

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio

Departamento de Formação Profissional em Ciência & Tecnologia em Saúde

Programa de Vocação Científica

ABORDAGENS SOCIOLÓGICAS DA EDUCAÇÃO E DA CIÊNCIA

Rosa Maria Corrêa das Neves Ebert Cazar

Relatório parcial de pesquisa do Programa de
Aperfeiçoamento do Ensino Técnico II (PAETEC
II)

Rio de Janeiro, abril de 1997.

Introdução

A intenção da investigação é levantar a contribuição que pensadores da ciência - sociólogos, filósofos e antropólogos - podem trazer para questões mais gerais da educação para a ciência e especificamente para aquelas que emergem do Programa de Vocação Científica (Provoc). Com esta finalidade, está em curso uma pesquisa bibliográfica que inicialmente seguiu o planejamento original da pesquisa. Em seguida, foi feita revisão em função das discussões com o orientador, do rumo que tomavam e das questões que surgiam. Após revisão do cronograma inicial de leitura, optou-se nos seis primeiros meses por privilegiar as seguintes discussões:

- a necessidade de compreensão das diferentes abordagens ou mesmo teorias sobre as origens históricas da ciência;
- o desenvolvimento científico nos séculos XVI e XVII;
- o debate sobre a ciência no século XX.

A necessidade de compreensão das diferentes abordagens ou teorias sobre a origem histórica da ciência.

No debate sobre as origens da ciência moderna, duas grandes questões mobilizam os pensadores da ciência:

- 1) A ciência moderna é fruto de uma revolução do pensamento ocidental ocorrida a partir do século XVI ou estabelece uma continuidade com o conhecimento medieval?
- 2) E, supondo que houve uma revolução, qual é sua causa, seu caráter?

A primeira questão (continuidade x ruptura) tem implicações para o ensino de ciências, onde os conceitos estudados pelos alunos são apresentados por si mesmo, sem a apresentação do contexto histórico em que foram produzidos os conhecimentos científicos. Identifica-se assim ciência a um paradigma¹ estabelecido e não a uma atividade humana. Ainda que este problema do ensino seja uma questão interessante e até mesmo aponte um roteiro de investigação, não me detenho nela agora pois suas implicações trazem grande proveito para os professores de ciências e sua prática docente e não dizem respeito diretamente à prática científica, núcleo central do Provoc.

O segundo debate, relativo à causa da revolução científica, da qual Koyré toma parte, não interessa somente aos historiadores, visto que de cada uma das tendências (cultural ou intelectual) emerge uma concepção diferente do que vêm a ser a ciência, os cientistas e a prática científica.

¹ O termo paradigma, aqui empregado tem o mesmo significado daquele proposto por KHUN [1].

Estas visões ultrapassam as discussões acadêmicas e encontram-se difundidas na sociedade², na escola e na sala de aula. Por uma série de motivos, parece predominar o que Woolgar [4] denomina visão estabelecida de ciência, onde a caracterização do cientista se encontra destacada nas seguintes proposições: 1- o cientista se empenha na reflexão³ racional do mundo e 2 - os cientistas atuam individualmente em suas elucubrações criativas. Provavelmente, essas visões decorrem, em análises sucessivas, a longa difusão dos pressupostos de uma das partes envolvidas no debate, que Koyré [2] procura defender.

Para Koyré, a revolução científica do século XVI implica uma radical mutação intelectual e é associada de modo indissolúvel a Galileu e à sua genialidade. Galileu consegue operar uma revolução na física pois introduz, retomando o platonismo, a geometrização da natureza. Somente pela adoção da linguagem matemática, é possível compreender a natureza e chegar à experimentação. Galileu é um teórico, afirma Koyré, cético com relação a proposições de caráter mais cultural, segundo as quais a ciência moderna é também a ciência do artesão ou do engenheiro. Retomando a noção de mutação intelectual, Koyré argumenta que “Galileu não aprendeu seu ofício com os homens que labutavam nos arsenais e estaleiros de Veneza. Muito pelo contrário: ele lhes ensinou o ofício deles”. Em seguida, atribui a Galileu a árdua tarefa, empreendida com outros personagens fundadores da ciência moderna, de “reformatar a estrutura de nossa própria inteligência... e até substituir um ponto de vista bastante natural - o do senso comum - por um outro que absolutamente não o é”.

Não se pode negar que o discurso científico e sua prática expressem uma forma particular de conhecimento (distinta do religioso, do popular). Tanto os “intelectualistas” como os “culturalistas” admitem esta singularidade, ainda que com diferentes matizes. A questão está em por quais motivos foi possível fazer o corte? Já conhecemos a posição de Koyré, que destaca Galileu por cima dos homens que labutavam nos arsenais e estaleiros de Veneza, dos fabricantes de munição ou artilheiros, dos aristotélicos e de seus precursores parisienses, os nominalistas do século XVI⁴.

Rossi[5] nos coloca em outro quadro e para apoiar sua argumentação, reúne textos do século XVI (1530 a 1580) e destaca seus autores. Bernard Palissy, ceramista parisiense; Robert Norman, marinheiro inglês; Juan Luis Vives, filósofo e preceptor espanhol; Rabelais, literato

² Em estudo empreendido pelo CNPq [3], 58% dos entrevistados identificam os cientistas como “pessoas cultas”, 23% como “pessoas inteligentes” e 5% como “pessoas muito teóricas que não fazem coisas práticas”.

³ O artigo coloca que a cognição deve ser analisada de modo tão estranho como os rituais de uma tribo distante.

⁴ Em linhas gerais, os nominalistas defendem uma física diferente da aristotélica mas guarda com esta a semelhança da operação com um princípio qualitativo, o que impede a experimentação e a prova.

francês; Andrea Vesalio, cientista flamengo e por último Humphrey Gilbert, pioneiro inglês da colonização. Abordando temas distintos como a educação dos jovens, as artes médicas e o magnetismo, tinham em comum a defesa dos procedimentos dos artesãos, engenheiros e técnicos para o progresso do saber e o conseqüente abandono que os doutos devem ter de suas retóricas em favor de um estudo de caráter mais prático. Estas idéias são revolucionárias e estão presentes nas páginas de Bacon, Harvey, Galileu e Boyle - nos diz Rossi e com o que Koyré concorda. “Renuncia-se ao conceito operante de ciência por séculos: “uma ciência que nasce somente quando se prepararam as coisas necessárias à vida humana e, portanto se dirige a uma contemplação desinteressada da verdade”. Koyré nos diria: “A vida ativa, *vita activa*, tomando o lugar da *theoria, vita contemplativa*”. A diferença entre estes autores e, em última análise, entre duas interpretações opostas pode ser melhor compreendida por alguns deslocamentos. 1) A ciência moderna nasceu pela introdução da experimentação (interrogação metódica e prática da natureza) nos estudos de filosofia natural. 2) A experimentação só foi possível pela adoção da geometrização da natureza, fundamentada nas obras de Platão e Arquimedes, em oposição à Aristóteles. 3) A questão é então: por que, como e quem retoma estes autores? Koyré nos responde que isto se deve à genialidade de Galileu. Rossi nos diz que a literatura dos séculos XV e XVI é extraordinariamente rica em tratados de caráter técnico⁵ e que neste mesmo período, renova-se o interesse pelas obras matemáticas e técnicas da Antigüidade clássica. Registram-se as traduções de Francesco Maurolico para o latim de Euclides, Arquimedes, Apolônio, Diofanto (1494 a 1575) e de Federico Commandino também para o latim de Euclides, Apolônio, Pappo, Heron, Arquimedes e Aristarco (1509 a 1575). Rossi ressalta que tais traduções dirigem-se expressamente aos artesãos. Refere-se aos comentaristas das obras, dentre os quais destaca Barbaro, que em colaboração com Palladio e muitos anos antes de Galileu (1556), quis consultar “aqueles que trabalham no Arzanà dei Venetiani⁶[5]. Mais do que isso, afirma que a colaboração entre cientistas e técnicos e a interpenetração da ciência e da técnica estão na base da grande revolução científica do século XVII.

No prefácio do seu livro, Rossi por diversas vezes não nega que houve uma mudança de concepção de mundo mas resguarda seu direito de não assumir (e critica os que assim o fazem) proposições reducionistas e simplistas. Ao mesmo tempo, afirma seu princípio de que na base das condições específicas que propiciaram a ciência moderna, encontramos uma cultura particular, uma nova realidade histórica.

Ainda relativamente ao problema da causa, temos Hall[6] que inicia sua participação no debate nos dizendo que “nem a mutação nem a fixidez são inevitáveis em assuntos humanos,

⁵ Rossi relaciona vinte e duas obras que compreendem o período de 1405 a 1599 (p.30-31).

⁶ Arsenal dos Venezianos.

incluindo a filosofia e a ciência”, o que autoriza o historiador a perguntar em relação a qualquer acontecimento: porque agora, e não antes ou depois? Porque aqui e não ali? Fazendo um resumo das causas oferecidas pelos historiadores para a revolução científica, distingue-nas em duas classes, as quais denomina análise social e análise intelectual. Não as entende como antagônicas mas complementares uma vez que uma exige a outra. Na sua exposição, dá lugar também às teses de Crombie e Duhem que defendem uma continuidade entre a ciência medieval e a ciência moderna. Hall, após argumentar com cada uma dessas três posições, conclui que não houve uma única razão para o desenvolvimento da ciência na Europa moderna e que o progresso intelectual, às expensas de suas razões, se deu pela possibilidade que se tinha então de perguntar, de atingir a realidade:

A característica geral da reação contra a escolástica primeiro, depois mais tarde contra a ciência grega convencional tal como era interpretada então, era, quanto a mim, um desejo de proposições verificáveis acerca do mundo real : uma sensação de que a filosofia natural não era um jogo intelectual, em que aqueles que dessem as respostas mais influentes ganhavam os melhores prêmios, mas um resultado do estudo do que existe à nossa volta.

Mais importante do que tomar posição por uma ou outra interpretação é justamente assinalar que não há apenas uma teoria histórica sobre a origem da ciência moderna e também ser capaz de apontar aquela correntemente subjacente no ensino das ciências. Não renuncio no entanto, a expressar minha preferência pelas considerações de Rossi que dá um tratamento sociológico à questão da ciência. Em determinado momento de sua exposição, Hall salienta que a análise social da ciência é pouco provada empiricamente. Entretanto, a argumentação de Rossi recorre abundantemente aos textos da época, às pesquisas de cunho documental. Rossi também, em alguns momentos, deixa claro que não se trata de eleger uma ou outra causa como determinante mas, e isto certamente contribui para minha simpatia, reconhece a complexidade dos fatos sociais.

Independente de quaisquer análises, a ciência moderna desenvolveu-se na Europa nos séculos seguintes e adquiriu larga legitimidade social, visível até hoje. Exponho a seguir o percurso da institucionalização da ciência europeia nos séculos XVI e XVII.

O desenvolvimento científico europeu nos séculos XVI e XVII

As formas institucionais de uma determinada prática social (médica ou científica ou comercial, por exemplo) têm trajetórias pouco lineares e uniformes e estão frequentemente sujeitas a controvérsias e ambiguidades. As academias, os laboratórios e os periódicos científicos não

escapam a essa realidade. Questões como o patrocínio, a composição dos grupos, a missão institucional não podem ser generalizadas mesmo dentro de um mesmo contexto social (na Inglaterra e na França, em paralelo às principais academias, havia atividade científica, nos diz Hall⁷). Há porém um traço comum, que indica o caráter revolucionário da ciência,- era impossível realizá-la nos centros de conhecimento estabelecidos, as universidades, que datavam de tempos medievais. Só no século XIX, o instituto de pesquisa tem características próprias. Seu processo de gestação se dá a partir do século XVI e inicia com a formação de grupos com objetivos bem diferenciados de quaisquer outros.

As novas associações agregam atores sociais que até então não participavam de forma nenhuma na produção do conhecimento, seja como patronos, como consumidores ou ainda como produtores. Na Itália, entram em cena mercadores, poetas, eruditos e filósofos discidentes, médicos, soldados, boticários, advogados, engenheiros, farmacêuticos, trabalhadores do metal, agrimensores e navegadores. Os “artífices eruditos”, como assinala Hall não apenas praticavam um ofício mas dedicavam-se também a escrever obras e tratados técnicos, lidos por Galileu e outros filósofos. Uns e outros uniram-se e “como era inevitável, os grupos informais tendiam a buscar estabilidade, encorajamento e privilégios”. Alguns grupos, de existência efêmera, não chegaram a tornar-se sociedades, entre as quais a Academia dos Segredos da Natureza, a Accademia dei Lincei e a Accademia del Cimento. Foram fundadas em datas exatas, tinham uma liderança mas não tinham existência coletiva estável. A reação clerical à nova ciência tinha força considerável na Itália, o que não ocorria na França e na Inglaterra. Henry Percy (1564-1632) era tido como bruxo e sua bruxaria teria sido patrocinar matemáticos. Outro patrono, o Príncipe Leopoldo de’Medici arrefeceu seus ânimos quando foi nomeado cardeal. Alguns membros da Accademia del Cimento decidiram deixar a Toscana, um destes chegou a tentar suicídio na prisão da Inquisição e outros abandonaram a ciência após a conversão à fé católica. No entanto, algum vigor científico sobreviveu em outras regiões da Itália - Bolonha e Nápoles - o que possibilita o surgimento tardio de novas Academias.

Na Inglaterra e na França, o movimento científico predomina nas cidades principais pela constituição de sociedades nacionais. Outro fator que impulsiona o desenvolvimento científico nesses países foi o estabelecimento desde cedo de correspondências externas o que minimizou o isolamento dos grupos e contribuiu para uma ‘internacionalização’ da comunidade científica.

No final do século XVI, em Londres, alguns grupos promoviam reuniões científicas longe das universidades e retratam as primeiras tentativas de constituição de associações - o Greshaw College de 1597, o Leitorado Matemático de 1588 e outras sem nomes próprios. Em 1660, alguns homens que anteriormente tomavam parte de diversos grupos científicos, reúnem-se para fundar a

⁷ Ainda que a ciência e uma forma particular de fazê-la tenha se consolidado nessas academias, seria interessante estudar e

Royal Society. Sua aprovação régia no entanto, só foi concedida em 1662, o que não significava um patrocínio e sim uma tolerância⁸

Também na França, no início do século XVII, observa-se a proliferação de pequenos grupos, sendo que aí era comum a figura do patrono: os irmãos Dupuy no Gabinete dos Dupuy, Renaudot no Bureau d'Adresse, o Círculo de Mersenne e a Academia de Montmor. É traço comum desses grupos o tratamento ainda verbal da ciência. Seus membros, em sua maior parte, eram jornalistas e intelectuais, e ainda que a experimentação não tivesse apelo entre eles, tiveram o mérito de preparar o terreno para a utilidade da prática empírica. Sorbière, secretário da Academia de Montmor, defende a existência de uma academia física de porte tão grandioso que só poderia ser erigida sob patrocínio Real. Com o fim de Montmor, alguns de seus órfãos formam um plano para uma Companhia das Artes e das Ciências e após negociações, conseguem vê-la aprovada e patrocinada pelo rei Luís XIV, em 1666 - surge então a Academia das Ciências. Este patrocínio porém difere daquele concedido por Carlos II (rei da Inglaterra) pois, esperava-se com ele fortalecer a monarquia e a figura do rei e autorizava os ministros a intervir (ou ao menos a tentar) nos rumos das investigações.

A ciência, nos séculos XVI e meados do século XVII, adquire uma base cultural que sustentou e promoveu a necessidade de uma nova filosofia e a partir daí era a hora de desenvolver inovações e discutir obras e não idéias.

Historicamente, os séculos XVI e XVII compreendem o período em que foi possível modelar a ciência moderna, sob vários aspectos. Uma nova forma de pensar⁹ surgiu, as organizações científicas consolidaram-se com características próprias, a argumentação retórica deu lugar à experimentação, grandes paradigmas foram inaugurados e pouco a pouco o cientista e seu discurso ganharam legitimidade. Este quadro se manteve com relativa tranquilidade até praticamente o século XX ou fins do século XIX.

O debate sobre a ciência no século XX

Carvalho[8] nos insere no quadro geral do século XX. No plano político e social, a Europa passa por profundas transformações, recém-saída de conflitos nacionais e prestes a entrar na primeira guerra de proporções mundiais. O quadro é bastante convulsivo. É plausível imaginar que o desenvolvimento científico e tecnológico tenham levado parcela da culpa pelos avanços que promoveram em questões bélicas. Particularmente, no campo científico, ocorre uma profunda

compreender como os 'periféricos' faziam ciência.

⁸ Magalotti, antigo secretário da Accademia del Cimento, registra em sua viagem a Londres que Carlos II tratava os acadêmicos de mes fous - meus bobos(p.308).

⁹ Latour [7] desconfia fortemente dessa afirmação. Para ele, não há uma nova forma de pensar mas uma forma diferente de operar o mundo.

revolução na Física (a Teoria Newtoniana cede lugar à Teoria da Relatividade e à Mecânica Quântica) e também na Matemática. É no início deste século que nasce Popper.

Sua preocupação, e a de outros pensadores da ciência contemporâneos seus e outros posteriores, é a de demarcar o que é ciência, o que é científico. Esta tarefa pretende garantir uma passagem tranquila pela crise generalizada. E, nos diz Carvalho, Popper incorpora a crise e a crítica como elementos fundamentais para o progresso científico. O conhecimento científico é válido, possível, provisório, se acumula e sua marca é sua refutabilidade - a garantia de que pode ser negado e que registra o alcance de seu poder explicativo. Fora disso não temos ciência e lidamos então com outros conhecimentos - metafísica, pseudociências, astrologia... Dizer isso não é no entanto, desconsiderar ou negar significado a outros conhecimentos, mas simplesmente dizer que não são científicos. Como dito antes, seu objetivo é demarcar o discurso científico. Remetendo-se a Kepler, Popper [8] o tem como um cientista que soube operar com esta demarcação. Kepler propõe inicialmente hipóteses fantásticas na astronomia que incorporavam conceitos da astrologia. Analisando-as e testando-as, percebe que de fato contribuíram para o desenho final de suas proposições. A metafísica também não perde seu espaço e dá inteligibilidade ao trabalho científico: o realismo científico e também a suposição de que há alguma regularidade na natureza permitem a realização de investigações objetivas e a empiria. Permitem até que dois cientistas conversem e se entendam razoavelmente.

Assim como a teoria do conhecimento científico de Popper se coloca em oposição aos neopositivistas, surgem também opositores contemporâneos a ele e Feyerabend é um deles. Suas relexões são devastadoras e nos diz Oliva [9], um crítico seu, são típicas de um período de transição marcado pela necessidade de abandonar um modelo em esgotamento - desmonta-se o passado mas não se põe nada no lugar vazio. Ao criticar o método, derruba com ele toda a ciência. Sua obra mais expressiva - *Contra o Método*[10] - apresenta sua proposta anarquista para o conhecimento. Sua preocupação está em dizer que a ciência ocidental tem particularidade, mas ela não é a refutabilidade (ele é crítico voraz e dedicado de Popper), e nem mesmo o racionalismo. E parece que toda a sua obra destina-se, de fato, muito mais a derrubar seus opositores do que a construir um pensamento próprio.¹⁰

Mais importante para este estudo que discutir a epistemologia da ciência ou adentrar o campo da filosofia, é reconhecer que a ciência contemporânea já não goza de uma unanimidade,

¹⁰ Esta impressão é fruto do reconhecimento da leitura de poucos textos próprios do autor que realizei[11] [12], mas já foi expressa por Oliva no corpo deste relatório (página 12, linha 28), se identifica à análise que Regner[13] faz de Feyerabend e parece estar contida no depoimento que o próprio Feyerabend dá de sua obra: " Não me considero um anarquista, apesar de já ter escrito um livro anarquista. Do mesmo modo, o fato de ter defendido a epistemologia anarquista não quer dizer que a aprecie. Pareceu-me indispensável defendê-la, pois há muitos cientistas, defensores da razão, que estão contra ela. Quis provar que o raciocínio deles não era tão irredutível quanto pretendiam. E qual é a melhor maneira de demonstrá-lo? Defender o ponto de vista contrário. Mas nunca revelei minha própria opinião." [14].

pelo menos do ponto de vista daqueles que a praticam ou pensam sobre ela. Por essa razão, nos dedicamos a estudar estes últimos dois autores, tão contrários e opostos no final do primeiro semestre de atividades do projeto. A ciência é dinâmica e nem mesmo é apropriado falar analiticamente sobre ciência, de uma forma genérica. Para estudá-la é necessário demarcar sobre que visão de ciência está se falando e, as perspectivas de análise são muitas (sociologia, filosofia, história, antropologia), os focos se multiplicam (o laboratório, a educação científica, a política científica, o conhecimento científico, a metodologia, a comunidade científica) e no entrecruzamento destes proliferam convergências e divergências. No entanto, parece que tamanha diversidade só habita o universo dos analistas da ciência e de parte de cientistas praticantes. Quem não faz ciência, não estuda sobre a ciência e compõe o senso comum, cujo contato com a ciência resumiu-se a umas tantas aulas de biologia, química e física no segundo grau, ou a preparação de aulas caprichadas acerca do que aprendeu como conhecimento científico, não parece ter dúvidas sobre o que seja ciência e nem lança dúvidas sobre suas inabaláveis proposições. Não há sinal de crise, há sim uma visão bem sólida da ciência e do que é 'cientificamente comprovado'. Este é um desafio a ser enfrentado no grupo de estudos que este projeto pretende viabilizar, cujas principais ações e reflexões estão dispostas no tópico a seguir.

Referências bibliográficas

- [1] Khun, T. (1970), **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo, Editora Perspectiva.
- [2] Koyré, A. (), **Estudos históricos do pensamento científico**.
- [3] CNPq/Mast. (1987), **O que o brasileiro pensa da ciência e da tecnologia**. Relatório de pesquisa CNPq, Rio de Janeiro.
- [4] Woolgan, S. (1995), “O fim da cognição? Os estudos de ciência e tecnologia desafiam o conceito de agente cognitivo”, In: **História, ciências, saúde - Manguinhos**, vol. III, nº3 - pp. 105-133.
- [5] Rossi, P. (1989). **Os filósofos e as máquinas; 1400- 1700**. São Paulo, Companhia das Letras.
- [6] Hall, R. (1983), **A revolução na ciência;1500 - 1750**. Lisboa, Edições 70.
- [7] Latour, B. **As visões do espírito**.
- [8] Carvalho, M. (1990), “Karl Popper: a falsificabilidade como critério de demarcação do discurso empírico-científico”, In: Oliva, A.(org.) **Epistemologia: a cientificidade em questão**. Campinas, Papirus.
- [9] Oliva, A. (1990), “Anarquismo epistemológico: última etapa da crítica ao ideal empirista de ciência?”, In: Oliva, A. (org.) **Epistemologia: a cientificidade em questão**. Campinas, Papirus.
- [10] Feyerabend, P. (1989), **Contra o método**. Rio de Janeiro, Francisco Alves.
- [11] _____ . (1987), **Adeus à razão**. Lisboa, Edições 70.
- [12] _____ . (1981) **Philosophical Papers**. Volumes 1 e 2. London, Cambridge University Press.
- [13] Regner, A. (1994), “Feyerabend/Lakatos: ‘adeus à razão’ ou construção de uma nova racionalidade?”, In: Portocarrero, V. (org.). **Filosofia, História e Sociologia das Ciências 1: Abordagens Contemporâneas**. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz.
- [14] **Entrevistas do Le Monde. Idéias Contemporâneas** (1984). São Paulo, Editora Ática.