos, a preocupação com o trabalho, com o horário, com o dinheiro, ideologicamente instaurada nas concepções de vida contemporânea, tem muitas causas, mas entre elas, a influência da ciência, através da produção tecnológica de "artefatos" (materiais e virtuais), diretamente no cotidiano, origina essa nova forma de conceber tais relações.

Essas três diferentes formas de se conceber as relações, ou seja, cultura humanística, cultura científica e cultura de massa, entrelaçam-se na vida contemporânea, sendo uma forma possível de identificar visões de mundo ou suas tendências. Se tomarmos o próprio Bachelard como referencia, temos um homem que viveu em dois séculos, vivenciando diferentes experiências ao longo de sua vida. Em uma primeira fase, no final do século XIX é um homem do campo na cidade de Barsur-Aube e depois em Dijon. Em outro período, no início do século XX é um cidadão de uma Paris cosmopolita, que junto com todo o mundo testemunha uma das grandes revoluções científicas da história, a relatividade especial e geral e a mecânica quântica. Na sua obra *A filosofia do Não*, quando justifica as escolas filosóficas do perfil epistemológico, parece-nos fazê-lo com base na sua experiência de vida e no

entrelaçamento que essas diferentes culturas produziram na sua formação cultural geral. Esses aspectos são por nós explorados e utilizados, nesta pesquisa, juntamente com a noção de perfil epistemológico de Bachelard, como instrumentos de análise das concepções de tempo e suas influências culturais.

Perfil epistemológico, elementos culturais e o conceito de tempo

A representação sociocultural do conceito de tempo, materializada na figura do relógio, tornou-se fundamental para a sociedade contemporânea (ELIAS, 1998; REDONDI, 2010). No dia-a-dia, ninguém anda com um termômetro no bolso para saber a temperatura, ou com uma trena para medir espaços ao sentar-se, mas o relógio é algo presente na vida da sociedade moderna (REDONDI, op.cit.). Porém, como o conceito de tempo não se reduz a sua medida, apresentam-se, a partir da epistemologia de Bachelard, as categorias deste conceito através das cinco escolas filosóficas.

Na primeira escola filosófica, *realismo ingênuo*, o conceito de tempo tem sua origem remontada à antiguidade. O contato com a natureza e a observação das mudanças são os grandes indicadores da passagem do tempo. Assim, a ideia de passado e futuro, a percepção de nascimento, vida e morte, além da previsão de eventos futuros, deve ter conduzido os seres humanos a uma luta para sua perpetuação e construção de uma percepção psicológica da passagem do tempo. Como exemplos, os rituais das civilizações mais primitivas ajudam no entendimento da construção humana da consciência de passado, presente e futuro (WHITROW, 1993). Através dessa relação com a natureza, além de outros fatores, que não estão no objetivo deste estudo, a mente humana construiu uma forma de “perceber” a passagem do tempo. Segundo esse autor, quando se realiza uma atividade prazerosa, ou uma atividade entediante, temos oscilações no espírito, ou seja, percebemos a passagem do tempo de forma diferente. Percepções visuais também fazem parte dessa escola filosófica, como no caso da aparência externa de um objeto ou ser vivo denotar um juízo do tempo equivocado.

A segunda escola filosófica é o *empirismo*, caracterizado por uma concepção de medida, em que os seres humanos iniciam um “domínio” sobre o conceito de tempo, a partir da observação da natureza, construindo e definindo instrumentos para sua medida. Historicamente, vão surgindo diferentes relógios (sol, água, mecânicos, quartzo e atômicos) e diferentes calendários (lunares, solares, etc.). É importante salientar que, já na época chamada por Bachelard (1996) de científica, temos uma concepção diferente

de medida do tempo com a construção dos relógios mecânicos (pesos e engrenagens), passando pelos de pêndulo, escape e mola até os portáteis. Outra grande alteração na concepção de relógio ocorreria no período, chamado por Bachelard (op.cit.), de *novo espírito científico*. O relógio de quartzo, com o cristal que vibra com grande regularidade, e que se popularizou no formato de pulso, seguido da precisão de nanossegundos do relógio das fontes de césio, ratificaram a modificação das bases de marcação, ou seja, já não se tinha a natureza e os movimentos dos astros como referência (WHITROW, 1993).

[...] Notemos no entanto que se pode evocar um longo período em que o instrumento precede a sua teoria. O mesmo não acontece atualmente, de forma que o instrumento da física é uma teoria realizada, concretizada, de essência racional [...] (BACHELARD, 1978, p. 15).

No *racionalismo clássico*, o conceito de tempo insere-se dentro de um pensamento científico, ou seja, afasta-se um pouco mais da experiência primeira, tomando uma forma mais racional, abstraída e matemática. Uma contribuição histórica importante para essa concepção foi dada por Galileu, que inicialmente atribuiu características temporais ao espaço. Porém, na definição da lei de queda dos graves, o espaço depende do tempo, ficando evidenciada a caracterização matemática que marcará esse período histórico, tendendo para uma abstração crescente. O trabalho de Galileu tem uma profunda ressonância no pensamento newtoniano, inicialmente através do seu antecessor Isaac Barrow (1630-1677) em Cambridge. Tendo ficado impressionado com o método cinemático na geometria, desenvolvido por Torricelli (1608-1647), discípulo de Galileu, e pensando sobre esse método, Barrow percebeu que era necessário estudar a relação entre o tempo e o movimento. Assim, as afirmações de Barrow sobre o tempo ecoaram sobre a concepção newtoniana. O pensamento de Isaac Newton (1642-1727), dentro de uma concepção mecanicista de mundo, comporta uma proposta determinista, pensando o conceito de tempo independentemente dos observadores. Partindo dessa ideia, desenvolve um método matemático conhecido por “teoria dos fluxos”. Assim, logo no início da sua obra, “*O Principia*”, encontra-se:

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, p.7).

Apesar da existência de outras concepções em sua época, o tempo de Newton perdurou por dois séculos, até a chegada das críticas que nasceram no final do século

XIX e culminaram na teoria da relatividade de Einstein, superando o obstáculo absolutista em direção ao novo espírito científico.

O *racionalismo completo* marca o início do chamado novo espírito científico, em que a ciência avança na direção de um racionalismo aplicado. Bachelard (1996) indica o trabalho de Einstein como grande marco desta transição. Em 1905, Einstein postula a chamada “teoria da relatividade especial”, que trazia como princípio básico a validade das leis da física para qualquer referencial. Dessa forma, qualquer observador mediria a mesma velocidade da luz. Uma consequência disto é o conceito de simultaneidade absoluta, diretamente relacionado com a noção de tempo. Esse conceito, pensando em um evento distante e outro próximo, dependem de variáveis como a posição do evento e a forma de comunicação entre o evento e o observador, impossibilitando uma medida absoluta do tempo para observadores em lugares diferentes. Assim, definindo novos invariantes como a velocidade da luz, Einstein modifica a forma como se entende a natureza do tempo, isto é, o tempo absoluto de Newton cede lugar ao tempo relativo, modificando conceitos universais.

A teoria proposta por Einstein recebeu o nome de teoria da relatividade especial, pois trata de sistemas de referência em movimento uniforme e, portanto, não acelerado. Dez anos depois, Einstein desenvolveu a chamada teoria da relatividade geral, que relaciona a aceleração da gravidade com uma geometria do espaço-tempo curvo incorporando sistemas de referência acelerados. Com isso, Einstein desenvolveu uma nova teoria da gravitação, onde o tempo passa a ser uma nova dimensão.

Por fim, no *racionalismo discursivo*, encontramos uma tendência ainda maior para o racionalismo que Bachelard chama de aplicado, pois esses são domínios da física quântica. Nesse contexto a medida do tempo é limitada segundo o princípio da incerteza de Heisenberg, que afirma não ser possível determinar a energia de uma partícula em um instante definido, ou seja, temos uma incerteza temporal. Essa limitação estava relacionada diretamente à forma de medição das variáveis, sendo que o instrumento de medida interfere no resultado, tornando-o probabilístico.

Outra concepção de tempo na física quântica está relacionada à eletrodinâmica quântica, mais precisamente no tocante à resolução do problema da resistência à irradiação, em que se utiliza ondas semiretardadas e semiavanzadas, contrariando o sentido da seta do tempo. Portanto, os efeitos precedem as causas e o grande transtorno da realidade está em aceitar um “tempo negativo”.

A Pesquisa

Sujeitos, contexto e a metodologia

A pesquisa de natureza exploratória e diagnóstica, orientada para a discussão da relação entre perfis epistemológicos e culturais foi realizada em uma instituição privada de ensino situada no estado de São Paulo, que atua nos níveis básico e superior. De forma geral, os sujeitos da pesquisa eram alunos regularmente matriculados na instituição.

As turmas analisadas apresentavam um universo amplo para investigação. Havia uma grande variação de idades, algo que propicia, em tese, uma variação cultural. Outro aspecto de destaque é ter dois grupos com formação escolar na rede particular (ensinos fundamental e médio), representando o início e o término dos estudos obrigatórios de física, e um grupo que, na sua maioria, possuía a formação de ensino médio na escola pública (ensino superior).

No caso particular do ensino básico, as duas estudantes que participaram do processo (uma do ensino fundamental e outra do ensino médio) possuíam 13 e 18 anos, respectivamente, dedicando-se integralmente as atividades escolares. No caso do ensino superior, o sujeito analisado tratava-se de uma aluna que cursava o 2º período do curso de Pedagogia, tendo concluído o ensino básico em escola pública.

Salientamos que, apesar do projeto de pesquisa ter sido aplicado para uma gama maior de alunos (55 estudantes) dessa instituição, a escolha de uma aluna de cada turma para análise das respostas, além de possibilitar um maior aprofundamento nos dados obtidos, foi motivada pelos fatos descritos a seguir:

- i. A amostra representaria os extremos das faixas etárias, desde o ensino básico até o nível superior.
- ii. Ter um aluno(a) que estivesse iniciando o processo de ensino-aprendizagem de física (ensino fundamental); outro aluno(a) mais avançado nesse processo (ensino médio) e outro(a) que já havia passado pelo processo há algum tempo (ensino superior).
- iii. Terem origens e experiências de vida diferentes.

O trabalho de pesquisa de campo foi dividido em duas etapas, sendo que a primeira consistiu na adequação da ferramenta de pesquisa escolhida, que se constituía de questionários de múltipla escolha, que seguem anexos a esse trabalho. A segunda fase teve o objetivo de levantar os dados e analisá-los de forma predominantemente qualitativa.

Na presente pesquisa, o foco é analisar os perfis epistemológicos, individualmente, estabelecendo relações com o entorno cultural de cada sujeito, buscando uma aproximação maior com referencial bachelardiano que propõe um perfil epistemológico individual (BACHELARD, 1978).

É importante ressaltar que utilizamos cinco questionários⁶, que se encontravam separados por temática, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Natureza dos Questionários

Nº	TIPO	TEMÁTICA	ANEXO
1	Palavras/Justificativas	TEMPO	1
2	Escolhas/Justificativas		1
3	Dissertativas		2
4	Dissertativas	CULTURA	2
5	Múltipla escolha		3

Esses questionários foram validados e reavaliados após aplicações anteriores em grupos pilotos, em que alterações foram feitas para garantir que os sujeitos compreendiam as questões propostas. Além disso, tiveram a referência na investigação realizada por Martins (2004).

Categorias de Análise

Para composição do quadro teórico, que alicerçará a análise dos resultados, utilizamos teorias e elementos da história da cultura, da filosofia e da própria ciência, entendendo a forte relação como conceito de tempo (RICOUER et al., 1975; WHITROW, 1993; ELIAS, 1998; REDONDI, 2010). Em um segundo momento, sintetizamos as diferentes concepções de tempo em cada escola filosófica bachelardiana, relacionando-as com a tipologia cultural do mesmo autor. É importante ressaltar novamente a dificuldade de associarmos elementos da epistemologia com categorias de cultura definidas por outro autor. No entanto, na nossa interpretação, o realismo ingênuo, proposto por Bachelard, tem raízes na experiência vivenciada no campo durante sua infância (Bar su Aube uma cidade do interior); o empirismo retrata a sua vida já na fase dos trabalhos do correios e o início da carreira docente (Dijon) e a fase já como professor de filosofia na Sorbonne, em Paris, uma cidade cosmopolita.

⁶ O questionário foi aplicado por outro professor, que não é autor dessa pesquisa.

Portanto, têm-se as categorias de análise para analisar as concepções dos sujeitos, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias de análise

REFERÊNCIA CONCEITUAL	ESCOLA FILOSÓFICA	TIPOS DE CULTURA
Percepção/sentidos	Realista	Humanística
Envelhecimento	Ingênua	
Instrumentos de medida (Calendários e Relógios)	Empirismo	Massa
Absoluto/ Matemático	Racionalismo	Científica
Fluxo homogêneo	Clássico	
Relativo- dependente	Racionalismo	
Dimensão espaço-tempo	Completo	
Abstrato/Matemático	Racionalismo	Científica
Estatístico/Negativo	Discursivo	

A relação exposta anteriormente entre a cultura e as escolas filosóficas foi pensada por aproximação, como já salientamos, ou seja, a cultura humanística, que tem por característica as relações humanas e com a natureza, possui uma influência articulada com o realismo ingênuo. Assim como, a cultura de massa, marcada pela competição capitalista da vida contemporânea, em que o tempo simbolizado pelo relógio é sinônimo de dinheiro articula-se com o empirismo. Dessa mesma forma, pondera-se sobre o racionalismo (clássico, completo e discursivo) uma articulação com o conhecimento científico construído, ou seja, a cultura científica.

Apresentação e análise das respostas sobre o conceito de tempo⁷

A seguir, apresentaremos a análise das respostas dos três sujeitos de pesquisa. Para efeito de organização, seguiremos a legenda abaixo:

⁷Por uma questão de espaço, optamos por não colocar as respostas originais neste artigo, algo que acresceriam o trabalho em pelo menos 15 páginas, porém as respostas originais dadas pelos sujeitos podem ser encontradas na dissertação de mestrado de Souzar (2008), disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062011-154332/pt-br.php>

Sujeito A – aluna que cursa o ensino fundamental.

Sujeito B – aluna que cursa o ensino médio.

Sujeito C – aluna que cursa o nível superior.

Obstáculos Epistemológicos

A definição de obstáculo epistemológico por Bachelard está relacionado às lentidões e dificuldades inerentes ao ato de conhecer, que devem ser ultrapassadas para uma evolução conceitual no perfil epistemológico. A relação entre o obstáculo epistemológico e aqueles que identificamos nessa pesquisa é dada em aproximação e, muitas, vezes, podem ser enquadradas em mais de um tipo de obstáculo.

As concepções de marcação do tempo, em especial dos sujeitos A e C, mostraram-se associadas à *natureza, estações do ano, calor, temperatura, amadurecimento e envelhecimento*. Tais respostas se aproximam de **obstáculos da experiência primeira**, pois é uma concepção oriunda da observação daquilo que é dado e está a vista. Porém, também é possível compreender esses dados como a constituição de uma imagem do tempo, e nesse caso enquadra-se a Aluna C, que associa o tempo às conquistas do ser humano, que pode se tornar um obstáculo para a concepção de um tempo mais objetivo, além de ser um reforço no sentido de "**substancializar**" o conceito de tempo.

Também observamos associações do *tempo como uma "substância"*, quando das afirmações de que o *"tempo flui" ou o "tempo passa"*, algo como se o tempo fosse um fluido. Por outro lado, essas afirmações também podem ser entendidas dentro do **obstáculo verbal**, em que o conceito é explicado ou associado a *metáforas*. De uma forma geral, a grande crítica de Bachelard às metáforas, sobretudo nas explicações que não avançam além delas, é que sejam concebidas dando ao conceito um sentido que não lhe é próprio.

Nos três casos encontramos concepções de tempo dependentes da existência do ser humano, algo que tem um sentido de **personificação**, que dificulta o entendimento de tempo absoluto como um conceito objetivo. Expressões como o *"o tempo modifica..., ou o tempo faz..., ou o tempo resolve..."* são ações atribuídas a um ser pensante, e nesse sentido, essas expressões aparentam ser um *tipo de "animismo"*, embora não seja uma atribuição direta de características humanas.

Perfil Epistemológico

A primeira escola filosófica utilizada por Bachelard, o *Realismo Ingênuo*, é caracterizado pela observação primeira dada pelos sentidos. No caso do conceito de tempo, além de observações do "estado" externo de objetos ou pessoas, nessa escola filosófica também está enquadrado um conceito heterogêneo de tempo que necessita da percepção do ser humano. É algo como um "animismo", ou seja, a realidade do tempo necessita de um espírito que a perceba.

O sujeito A, na análise de suas respostas à atividade 1, demonstrou fortes indícios da presença de concepções de tempo dadas pelo realismo ingênuo. As palavras que ela apresenta, como: *clima, passado, presente e futuro*, possibilitam a inferência da presença de um ser humano que percebe e observa o conceito de tempo nesse sentido. Na escolha e justificativa da atividade 2, a aluna A aborda o conceito de tempo como algo relacionado à *percepção*, além de ser concretizado nas ações, que são observações primeiras. Já na atividade 3, essa concepção vai sendo reforçada, pois a referida aluna associa o tempo à observação de *fenômenos naturais*, como o dia e a noite, além de manter a referência na percepção e subjetividades, associando o tempo à existência de um ser humano que o perceba.

O sujeito B também apresenta indícios de realismo ingênuo em suas concepções de tempo. Na atividade 1, as palavras que ela associa ao conceito de tempo são: *vida, conquista, destino e objetivo*. Na justificativa, essas palavras são colocadas como referências à vida do ser humano, seus sonhos, suas conquistas, ou seja, o tempo fica evidenciado de forma subjetiva e heterogênea com a presença do homem. Na atividade 2, as escolhas sobre o conceito de tempo focalizaram essa concepção de *fases da vida* do ser humano, além de substancializar o tempo, entendendo-o como fluxo e também atribuindo características próprias de seres vivos que correm. Na resposta da atividade 3, essa concepção é reforçada e complementada com conceitos de tempo dados a partir da *observação da natureza*, seres vivos e suas modificações ao longo da vida ou ciclo.

O sujeito C, na atividade 1, também apresenta fortes indícios de realismo ingênuo. As palavras associadas com o *tempo - estação e previsão* - em conjunto com a justificativa, nos fornecem concepções de tempo associadas à figura humana, além da necessidade de observações primeiras. Na atividade 2, a aluna C, apesar de escolher a concepção de tempo newtoniana, demonstra, em sua justificativa, que a escolha não teve inspiração no conhecimento de física, mas, possivelmente, na palavra natureza, na medida em que relaciona tempo com a natureza. Também é possível identificar indícios

de um *tipo de animismo*, como já discutimos anteriormente, quando a aluna afirma que o tempo "apaga as marcas do passado", remetendo-nos a características humanas. Já na atividade 3, a aluna C reforça a sua visão de tempo dada pela observação primeira, quando apresenta como forma de percepção do tempo o *envelhecimento*. Além disso, também possui concepção de tempo subjetiva, associando à existência da espécie humana.

No tocante ao *empirismo*, em que o conceito é dado através da mensuração, ou seja, está associado ao uso do aparelho de medida, em outras palavras, não existe um tempo para cada ser, afinal o tempo é único e independente do ser humano.

No caso do **sujeito A**, na atividade 1, já identificamos a relação do tempo com o *relógio*, palavra citada pela aluna, além das articulações com a ideia de *duração* de uma atividade. É uma concepção de "peso" menor para essa aluna em comparação com o realismo ingênuo.

O **sujeito B** não cita nas suas argumentações a importância do relógio. Parece-nos que essa concepção de tempo centrado no instrumento de medida tinha pouca presença em sua vida na época da entrevista. Na questão sobre o funcionamento do relógio, apesar de apresentar uma resposta curta, a explicação dada para o funcionamento está associada à observação da natureza.

Já o **sujeito C** apresenta indícios da presença de empirismo, ao associar o tempo e palavras, como *hora, mês e ano*. Porém, assim como a aluna B, pouco se refere ao instrumento de medir o tempo nas outras respostas, algo que dificulta uma análise mais assertiva. Ao responder sobre o funcionamento dos relógios, na atividade 3, a sua resposta não interpreta o funcionamento como algo genérico, ou seja, como um instrumento (algo material) que identifica o tempo (princípio abstrato). Sua interpretação está associada à técnica de funcionamento (pilhas, baterias, etc.).

O *racionalismo clássico*, com concepções de tempo associadas a física clássica, como o tempo absoluto e a seta do tempo, o *racionalismo completo*, com concepções de tempo da relatividade e o *racionalismo discursivo*, com concepções associada a física quântica, são concepções que *não foram observadas nas respostas*. Esperávamos, minimamente, algum indício maior de racionalismo clássico, pois os sujeitos, principalmente no caso de B e C, que já possuíram contato com a mecânica newtoniana. Porém, vale a pena destacar que, muito brevemente, em algumas respostas, é possível identificar ideias que podem se desenvolver na direção do racionalismo, como tempo relativo ou absoluto.

Apresentação e análise das respostas sobre a cultura

No tocante ao aspecto cultural, as respostas das alunas em relação à rotina nos possibilitam estabelecer algumas relações com as suas concepções de tempo. **O sujeito A** tem uma rotina intensa desde os primeiros anos de vida, pois já frequentava escolas de educação infantil. Dessa forma, ela possui um ritmo diário disciplinado, com horas e tempo determinados para cada atividade, algo que nos parece aparecer nas suas concepções temporais, centradas na observação primeira e da natureza, mas sempre se referenciando a noção de duração ou prazo de execução de atividades.

As respostas da citada aluna transparecem uma pressão exercida pelo tempo em sua vida. A atividade que a aluna A mais se interessa é o ballet, em que temos como característica o ciclo de execução de cada passo, a repetição dos exercícios, prática já há muito tempo executada pela estudante, que nos fornece um indício de uma possível *conduta do ballet*. É importante destacar também a relação da sua prática cultural, centrada também na marcação do tempo, com a importância do relógio.

O sujeito B, por sua vez, descreve uma rotina mais tranquila na sua infância, assim como a sua rotina na época da entrevista, mesmo que nesse caso o número de atividades seja maior em relação à infância. Não identificamos nas suas respostas nenhuma aflição em relação à pressão exercida pelo tempo. Nesse caso, é difícil pensarmos em alguma conduta específica associada à sua prática cultural.

O sujeito C que é mais o mais velho possui uma realidade de vida diferente. Tem origem em uma família de poucos privilégios econômicos, sendo casada e com filhos. Essa realidade cultural por si, explica suas concepções de tempo a partir de parâmetros diferentes dos sujeitos A e B. Na sua infância, trabalhou dos 8 aos 16 anos na colheita agrícola, plantando milho, algodão e feijão. Já na época da entrevista, tinha atividades relacionadas à organização doméstica, além dos cuidados com os filhos e marido. De certa forma, suas concepções de tempo, associadas ao amadurecimento, ao nascer, crescer e se desenvolver, ao calor, temperatura, além da evidente nostalgia de suas respostas, nos leva a atribuir a influência dessas práticas culturais da sua vida em suas concepções.

Em relação às tipologias culturais, como as alunas parecem apontar para uma concepção de tempo onde predomina o realismo ingênuo, entendemos a existência predominante de uma *cultura humanística*, centrada na experiência familiar e cotidiana. A *cultura de massa* também pode ser observada, tendo as alunas investigadas demonstrado uma prática de vida condizente com a realidade que vivemos, ou seja, em

suas diferentes práticas culturais, a rotina, a pressão do relógio, a busca por conquistas e objetivos na vida escolar e futura vida profissional são temas que estão presentes em suas respostas.

Por outro lado, é importante destacar que, apesar dos sujeitos estarem inseridas no mundo escolar e acadêmico, que em tese tem o conceito de tempo permeando muitas discussões disciplinares, praticamente, em nenhum extrato das respostas é possível identificar alguma menção, ou influência dos conceitos de tempo discutidos na esfera escolar. É possível que essa discussão, levantada por nós em tese, não tenha se realizado na prática, ou seja, é provável que essas discussões sobre o conceito de tempo, propostas pelos parâmetros curriculares, por exemplo, não tenha ocorrido, ou ainda, não foram significativas para cada uma delas.

Apesar de ser um aspecto a ser investigado, é comum nas práticas escolares a ausência de discussões de temas interdisciplinares, como o conceito de tempo (ZANETIC, 1989; SOUZA, 2008). Também, no questionário e na atividade sobre a rotina de cada uma, não encontramos menção a nenhuma prática cultural que favorecesse a aprendizagem científica. As alunas não mencionaram nenhum livro ou programa de televisão, peça de teatro ou algo do gênero que tivesse relação com a ciência. Portanto, entendemos que a *cultura científica* praticamente inexiste na cultura dessas alunas.

Implicações para o ensino de ciências

O primeiro ponto que gostaríamos de questionar é quanto à capacidade do ensino formal de física e, de uma forma mais ampla, o de ciência, possibilitar ao aluno se apropriar de um conhecimento científico, ampliando presença de aspectos científicos em sua cultura. Nesse sentido, a nossa percepção a partir dos dados da pesquisa, é a quase ausência de elementos da ciência na cultura dos sujeitos envolvidos, algo que indica a dificuldade do ensino formal em contribuir para a evolução do perfil epistemológico no sentido de um maior racionalismo.

Um segundo ponto de reflexão está relacionado com a inserção de diferentes estratégias pedagógicas de ensino que podem possibilitar aos alunos um acesso à ciência de forma mais consciente e refletida. Assim, além do formalismo matemático, algo importante no ensino de física, porém quase que a única estratégia que se utiliza no ensino formal, a leitura de textos científicos e de divulgação científica, a história da ciência, a ficção científica, a relação entre a arte e a ciência, a experimentação, o estudo

dos fenômenos naturais e da tecnologia, desde as mais sofisticadas até as mais simples, são ações estratégicas que tem potencial para despertar o interesse de mais pessoas para o valor do conhecimento científico, abrindo a possibilidade de os incorporarem em sua cultura.

O conceito de tempo, por exemplo, pela sua multiplicidade, é indicado como elemento chave para uma proposta didática que tenha por objetivo implementar ações que busquem incorporar a ciência na cultura desse indivíduos.. A relação desse conceito com outras áreas do saber, por exemplo: a literatura, poesia, história e geografia, além da sua intensa presença no cinema, na divulgação científica, na música e na ficção científica, possibilitam pensar em propostas didáticas que envolvam a relação entre as disciplinas das ciências naturais e humanas, além da discussão sobre a própria natureza do conhecimento científico. É importante salientar que em nossa investigação os sujeitos não apresentam traços de uma visão de tempo que nos permita inferir a influência do ensino formal, que não necessariamente precisaria ser da área de física, pois a História, a Geografia, a Biologia, as Artes, a Literatura, entre outras áreas, também tem em seus currículos referências a abordagem do conceito de tempo.

Uma limitação que merece destaque é a real impossibilidade de se traçar efetivamente o perfil epistemológico nos molde bachelardianos, algo que nos deparamos em nossa análise, assim como evidenciado por Martins (2004). A forma de construção não foi efetivamente discutida por Bachelard, algo que naturalmente dificulta a construção. Além disso, a efetiva construção do perfil, mantendo os laços com a epistemologia de Bachelard, deve ser realizada em uma psicanálise do conceito, ou seja, por um trabalho de exame de consciência do sujeito, ou por alguém preparado para se aprofundar na individualidade do sujeito. Apesar dessas limitações, entendemos que o referencial bachelardiano é importante no entendimento e análise de possíveis evoluções dos perfis, ainda que presumíveis, além da identificação de obstáculos de natureza epistemológica que servem também como referência para o planejamento de ações de ensino-aprendizagem.

Outro ponto que devemos retomar são as categorias de análise apresentadas na tabela 2. Embora exista dificuldade de identificar claramente as categorias previamente definidas, ainda que sejam multifacetadas, ou seja, possua aspectos distintos e correlacionados na mesma categoria, não podemos negligenciar as limitações do instrumento de coleta de dados, que também é um desafio desse tipo de investigação devido à escassez de pesquisa nesse sentido, podendo orientar investigações futuras.

Além da dificuldade de identificar as categorias, procuramos ter o cuidado para que não ocorresse uma acomodação precoce das concepções dos sujeitos nas categorias previamente definidas. No entanto, a nossa escolha pelo perfil epistemológico como ferramenta de análise, embora pareça ter uma estrutura mais rígida, favorece a preservação do progresso epistemológico, algo que buscamos de forma associada à presença na cultura dos sujeitos (MARTINS, 2012).

A relação entre o perfil epistemológico e a cultura do indivíduo, como já afirmamos no início do artigo, tem seu estabelecimento na própria análise feita por Bachelard sobre o seu perfil epistemológico do conceito de massa. Em especial quando da associação do empirismo a conduta da balança praticada durante o seu trabalho nos correios e no laboratório de química, algo próprio da sua cultura (BACHELARD, 1978). Sendo assim, a relação estabelecida entre a epistemologia e a cultura tem desdobramentos que precisam ser considerados pelo professor dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, um último ponto de reflexão está relacionado à concepção de ensino do professor. Entendendo que o homem não pode ser compreendido fora das suas relações, pois é um ser de práxis, ou seja, de ação e reflexão, é fundamental para interpretação do perfil epistemológico o entendimento das relações que aquele grupo estabelece com a sua realidade. Se o professor não tem essa clareza, possivelmente não estabelecerá uma relação dialógica com os alunos e sim uma didática extensionista, concebendo os alunos como espectadores em que se deposita o conteúdo que se estende, cometendo um equívoco gnosiológico (FREIRE, 2002).

Tal equívoco ocorre quando os professores apenas se preocupam com os conteúdos, ou ainda, quando apenas buscam concepções dos alunos frente a um problema proposto, não levando em conta o seu universo cultural. Esta invasão cultural, que é fruto de uma relação antidialógica, tem sido praticada como consequência de um despreparo dos professores, atrelado a condições precárias de trabalhos, baixos salários, currículos equivocados e falta de planejamento. A ação de invadir, muitas vezes, desencadeia uma reação que se apresenta na forma de indisciplina, indiferença e desinteresse por parte do invadido (o aluno). O entendimento do perfil epistemológico condicionado pelo perfil cultural propicia, portanto, uma ação dialógica, viando à uma evolução desses perfis em função de uma cultura verdadeiramente científica e no sentido de uma maior racionalidade (BACHELARD, 1978).

Considerações Finais

O presente artigo apresentou a análise das concepções de tempo de três estudantes que cursavam diferentes níveis de ensino em uma instituição educacional do estado de São Paulo, tendo como referencia a noção de perfil epistemológico de Bachelard, identificando relações dessas concepções com a cultura de cada uma delas. A análise dessa relação mostrou-se fértil e foi possível identificar condutas pessoais que influenciaram a configuração dos perfis.

A ausência de concepções racionalistas no perfil epistemológico, bem como de cultura científica no perfil cultural, retoma uma discussão sobre a profundidade e influência da escola, em especial do ensino de ciências, sobre as concepções de mundo dos alunos. Por um lado, a ciência é uma das áreas do conhecimento que mais influencia a sociedade, sobretudo no aspecto tecnológico, que também é cultural. No entanto, suas teorias mais contemporâneas, assim como suas metodologias de ensino, estão distantes da realidade dos alunos.

É importante destacar que a pesquisa conseguiu reunir indícios da existência de uma impregnação de cultura no perfil epistemológico e nos obstáculos epistemológicos. Nossos resultados nos credenciam a pensar em investigações futuras que busquem aprofundar a utilização da noção de perfil epistemológico do conceito de tempo e de outros conceitos como espaço, calor, energia, massa, força, entre outros. O aprimoramento da ferramenta de coleta de dados e a utilização de outras metodologias como as entrevistas semi-estruturadas, sequencia pedagógica com gravações de aulas em áudio e vídeo, podem ser o caminho para o aprofundamento desse tema. Por outro lado, mas não desvinculado da continuidade da pesquisa, a relação entre epistemologia e cultura pode orientar a construção de projetos de ensino que integrem diferentes áreas do saber orientadas por conceitos multidisciplinares como o tempo em nosso caso.

Portanto a pesquisa abre uma possibilidade de se pensar em ações pedagógicas, que objetivem estabelecer um diálogo no âmago do processo de ensino-aprendizagem, propondo um ensino que possibilite o acesso à cultura científica e caminhe no sentido da racionalidade.

Referências

BACHELARD, G. *A filosofia do não*. Tradução. J. J. M. Ramos. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Tradução. E. S. Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. *A Epistemologia*. Tradução. F. L. Godinho & M. C. Oliveira. Lisboa: Edições 70, 2010.

ELIAS, N. *Sobre o tempo*. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?*. (R.D. de Oliveira, trad), (12a. Ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

JHALLY, Sut. *Os códigos da publicidade*. Lisboa, Edições 70, 1995.

LACEY, H. *A linguagem do espaço e do tempo*. São Paulo: Perspectiva, 1972.

MARTINS, A. F. P. *Concepções de estudantes acerca do conceito de tempo: uma análise a luz da epistemologia de Gaston Bachelard*. Tese de Doutorado em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2004.

MARTINS, A. F. P. *Tempo Físico: a construção de um conceito*. Natal: Editora da UFRN, 2007.

NEWTON, I. *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* (Vol. I). (Trieste Ricci et al, Trad). São Paulo: Nova Stella e Edusp, 1990.

REDONDI, P. *Historias Del tiempo*. Madrid: Gredos, 2010.

RICOUER, P. *As culturas e o tempo: estudos reunidos da UNESCO*. São Paulo: EDUSP, 1975.

SANTOS, M. E. V. M. *Para uma pedagogia da mudança conceptual: estudo de orientação epistemológica*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, 1989.

SANTOS, M. E. V. M. *Desafios pedagógicos do século XXI*. Lisboa: Livros Horizontes, 1999.

SANTOS, M. E. V. M. *A cidadania na “Voz” dos manuais escolares*. Lisboa: Livros Horizontes, 2001.

SANTOS, M. E. V. M. *Ciência como cultura – Paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar*. *Química Nova*, v.32, n.2, p. 530-537, 2009.

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.

SOUZA, P. H. *O conceito de tempo: seu ensino com suas múltiplas faces*. In: XV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Curitiba. *Anais*. 2003.

SOUZA, P. H.; ZANETIC, J. O ensino do conceito de tempo: imaginação, imagens históricas e rupturas epistemológicas. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Bauru. *Anais*, 2005.

SOUZA, P. H.; ZANETIC, J. *Um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico no ensino de Física*. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Curitiba. *Anais*, 2008.

SOUZA, P. H. *Tempo, ciência, história e educação: um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico*. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - IFUSP/FEUSP, São Paulo, 2008.

SOUZA, P. H.; ZANETIC, J. *O perfil epistemológico do conceito de tempo e as condutas culturais: categorias de análise*. In: I ENCONTRO INTERNACIONAL ENSEÑANZA DE LAS CIÊNCIAS Y LA MATEMÁTICA. Tandil – Argentina. *Anais*, 2011.

SOUZA, P. H.; SANTOS, M. E.; ZANETIC, J. *O conceito de espaço no ensino de física: construindo categorias de análise a luz da epistemologia de Bachelard*. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E I CONGRESO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION EM ENSEÑANZA DE LAS CIÊNCIAS. Campinas, 2011.

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

ZANETIC, J. *Física também é cultura*. Tese de doutorado em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1989.

ANEXOS – INSTRUMENTOS DE PESQUISA UTILIZADOS

Questionário 1 – Palavras

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____

Escreva abaixo no mínimo 4 palavras que ao ler a palavra TEMPO você automaticamente associa. Justifique a sua associação

Questionário 2

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____ Série: _____

Leia atentamente as frases abaixo e marque com um X a(s) que mais se aproximam da sua ideia de tempo.

1) “ Não apenas medimos o movimento pelo tempo, mas o tempo pelo movimento, porque se definem um ao outro. O tempo marca o movimento, visto que é seu número, e o movimento marca o tempo. “	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.”
2) “... o tempo seja um círculo fechado em si mesmo. O mundo se repete, de forma precisa, infinitamente.	6) “... o tempo é como um curso de água ocasionalmente desviado por algum detrito, pó uma brisa que passa.”
3) “ O tempo é visível em todos lugares . Torres de relógio, relógio de pulso, sinos de igreja dividem os anos em meses, meses em dias, dias em horas, horas em segundo ...”	7) “ o tempo passa lentamente para as pessoas em movimento. Assim todos se movem em alta velocidade, para ganhar tempo.
4) “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”.	8) “Suponhamos que o tempo não seja uma quantidade mas uma qualidade, como luminescência da noite sobre as árvores no preciso momento em que a lua nascente toca o topo das copas. O tempo existe, mas não pode ser medido.”

Justifique a(s) sua escolha (você pode utilizar o verso)

Questionário 3

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____ Série: _____

Responda as questões abaixo:

1. Como é possível perceber que o tempo está passando? Justifique
2. O tempo existe independente dos seres humanos? Justifique
3. Na aula do professor “chato” o tempo parece não passar, porém na aula do professor, Legal o tempo passa rápido, isso significa que o tempo varia de pessoa para pessoa? Justifique sua resposta
4. Como os relógios funcionam? Qual a melhor forma de marcar o tempo (Ampulheta, relógio mecânico, digital...etc)
5. Suponha que um certo indivíduo partiu do Brasil em viagem para Espanha, saindo às 14h do dia 01/07. Como a viagem durou 9h ele desembarca na Espanha as 23h do dia 01/07, na sua marcação. Porém ao observar os relógios locais percebe que marcam 4h da manhã do dia 02/07. Isso significa que nosso indivíduo viajou no tempo, ou seja foi para o futuro? Justifique.
6. Como você definiria o tempo?
7. Como você representaria o tempo por meio de um desenho? Justifique

Questionário 4

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____ Série: _____

Responda as questões abaixo:

1. Na sua infância, como seus pais organizavam o seu dia-a-dia? Eram rígidos com os horários e colocavam você em muitas atividades diariamente? Explique
2. Atualmente, como está organizada sua rotina diária? Você participa de muitas atividades durante o dia, ou tem momentos de maior tranquilidade. Explique
3. Das atividades que você realiza, destaque a que você mais gosta de fazer e aquela em que você tem mais habilidade. Justifique sua escolha
4. O tempo realmente passa mais rápido quando você executa essa atividade que mais gosta? Explique
5. Se você está empregado atualmente, qual a sua atividade profissional e quanto tempo atua nessa profissão? Descreva sucintamente sua rotina diária destacando a organização do seu tempo. Seus horários são rígidos? Discuta
6. Qual ou quais as suas pretensões profissionais? Qual área ou profissão você acredita ter maior possibilidade desenvolver as sua habilidades?

Questionário 5

Nome: _____ Idade: ____ Sexo: ____ Série: ____

1. Qual a sua situação de vida:
- a. Casado(a) e moro com esposo(a) e filhos
 - b. Solteiro(a) e moro com meus pais
 - c. Solteiro(a) e moro com meus avós
 - d. Solteiro(a) e moro sozinho
 - e. Outras à especificar: _____

2. Qual a sua religião
- a. Cristão católico
 - b. Cristão evangélico
 - c. Muçulmano
 - d. judaica
 - e. Outras à especificar: _____

3. Qual o seu grau de escolaridade:
- a. Fundamental
 - b. Médio
 - c. Superior incompleto
 - d. Superior completo
 - e. Fundamental ou médio incompleto.

Obs: Perguntas 10 e 11 para são para quem está ou esteve empregado

4. Qual a sua área de atuação profissional (Atual ou último emprego)
- a. Comércio
 - b. Indústria
 - c. Serviços
 - d. Outras à especificar: _____

5. Qual a sua renda familiar
- a. De 1 a 5 salários mínimos
 - b. De 5 a 10 salários mínimos
 - c. De 10 a 20 salários mínimos
 - d. De 20 a 30 salários mínimos
 - e. Mais de 30 salários mínimos

6. Com que frequência você assiste televisão:
- a. Duas vezes ao dia
 - b. Uma vez ao dia
 - c. Dias alternados
 - d. Uma vez por semana
 - e. Outras a especificar: _____

7. Qual a programação de sua preferência
- a. novelas
 - b. filmes
 - c. jornais
 - d. documentários
 - e. outros a especificar: _____

8. Qual o programa que você mais gosta: _____

9. Com que frequência você ouve rádio:
- a. Duas vezes ao dia
 - b. Uma vez ao dia

- c. Dias alternados
 - d. Uma vez por semana
 - e. Outras a especificar: _____
10. Qual a programação de sua preferência
- a. Músicas
 - b. entrevistas
 - c. noticiários
 - d. humorísticos
 - e. outros a especificar: _____
11. Qual o tipo de música você mais gosta:
- a. Clássica
 - b. Sertanejo
 - c. Popular
 - d. Rock
 - e. Outras à especificar _____
12. Com que frequência você vai ao teatro
- a. Uma vez por semana
 - b. Uma vez por mês
 - c. Uma vez por bimestre
 - d. Uma vez por ano
 - e. Outras à especificar: _____
13. Qual o tipo de peça teatral de sua preferência
- a. Drama
 - b. Comédia
 - c. Suspense
 - d. Ficção Científica
 - e. Outras à especificar: _____
14. Cite, aproximadamente, a última vez que foi ao teatro e qual o nome da peça.
15. Com que frequência você vai ao cinema
- a. Uma vez por semana
 - b. Uma vez por mês
 - c. Uma vez por bimestre
 - d. Uma vez por ano
 - e. Outras à especificar: _____
16. Qual o tipo de filme de sua preferência
- a. Drama
 - b. Comédia
 - c. Suspense
 - d. Ficção Científica
 - e. Outras à especificar: _____
17. Cite, aproximadamente, a última vez que foi ao cinema e qual o nome do filme.
18. Com que frequência você vai a exposições de arte
- a. Uma vez por semana
 - b. Uma vez por mês
 - c. Uma vez por bimestre
 - d. Uma vez por ano
 - e. Outras à especificar: _____
19. Cite, aproximadamente, a última vez que foi à uma exposição de arte e o nome da exposição.
20. Com que frequência você lê livros

- a. Um por semana
 - b. Um por mês
 - c. Um por bimestre
 - d. Um por ano
 - e. Outras à especificar:_____
21. Qual o tipo de livro de sua preferência
- a. Ficção científica
 - b. Divulgação científica
 - c. Romance
 - d. investigação
 - e. Outras à especificar:_____
22. Cite o nome do último livro que leu ou está lendo.
23. Com que frequência você lê Revistas
- a. Um por semana
 - b. Um por mês
 - c. Um por bimestre
 - d. Um por ano
 - e. Outras à especificar:_____
24. Qual o tipo de Revista de sua preferência
- a. Ficção científica
 - b. Divulgação científica
 - c. Notícias
 - d. Novelas
 - e. Outras à especificar:_____
25. Cite o nome da revista de sua preferência.
26. Com que frequência você lê jornais
- a. Um por semana
 - b. Um por mês
 - c. Um por bimestre
 - d. Um por ano
 - e. Outras a especificar:_____
27. Qual o nome do jornal de sua preferência :_____
28. Com que frequência você acessa a internet
- a. Diariamente
 - b. Dias alternados
 - c. Uma vez por semana
 - d. Uma vez por mês
 - e. Outras à especificar:_____
29. Qual os sites de sua preferência
- a. Salas de bate papo
 - b. Relacionamentos
 - c. notícias
 - d. Divulgação científica
 - e. Outras à especificar:_____
30. Cite o site que você mais acessa.

PAULO HENRIQUE DE SOUZA. Doutor e Mestre em Ciências (Ênfase em Ensino de Física) pelo Programa Interunidades em Ensino de Ciência da Universidade de São Paulo, além de licenciado em Física pela mesma instituição. Atua como professor nas áreas de ensino superior e básico, possuindo ampla experiência na área de Epistemologia e História da Ciência. É professor titular das Faculdades Metropolitanas de Santos.

LEONARDO ANDRÉ TESTONI. Doutor e Mestre em Educação (ênfase em Ensino de Física) pela Universidade de São Paulo. Graduado em Física pela Universidade de São Paulo. É professor adjunto na Universidade Federal de São Paulo, atuando nas áreas de Didática da Física e Formação de Professores.

GUILHERME BROCKINGTON. Doutor e Mestre em Educação (ênfase em Ensino de Física) pela Universidade de São Paulo. Graduado em Física pela Universidade Federal de Juiz de Fora. É professor adjunto na Universidade Federal de São Paulo, atuando nas áreas de Ensino de Física e Neurociência aplicada à Educação.

Recebido: 10 de julho de 2015

Revisado: 13 de setembro de 2016

Aceito: 22 de setembro de 2016