

## AS DIMENSÕES DA IMAGINAÇÃO CIENTÍFICA E SUAS IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS\*

**José Francisco Custódio<sup>a</sup>**

custodio@ced.ufsc.br

**Mikael Frank Rezende Junior<sup>b</sup>**

mikael@fsc.ufsc.br

<sup>ab</sup> UFSC- Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

Muitos filósofos contemporâneos (Popper, 1985; Van Fraassen, 1980; Bunge, 1985), postulam uma devoção incondicional aos critérios de objetividade e veracidade das hipóteses científicas. Assim, o discernimento seletivo, a classificação e o *método* colocam a atividade científica sob a égide da racionalidade. A matemática, por sua vez, empresta toda sua tenacidade lógica criando uma bela moldura na qual o empírico e o analítico se confraternizam. Embora isto seja em certa medida verdadeiro, tal visão é tributária dos critérios de *confirmação* de hipóteses científicas, enquanto a fase de *criação* de tais hipóteses é via de regra relegada aos porões do esquecimento. O contexto da ciência seja ele pessoal, social ou cultural é tipicamente considerado como irrelevante para o entendimento da ciência.

Interessante é notar um ponto frágil dessa tradição, pois logo recaímos em um paradoxo, ainda sem uma resposta definitiva, ao aceitarmos as relações entre teoria e dados como contidas no âmbito restrito da racionalidade. Tal como sugere Giere (1988), se considerarmos o julgamento científico apenas em termos de princípios racionais, deveríamos esperar mais concordância entre os cientistas que de fato existe. Obviamente, o comentário aqui incide menos sobre os conhecimentos consensuais já submetidos aos critérios de aceitação da comunidade científica do que sobre os atuais trabalhos experimentais ou teóricos, nos quais a divergência é latente. Nas palavras de Giere:

Se existe alguma coisa tal como princípios da racionalidade científica, a comum existência de grupos discordantes dentro da ciência deve ser resultado de forças irracionais ou interesses (1988, p.3).

Esta é uma questão crucial, como mostraremos mais adiante, porque ela faz refletir, apesar de conduzir a considerações distintas do propósito do autor citado, a respeito das *crenças e emoções* dos cientistas e como elas influem na validação de *explicações* sobre o mundo natural, o que serviria de um bom apoio para pensar os critérios utilizados pelos alunos na construção de explicações, e a quais condicionantes eles estão sujeitos. Nussbaum (1989), por exemplo, sugere que *“lakatos, toulmim e Kuhn não abordam a mudança conceitual com um processo lógico necessário, portanto devemos nos apoiar em algo mais do que a lógica”* (p.537).

A luta pela racionalidade científica defendida por muitos filósofos é necessária, até em benefício da manutenção da instituição científica, porém tende, ao nosso ver, a obliterar as noções mais primitivas do intelecto humano e da ação humana. Concretamente, o pesquisador é um sujeito tão condicionado por crenças e emoções quanto qualquer ser humano, freqüentemente forçado a seguir seus próprios instintos e correr o risco de amargar demasiadas decepções. A audácia inerente à imaginação humana parece não sucumbir ao julgo do método racionalista. A racionalidade científica e seu triunfo contam uma história parcial de emancipação sem fornecer os créditos a um conjunto de ferramentas intelectuais

---

♦ APOIO: bolsistas CAPES

esquecidas no campo de batalha. Sempre se acaba por concluir: o homem de ciência se comporta com se não tivesse um “*perfil psicológico singular, como se não tivesse afetividade, paixões, cultura, convicções pessoais herdadas de seu meio e sua educação, como se não tivesse história nem, é claro, inconsciente*” (Thuillier, 1994, p. 17). Ao sabor de uma nova faceta do legado exorcista baconiano, deve entronizar-se com o mundo através do canal propício e imaculado da racionalidade pura.

É mister, então, a compreensão da produção científica do conhecimento nos próprios bastidores da empresa científica, quer dizer, o ‘making of’ da produção científica não somente aumentaria nossa compreensão da imaginação dos cientistas envolvidos neste ato, mas também restituiria a idéia de ciência como atividade humana e sujeita aos diversos percalços do enfrentamento de situações comuns aos humanos. Todavia, seria tolice manchar a distinção entre conteúdo racional e afetivo (crenças, emoções, estética, loucura, dentre outros). É válido para os nossos objetivos apontar a existência de algumas áreas de instabilidade nas quais a força da razão cai impotente diante do não-racional. Em particular, o conceito de *Tema* nos será útil.

Em *a imaginação científica*, Holton (1979) desenvolve o conceito de *temas*, que são um conjunto de pressupostos estéticos, metafísicos e até psicológicos. A estrutura temática do trabalho científico, “*que pode ser considerada em grande parte, como independente do conteúdo analítico e empírico, emerge do estudo das opções que, em princípio, estavam abertas aos cientistas. Ela pode desempenhar um papel dominante na iniciação e aceitação, ou debate sobre o discernimento científico*” (op. cit., p.8). Os temas situados no trabalho de Holton são estruturas relativamente estáveis que sobrevivem, em muitos casos, aos invernos nucleares das mudanças de *paradigmas*<sup>1</sup>. É possível realizar uma varredura ao longo da história da ciência que em diversas ocasiões serão encontrados um conjunto de temas nas bases do debate científico. Porém, também não devemos supor o compromisso fiel de um cientista a um determinado tema. O interessante, assinalado por Holton, é o fluxo de idas e voltas de determinados temas como *atomicidade/ massa contínua, simplicidade/ complexidade, análise/ síntese*, dentre outros, da mesma maneira, ressalta a existência de casos em que os temas abarcam a parcela mais interessante da atividade científica.

O esforço de Holton está voltado à compreensão da “luta pessoal” dos cientistas e como suas crenças e emoções se articulam as decisões e direcionamento de sua atividade. Ao indagarmos desde de dentro o trabalho do cientista e, conseqüentemente, debruçarmos nossa análise sobre o produto de tal atividade, nos deparamos com diversos estágios mutantes desse processo, nos quais há momentos freqüentes onde os modelos de explicação elaborados sobre uma parcela do mundo são fundamentalmente diferentes, embora contudo os cientistas compartilhem categoricamente o mesmo conjunto de informações a respeito do recorte investigado. Então, “*por que certos cientistas se apegam, a um risco enorme, a um modelo de explicação, ou a algum princípio ‘sagrado’ e que está, na verdade, negado pelas provas experimentais da sua época?*” (Holton, 1979, p. 20). Ao aderirmos a análise temática, é fácil compreendermos o porquê do desconforto com certas representações do mundo. Por exemplo, H. A. Lorentz, Henry Poincaré e Max Abraham foram árdios defensores da teoria eletromagnética clássica contra o advento da teoria da relatividade de Einstein. A respeito disto, Max Born e Max Von Laue escreveram sobre o apego de Max Abraham à velha teoria eletromagnética:

[Abraham] julgava repulsiva, em sua própria essência, as abstrações de Einstein. Ele amava o seu éter absoluto, suas equações de campo, seu elétron rígido, como um jovem ama sua primeira paixão, cuja lembrança não pode ser apagada por nenhuma lembrança posterior... Sua oposição tinha base nas convicções físicas, fundamentais, a que se apegava o maior tempo possível, exclusivamente em função dos seus sentimentos...[como o próprio Abraham declarou

<sup>1</sup> Kuhn considera tais pressupostos mais eles fluem com o vento das mudanças de paradigmas.

certa vez] contra as coerências lógicas não tinha contra argumentos, reconhecia-as e admirava-as como a única conclusão possível do plano da relatividade geral. Mas esse plano lhe era totalmente antipático, e esperava que a observação astronômica viesse a refutá-lo e restabelecer a velha honra do éter absoluto (Born e Von Laue, citado em Holton, 1979, p. 22).

Ao colocarmos essa oposição sobre um eixo temático, no caso o absoluto do espaço cheio, torna-se compreensível o apego desses cientistas ao éter como meio de propagação das ondas eletromagnéticas.

Pois bem, se toda produção científica se desse como rezam as formulações racionalistas habituais de Popper (19859), Lakatos (1979) e, em certa medida Kuhn (1987), não somente o entendimento de certas atitudes relutantes dos cientistas estaria prejudicado, mas também haveríamos de esperar uma incontestável devoção aos conteúdos empíricos e analíticos nas representações construídas sobre o mundo. A ciência seria o mundo perfeito dos fenômenos repetíveis e das proposições relacionadas com a lógica e a matemática. Mas não é isto o que realmente ocorre? Sim e não. Aqui se faz necessária à distinção entre processo e produto, ou melhor, entre *'descoberta'* e *'justificação'*.

O *'contexto da justificação'* é aquele no qual o conhecimento científico é compartilhado, seja nas revistas especializadas como *Physical Review Letters*, seja em congressos ou meios afins. Em geral, grande parte da tarefa dos epistemólogos ou historiadores da ciência é reconstruir racionalmente<sup>2</sup> a *'cena do crime'* que permitiu uma elaboração conceitual científica. Segundo Holton (1979), este é o âmbito da *'ciência pública'*, reservado a natureza lógica, o domínio racional, dos conceitos científicos. Por outro lado, há o *'contexto da descoberta'*, o momento nascente de uma atividade particular do cientista e que partilha da sua *'luta pessoal'*. Nesse contexto, chamado por Holton de *'ciência privada'*, as motivações dos cientistas e seus condicionantes psicológicos (crenças e emoções) entram fortemente em jogo; é uma verdadeira luta, como Einstein citou, entre os pensamentos e os problemas que o cientista enfrenta. Não obstante, a atividade científica geralmente propalada tem traçado o caminho da *'ciência pública'*, ao passo que a *'ciência privada'* é, para muitos, indesejável ao homem de ciência. Negar a apresentação da ciência em tais termos evitaria deflagração de um estado de desorientação e ceticismo que supostamente abalaria os pilares bem sedimentados da ciência. Tal dicotomia é latente para Holton:

A evidente contradição entre a natureza freqüentemente *'ilógica'* da descoberta e a natureza lógica dos conceitos físicos bem desenvolvidos é considerada por alguns cientistas como uma ameaça às bases mesmas da ciência e da racionalidade (1979, p. 18).

Holton tem pretendido a compreensão de um *evento* particular do trabalho científico no cruzamento entre as trajetórias da *'ciência pública'* e a da *'ciência privada'*. No primeiro caminho, para Holton análogo a um plano de coordenadas x-y, tem lugar os debates tradicionais, os quais são sustentados sobre proposições de conteúdo empírico e conteúdo analítico; de modo que, os critérios de verificação e falseamento, elaborados nessa linguagem, garantem a resolução e proposição de conceitos nesses elementos, dotando-os de significado. Mas se tudo fosse assim resolvido, não se explicaria às motivações de alguns cientistas e por vezes as polarizações da comunidade científica em certas épocas. Casos dramáticos, como o da famosa experiência da gota de óleo de R.A. Millikan, pautado na questão de virem ou não, as cargas elétricas dos pequenos objetos sempre em múltiplos de alguma constante fundamental (carga do elétron) poderia, em princípio, ser rapidamente resolvido, pela evidência experimental de Millikan e suas implicações teóricas. Porém, isso não foi o que aconteceu, estendeu-se uma longa batalha entre os defensores da carga fundamental e seus opositores. *"A análise das motivações expressas, e das atitudes cada vez mais intransigentes dos adversários em ambos os lados da questão, mostra nesse caso como em outros, o papel importante de um apego precoce, inabalável, a temas diferentes"* (op. cit. p.21). Segundo

<sup>2</sup> Não me refiro ao sentido dado por Lakatos (1979).

Holton, somente nesse espaço tridimensional x-y-z, torna-se compreensível o fluxo de 'influências' sobre o cientista que impulsionam ou refratam seu espírito. Não é caso de incluir as discussões temáticas, e seu apelo afetivo, na prática da própria ciência. Na verdade, é desejável que muitas questões não possam ser colocadas no plano x-y, ao preço da manutenção do próprio progresso da ciência. Igualmente, negar a plausibilidade da existência dos temas é negar a própria essência da imaginação científica, ou no seu quadro mais amplo, humana.

Ao nosso ver, a compreensão dos condicionantes não-rationais do pensamento dos estudantes é decisiva ao planejamento de qualquer estratégia didática. A didática das ciências, em particular da física, tem herdado as tendências epistemológicas da sua época, sem contudo atentar a esta dimensão oculta da imaginação científica (Posner et al., 1982; Strike & Posner, 1992). Seria interessante atribuir valor a outras dimensões do pensamento dos estudantes. Como Holton prega na ciência a existência de um eixo ortogonal ao plano racional, devemos também supor a tridimensionalidade das relações na apreensão do conhecimento científico no contexto escolar. Assim, o processo ensino-aprendizagem seria refletido num movimento nesse espaço com o devido discernimento entre o contexto racional e o papel essencial de questões afetivas que interferem. Desse ponto de vista, não se trata de negar a racionalidade, mas entendê-la como um *fim* e não apenas como *meio* na Educação Científica, já que o modelo exacerbado da racionalidade tem se mostrado longe do alcance.

### Referências Bibliográficas

- BUNGE, M. Racionalidad y realismo. Madrid: Alianza editorial, 1985.
- GIERE, R. N. Explaining Science: A Cognitive Approach. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.
- HOLTON, G. A imaginação científica. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1987.
- LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa. in: A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. Lakato, I. e Musgrave, A. (orgs). São Paulo: Cultrix, 1979.
- POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P& GERTZOG, W. Accomodation of a scientific conception; toward a theory of conceptual change. Science education, vol 66, n.2, pp 211-227, 1982.
- POPPER, C. A lógica da pesquisa científica. São Paulo: Cultrix, 1985, 567p.
- STRIKE, K. & POSNER, G. A revisionist theory of conceptual change. In:Philosophy of science, cognitive science and educational theory and practice. DUSCHUL, R. & HAMILTON, R. (ed).Albany, NY: SUNY Press, 1992.
- THUILLIER, P. de Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar editor, 1994.
- VAN FRAASSEN, B. C. The scientific image. Oxford: Oxford University Press, 1980.