

Avaliação dos processos tecnológicos a partir da metodologia dos programas de pesquisa científicos de Lakatos

RESUMO

O objetivo do artigo é investigar em que medida a metodologia dos programas de pesquisa científicos (MPPC) de Lakatos, assumida como contexto teórico, pode ser estendida para a tecnologia, incluindo a engenharia e atividades de serviço. Apesar de as diferenças entre ciência e tecnologia serem marcantes, ambas apresentam sucessões que caracterizam, na ciência, um programa de pesquisa, e nas técnicas, uma linha de desenvolvimento tecnológico. O método de investigação do presente artigo envolve o exame de quais aspectos da metodologia e da estruturação das atividades na tecnologia e na engenharia são análogas àquelas das atividades científicas. O resultado do presente estudo é que a aplicação da abordagem lakatosiana para as áreas técnicas pode ser feita em larga medida e de maneira frutífera, permitindo que estas sejam vistas como linhas de desenvolvimento em competição. Nota-se, porém, que em alguns pontos a extensão não é direta, em especial quanto ao papel da falseabilidade para teorias científicas.

PALAVRAS-CHAVE: Imre Lakatos. Metodologia dos Programas de Pesquisa Científicos. Progresso Tecnológico. Competição.

Jorge Eugenio Renner

jorge renner@usp.br

Mestre em Filosofia da Ciência, pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), da Universidade de São Paulo (USP).

Oswaldo Pessoa Jr.

opessoa@usp.br

Doutor em História e Filosofia da Ciência, pela Indiana University, professor do Departamento de Filosofia (FFLCH), da Universidade de São Paulo (USP).

INTRODUÇÃO

Imre Lakatos (1922-1974) tornou-se conhecido na década de 1960 por seu trabalho em filosofia da matemática, ao fundir o método das conjecturas e refutações de Karl Popper com suas próprias concepções sobre a matemática e propor a metodologia dos programas de pesquisa científica (MPPC) na filosofia da ciência (Lakatos, 1979), desta maneira sintetizando as abordagens historicistas, como a de Thomas Kuhn, com o racionalismo associado a Popper.

O seu estudo metodológico vislumbra o desenvolvimento científico como envolvendo 'programas de pesquisa' rivais, cada qual caracterizado por uma sucessão de teorias que conservam um 'núcleo duro' de teses, que os partidários do programa assumem como sendo essenciais para o programa, e, portanto, são consideradas irrefutáveis por decisão metodológica. O programa se desenvolve por modificações no 'cinto de proteção' das teorias, ou seja, por alterações nas partes consideradas não essenciais das teorias, que assim se ajustam às novas observações e permitem aos cientistas fazer novas previsões, a serem subsequentemente testadas.

Lakatos faleceu antes de poder refinar sua MPPC, para responder às objeções levantadas por outros filósofos e historiadores (Laudan, 2011; KAMPIS et al., 2002; BEZERRA, 2004). Dentre as críticas feitas, pode-se mencionar que, nas tradições de pesquisa reais, o que é considerado núcleo duro em uma certa época às vezes é modificado com o passar do tempo. Além disso, a MPPC não abriu espaço para a junção ou síntese de programas rivais. Mesmo assim, por conta de sua simplicidade e fecundidade, a metodologia proposta por Lakatos é uma das mais utilizadas por filósofos para analisar a evolução de áreas científicas.

Neste trabalho, a proposta é estender a aplicação da MPPC para a tecnologia, o que inclui a engenharia e atividades de serviço. Para tanto, foram introduzidas algumas modificações e generalizações na MPPC, mas mantém-se o espírito da abordagem, que é conceber grupos humanos rivais que exercem atividades que se desenvolvem no tempo. A continuidade dos empreendimentos envolve certos mecanismos de seleção que surgem da competição entre os agentes de cada campo, determinando se o empreendimento é 'progressivo' ou 'degenerativo'.

EXTENSÃO DA MPPC PARA A TECNOLOGIA

Lakatos já havia observado certa uniformidade no comportamento humano quando estendeu à ciência suas ideias concebidas inicialmente para a matemática (ver Forrai, 2002, p. 82, nota 2). Levando adiante esta suposição de uniformidade, busca-se uma estruturação semelhante às das atividades científicas no desenvolvimento da tecnologia e no da engenharia em geral, desta forma investigando em que medida o progresso tecnológico pode ser visto sob este foco da filosofia da ciência, o da metodologia lakatosiana. O objetivo inclui não somente a extensão desta metodologia ao progresso da tecnologia, mas também ao da engenharia e mesmo aos processos produtivos de bens e de serviços em geral, mesmo que a distinção entre essas esferas nem sempre seja rígida.

Dos princípios que norteiam a metodologia de Lakatos, um dos mais marcantes é o de descrever a competição entre os cientistas. Seus escritos mostram o desenvolvimento contínuo do conhecimento humano como um

processo histórico entre programas de pesquisa rivais. Na ciência, esta competição entre programas de pesquisa envolve a proposta de teorias que façam novas previsões empíricas, o sucesso de cada uma dessas teorias nos testes empíricos realizados, e a capacidade de cada programa de gerar novas teorias que se adaptem aos testes realizados e proponham novas previsões. Na tecnologia e engenharia, essa competição se dá de maneiras diferentes, e são esses aspectos que serão estudadas a seguir.

Em que aspectos a metodologia e a estruturação das atividades na tecnologia e na engenharia são análogas às daquelas das atividades científicas? O primeiro passo será o de procurar estabelecer os possíveis pontos de correspondência entre os termos e conceitos criados e adotados por Lakatos e os empregados no mundo produtivo. Essa comparação com as atividades na tecnologia e engenharia exigirá, portanto, uma releitura da metodologia lakatosiana e, a cada passo, o exame da possível compatibilidade desta com a prática tecnológica e a produtiva.

APLICANDO A METODOLOGIA

Exploraremos, no restante do artigo, os diferentes aspectos em que se pode estabelecer uma analogia entre a MPPC e a engenharia e tecnologia.

OBJETIVOS

Uma primeira analogia entre a ciência, por um lado, e a tecnologia e a engenharia, por outro, é que ambas são atividades, que se desenrolam historicamente, que visam resultados específicos, ambas se empenhando em obter soluções, guiadas para certos objetivos. Assim, um bom início para nossa tarefa será a determinação dos objetivos de um e outro campo.

A atividade científica visa o conhecimento e tem por objetivo obter teorias explicativas dos fenômenos naturais que permitam previsões a respeito desses fenômenos. A tradição 'realista' na filosofia da ciência considera que buscar a verdade é o objetivo principal da ciência. A concepção de Lakatos se afasta deste realismo, e todo esforço de sua MPPC é justamente dar conta do progresso científico a partir de seu sucesso em fazer novas previsões e de gerar novas teorias (para serem comparadas com os dados empíricos). Autores antirrealistas geralmente salientam que o objetivo da ciência é apenas a 'adequação empírica', ou seja, a correspondência entre suas previsões empíricas e os dados empíricos.

Já a atividade na tecnologia e na engenharia busca o controle de tais fenômenos e sua utilização. Mais especificamente, a atividade da tecnologia busca o controle, o domínio efetivo e prático desses fenômenos, para a criação de um recurso tecnológico, um dispositivo útil, um modo prático de realizar algo a ser utilizado em outra área. Na engenharia, na atividade industrial, visa-se a fabricação seriada de um produto, a realização de uma obra, o fornecimento continuado de algum serviço, pretendendo a satisfação de seus compradores, de modo a assegurar a continuidade do empreendimento.

A CONTINUIDADE

Talvez seja esta a característica mais importante do pensar lakatosiano sobre as atividades científicas: dar conta de como elas se mantêm atuantes, quase perenemente. Na ciência contemporânea, é patente a existência de tradições de pesquisa, cada qual desenvolvendo versões novas de teorias para explicar as observações. Em cada tradição, as teorias se sucedem, ligadas por uma continuidade. Lakatos denomina essas séries de teorias de programas de pesquisa, atribuindo-lhes características mais complexas. A continuidade seria garantida pela manutenção de um ‘núcleo duro’, como será descrito mais adiante.

Também neste aspecto os programas de pesquisa científica têm muito em comum com as linhas do desenvolvimento tecnológico, estabelecidas igualmente de antemão por um laboratório ou instituição. Nas atividades produtivas da tecnologia e da engenharia, não só é possível identificar e avaliar linhas contínuas de desenvolvimento tecnológico e de progresso, como essa continuidade lhes é essencial. Entende-se como óbvia a necessidade de sua permanência, da perenidade do parque industrial. Da mesma forma que os programas de pesquisa na ciência, um plano de ação – business plan – deve estabelecer as garantias de sua continuidade futura. As grandes descobertas tecnológicas se sucedem, técnicas de engenharia novas suplantam as anteriores, os métodos produtivos evoluem constantemente. Algumas tecnologias encontram em seu desenvolvimento etapas ou fases de progresso, de edições de tecnologia aperfeiçoada, ou gerações, cujos exemplos típicos são os dos chips de microprocessadores, e, o mais evidente, o dos telefones celulares, ambos marcados por ‘gerações’ de desenvolvimento, 2G, 3G, 4G. Conhecidos são, também, os exemplos na indústria automobilística, onde periodicamente são editadas novas versões do mesmo produto básico, o automóvel – neste caso apenas visando atrair mais interesse para o produto, mesmo sem inovação tecnológica relevante, mas apenas aparente, assegurando, porém, a continuidade do negócio, a de vender carros.

Desta forma, pode-se traçar uma correspondência entre a sucessão de teorias científicas, em constante evolução, capazes de fornecer previsões de fenômenos – o programa de pesquisa – e as linhas de desenvolvimento tecnológico, versões tecnológicas e versões de produtos ou serviços, umas substituindo outras nos empreendimentos.

O NÚCLEO DO PROGRAMA

Quando os cientistas esboçam um programa da pesquisa científica, Lakatos entende que eles selecionam um conjunto de teses centrais que se tornam inquestionáveis por decisão metodológica dos envolvidos, como uma ‘convenção’. Este conjunto de teses constitui o ‘núcleo duro’ (hard core) do programa, que deverá resistir à investida dos testes experimentais a serem executados. Sendo considerado irrefutável, o núcleo duro não deverá ser alterado por questionamentos externos, nem por resultados aparentemente contrários fornecidos pelos experimentos, nem por ataques de teorias rivais.

Na tecnologia e engenharia, o análogo a este núcleo duro lakatosiano seria o conceito básico de determinada solução tecnológica, ou o conceito-mãe do produto industrial, obra ou serviço prestado. Os ‘conceitos’ são objeto de patentes, dispõem de proteção jurídica, sigilo e legislação protetora dos direitos

adquiridos por seu desenvolvimento. Os produtos têm uma vida útil limitada, e quando o ciclo de vida de um produto chega ao fim, a instituição o substitui, mantendo o conceito.

O núcleo duro lakatosiano corresponde ao conceito por trás da geração de produtos. De maneira análoga ao caso científico, a manutenção do conceito favorece a continuidade do nome da instituição, sua solidez econômica. Se a tecnologia concorrente vencer uma batalha, se o produto for sobrepujado por outros, se o serviço prestado se mostrar superado, antiquado, poderá ser necessário substituí-lo, assim como poderá ser substituída uma teoria. Porém, procura-se manter o conceito e com ele a instituição, desenvolvendo outro produto, mesmo que com algum sacrifício, assim como é penoso o abandono de uma teoria outrora promissora. Aqui também valem as observações que Lakatos destaca para a ciência: o produto pode voltar a ser aceito mais tarde, por algum modismo até. Alguma ineficiência de um produto, de um serviço, pode ser contornada por uma publicidade adequada, para tornar o bem aceito pelo mercado.

Para ilustrar, pode-se considerar o exemplo da indústria automobilística, que desenvolve um 'carro-conceito', não apenas o protótipo de uma série a ser produzida, mas planejado para ser um programa de fabricação, incorporando alguns pontos básicos que caracterizarão os diversos modelos sucessivos e que o distinguirão dos demais. A exemplo, pode-se lembrar o primeiro modelo do Volkswagen, elaborado por Porsche, cujos pontos característicos fundamentais foram mantidos por sete décadas.

A HEURÍSTICA NEGATIVA

O termo 'heurística negativa' é usado por Lakatos para se referir ao papel que as regras metodológicas possuem de assegurar uma defesa do programa de pesquisa contra quaisquer anomalias que venham a se apresentar, ou seja, contra qualquer dado empírico não explicado pela teoria. Para tanto, a heurística negativa deve "articular ou mesmo inventar 'hipóteses auxiliares'" (Lakatos, 1979, p. 163). Este conjunto de hipóteses e explicações constitui o 'cinto de proteção' do programa de pesquisa, estabelecido por convenção entre os membros do grupo de cientistas envolvidos. O cinto de proteção pode ser alterado para que a teoria obtenha mais sucesso em suas previsões, mantendo-se intacto porém o núcleo duro do programa.

Analogamente nas empresas, o modelo de produto, o serviço ou a solução tecnológica podem não ser satisfatórios em algum ponto, podem apresentar deficiências, efeitos indesejáveis ou não previstos e, em alguns aspectos, ferir o ambiente, a saúde, a moral, ou podem não atender à legislação em vigor, a estética ou o bom gosto. Nesses casos, rapidamente são encontradas soluções que blindam o conceito contra as críticas e os ataques adversos. São, então, encontradas explicações, interpretações e comparações, desenvolve-se todo um trabalho para assegurar a boa imagem da tecnologia proposta, a boa reputação da solução tecnológica oferecida ou do produto ou serviço, de modo semelhante ao que Lakatos descreve como sendo um cinto de proteção do conceito básico. A publicidade, enganosa ou não, tem papel importante neste processo. Defende o

produto, o serviço, visando sua boa aceitação pelo mercado consumidor, sempre no intuito de preservar a instituição e seus agentes.

A HEURÍSTICA POSITIVA

Em sentido oposto, a heurística positiva, consistindo de regras metodológicas com a proposição do caminho a ser seguido, tem por objetivo assegurar ao programa de pesquisa sua continuidade, de modo a resistir às anomalias que vierem se apresentando, quer teóricas, quer de origem experimental. Estas atitudes dos cientistas fazem lembrar, na tecnologia, todo o movimento de inovações, aperfeiçoamentos, aumentos de capacidade e de valor dos produtos e serviços, apesar da ocorrência de deficiências. Novas 'revisões' da tecnologia ou do produto, acompanhadas da força do marketing possível, visam criar imagem renovada do que havia sido oferecido. São apresentados aperfeiçoamentos da ideia inicial. Produzem-se acessórios, periféricos, soluções auxiliares e, mediante este movimento de crescimento e inovação, objetiva-se deixar na sombra as falhas encontradas.

AUMENTO DO CONTEÚDO EMPÍRICO

Uma vez exposta uma teoria às considerações da comunidade científica, ocorrem naturalmente avaliações e críticas, de modo semelhante ao que se dá na apresentação de uma nova tecnologia ou um novo produto ao mercado consumidor, um novo serviço a usuários, que pode ser aceito ou rejeitado em diferentes graus. Qual o critério de sucesso para uma nova teoria? Qual o critério de sucesso para um novo produto?

O tradicional critério para julgar satisfatória uma teoria era o grau de concordância com os fatos observados, ou seja, seu grau de confirmação. Karl Popper inverteu esta análise, ao defender que o evento mais importante da metodologia científica é o falseamento de uma teoria, ou seja, uma não concordância entre as previsões de uma teoria e os fatos observados. Quando uma teoria é falseada, mostra-se que há algum erro na teoria, abre-se espaço para a elaboração de novas teorias, e assim estimula-se o progresso da ciência. Quanto mais situações hipotéticas puderem falsear a teoria, maior seu grau de falseabilidade; em outras palavras, maior o seu 'conteúdo empírico' (Popper, 1975, p. 332).

O 'conteúdo empírico' de uma nova teoria é avaliado antes da realização de um teste empírico. O aumento de conteúdo empírico, em uma nova teoria do programa de pesquisa, é visto por Lakatos como um sinal de que o programa é 'teoricamente progressivo', pois gera novas propostas a serem testadas. Pode acontecer, porém, que esta nova proposta teórica não passe pelos testes experimentais. Neste caso, os cientistas voltam a modificar suas teorias em busca de uma nova proposta. Mas se a nova teoria for corroborada pelos testes empíricos, este sucesso é expresso por Lakatos dizendo que o programa se mostrou 'empiricamente progressivo'.

'Força heurística' ou poder explicativo é o termo técnico empregado "a fim de caracterizar a força de um programa de pesquisa para antecipar teoricamente fatos novos em seu crescimento". Pode até ocorrer que estes fatos previstos não

sejam confirmados em testes experimentais, mas se o programa tiver força heurística, ele gerará novas teorias a serem testadas. Segundo Lakatos (1979, p. 191, nota 239), é pela força heurística que um programa de pesquisa, demonstrando êxito, pode suplantado um programa rival. Na tecnologia, à 'força heurística' pode-se fazer corresponder a capacidade de gerar novos projetos.

No entanto, não há nas atividades produtivas um análogo direto ao grau de falseabilidade, ou do 'conteúdo empírico' conforme definido acima. Um cientista popperiano busca elaborar uma teoria que é facilmente testável, e que pode muito bem ser falseada; neste caso, ele pode ficar triste com o fracasso de sua teoria, mas ele sabe (por ser popperiano e lakatosiano) que isso é benéfico para seu programa de pesquisa, pois novas propostas teóricas serão desenvolvidas. No caso da produção, um produtor geralmente não está interessado em fazer apostas arriscadas, mas sim em alcançar um bom nível de vendas com uma aposta pouco arriscada. O produtor não se interessa pelo análogo da falseabilidade, ou seja, não busca que seu produto tenha um alto potencial de fracasso; pelo contrário, deseja que em qualquer conjuntura possível o seu produto tenha sucesso.

No entanto, para uma área tecnológica vista de maneira global, o fracasso de um determinado produto (como um perfume de um certo perfil) pode levar a um aprendizado a respeito de qual caminho não deve mais ser trilhado. Assim, é preciso distinguir a questão vista de uma perspectiva global da questão vista de uma perspectiva individual. A análise lakatosiana da ciência adota a perspectiva global, buscando critérios que favoreçam a eficácia da ciência enquanto instituição social. No caso da tecnologia, a perspectiva do produtor visa principalmente o seu próprio sucesso, e o análogo do falseamento (o fracasso de um produto) não é buscado. Porém, de uma perspectiva global, o fracasso de um produto tecnológico é importante para os rumos posteriores da área. Por exemplo, o acidente de Chernobyl foi importante para a melhoria da produção de energia nuclear, vista globalmente.

Portanto, o fracasso de um produto tecnológico pode trazer benefícios globais, mas via de regra não se vê o potencial de fracasso de um produto como algo desejável, da maneira como Popper vê a falseabilidade (o potencial de refutação) como desejável.

PROGRESSO TEÓRICO E EMPÍRICO

O progresso dos programas, como visto acima, inclui em sua concepção a transferência de problemas que não foram resolvidos, de uma teoria do programa para uma nova teoria. Esta pode solucionar o problema ou não: neste último caso, a anomalia continua sem solução, mas o programa de pesquisa continua. Então, apesar de os problemas existirem e afetarem negativamente o programa, "se a teoria nova tiver algum excesso de conteúdo empírico em relação à sua predecessora, isto é, se ela predisser algum fato novo, até então inesperado", ela será dita "teoricamente progressiva (ou 'constituirá uma transferência de problemas teoricamente progressiva')" (Lakatos, 1979, p. 144). Então, apesar dos percalços, o programa de pesquisa é considerado teoricamente progressivo e, com o passar do tempo, pode vir a se impor pelo progresso empírico, se o seu conteúdo teórico vier a ser mais e mais corroborado. Em caso oposto, a quantidade de previsões teóricas pode vir declinando, ou ainda, não lograr sua corroboração pela

experiência. O programa vai então, aos poucos, degenerando, teórica ou empiricamente, em favor de outros que possuam maior conteúdo empírico e progressão nos resultados, respectivamente.

Para estes casos de transferência de problemas observados em teorias e modelos, sendo vários os citados pelo autor, a analogia com os processos produtivos, quer progressiva, quer degenerativa, também é válida. Mesmo sem os resultados esperados, operando sem lucro, a indústria ou o serviço podem continuar sua atividade – o desenvolvimento tecnológico sendo incentivado, forçado, apesar de a empresa apresentar prejuízo – e, ainda assim, subsistir por meio de providências administrativas, aportes de capital, novos investimentos. Observe-se que a transferência de problemas dos projetos e planos do empreendimento pode ocorrer normalmente, correspondendo a um progresso teórico, se houver mais perspectivas de sucesso, ou a uma degenerescência teórica, se as previsões forem de insucesso.

A transferência de problemas é típica na engenharia, como também no desenvolvimento tecnológico. O que não se pode resolver de imediato, posterga-se, não por desleixo ou desinteresse, mas por estratégia. A dificuldade encontrada poderá, eventualmente, encontrar solução por caminhos antes insuspeitos, por contribuições inesperadas de outros ramos da tecnologia; poderá, também, ser simplesmente superada, advindo algum fato novo na história do sistema produtivo. Desta forma, os problemas são observados e competem à investida da heurística negativa, ou seja, à defesa da imagem dos produtos mediante esclarecimentos devidos aos usuários, à força da publicidade.

A COMPETIÇÃO

Enquanto na ciência, dada a rivalidade entre teorias, a competição, os sucessos e os malogros são dissimulados em um ambiente com a aura de ‘procura da verdade e do conhecimento da natureza’ em prol do bem-estar humano, na tecnologia, no mundo da produção material e de serviços, a disputa ferrenha pela superação entre os competidores é aberta e seus protagonistas não escondem a obsessão pelo lucro, pelo sucesso corporativo e individual, ainda que declarando outros objetivos mais nobres. Mesmo assim, é fácil identificar a analogia desses episódios de competição corporativa no mundo da produção e no das inovações tecnológicas com episódios similares de rivalidade que ocorrem entre comunidades científicas, quando envolvidas em pesquisas na mesma área de conhecimento.

A competição tem até aspectos favoráveis, por incentivar a criatividade e acelerar a atividade, quer científica, quer produtiva. Sob uma visão lakatosiana ela é normal na atividade científica e na humana em geral. É no embate de duas ou mais teorias rivais que se dá o processo de desenvolvimento de uma nova solução. Esta competição na ciência encontra analogias na indústria, onde, da mesma forma, surgem produtos inovadores, para suplantar os dos concorrentes: um produto novo, resultado de elaboração tecnológica mais recente, mais apurada e apoiada em técnicas ou desenvolvimentos anteriores, suplanta o antigo. Até mesmo a existência de monopólios industriais, empresariais, comerciais ou estatais encontra paralelo na ciência: não são raros os exemplos de teorias que se impõem graças a sua heurística vigorosa, tentando solapar as demais divergentes,

mesmo aquelas que, mais tarde, encontrem respaldo melhor na corroboração empírica.

Entretanto, além dos aspectos metodológicos, Lakatos considera outros fatores, que podem ser denominados cognitivos, como a simplicidade das teorias, além do poder explicativo, adequação empírica, consistência e fecundidade. Quais seriam os fatores, na tecnologia e na indústria, correspondentes aos valores cognitivos da ciência? Surge como clara a associação a todas as qualidades atribuídas aos produtos e aos serviços oferecidos ao consumo pela própria publicidade que os promove: conforto, estética visual, ser agradável ao paladar, olfato e tato, o uso fácil, e tantos outros, normalmente reunidos sob a denominação de ‘características técnicas’. As qualidades dos produtos e serviços são rigorosamente mensurados, publicados, fiscalizados, pois terão importância fundamental na opção pelos consumidores entre as ofertas disponíveis. Assim, a forma da competição e a tomada de decisões na indústria é totalmente diferente daquelas da ciência.

Porém, pode-se também argumentar, de um ponto de vista ‘sociológico’, que o objetivo dos cientistas é também o reconhecimento pelos pares, a quantidade de citações, a obtenção de prêmios e eventuais ganhos financeiros. Nas áreas tecnológicas, pode-se dizer que o sucesso da linha de desenvolvimento é medido pela aceitação da tecnologia, do produto ou do serviço. Este seria o objetivo que norteia os pesquisadores das áreas técnicas, em analogia com a análise de Lakatos. Mas há também as motivações que podem ser chamadas sociológicas, e que guiam as instituições tecnológica, industrial e de serviços: o resultado econômico.

Lakatos deixa claro que nenhum programa de pesquisa é abandonado, e nem deve sê-lo, se não houver um programa rival, com capacidade maior de obter previsão com sucesso de fatos novos, ou seja, com maior força heurística. Por exemplo, nos séculos de evolução para a telegrafia, as substituições de tecnologias empregadas para as transmissões de mensagens obedeceram a esse princípio, ainda que houvesse outros fatores para desencadear certas mudanças históricas (para um detalhamento desta evolução e um estudo de caso sobre o telex no Brasil, ver Renner, 2011).

CONCLUSÃO

Este ensaio apresenta uma comparação entre ciência e tecnologia, investigando em que medida a metodologia dos programas de pesquisa científicos de Lakatos pode ser estendida para a tecnologia, incluindo a engenharia e atividades de serviço. Não se trata de discutir em detalhe as metodologias usadas na engenharia e nas atividades tecnológicas e empresariais, mas de adotar uma perspectiva de análise que permita entender o desenvolvimento dos diferentes programas de atividade tecnológica e empresarial. A conclusão é que esta extensão pode ser feita em larga medida e de maneira frutífera, apesar de em alguns pontos a extensão não ser direta.

As diferenças entre ciência e tecnologia são marcantes. O objetivo geral da ciência é adquirir conhecimento verdadeiro ou que manifeste adequação empírica; as técnicas visam a criação de dispositivos úteis, fabricação de produtos rentáveis, realização de uma obra ou fornecimento de serviço.

Porém, ambas apresentam sucessões que caracterizam, na ciência, um programa de pesquisa, e nas técnicas, uma linha de desenvolvimento tecnológico. Na ciência, um programa é constituído por uma sucessão de teorias, unidas pelo compartilhamento de um núcleo duro, sendo que o chamado cinto de proteção (heurística negativa) contempla as modificações e adaptações do programa ao ambiente de dados científicos e programas rivais. Nas áreas técnicas, o programa envolve uma sucessão de dispositivos, protótipos ou modelos de serviço. Os correspondentes ao núcleo duro, nas tecnologias, são o 'cerne' tecnológico do processo, ou o 'conceito' do produto ou do serviço. Este cerne ou conceito é mantido ao longo do desenvolvimento do produto ou serviço. A heurística negativa envolveria todo o trabalho de manutenção do sucesso da linha de desenvolvimento, o que inclui a defesa da imagem da tecnologia, campanhas de explicações e correções de falhas.

Na ciência, segundo Lakatos, o sucesso de um programa de pesquisa é medido pela capacidade de prever fatos novos (progresso teórico) e pela corroboração destas previsões em testes experimentais (progresso empírico). O análogo aos programas de pesquisa científicos teoricamente progressivos é o aumento nas previsões de sucesso de um produto ou serviço, ao passo que o análogo aos programas empiricamente progressivos é o aumento nas realizações de sucesso.

Na ciência, a heurística positiva estipula as regras metodológicas que sugerem os caminhos a serem seguidos na modificação das teorias. Nas técnicas, a heurística positiva inclui estratégias de expansão e aperfeiçoamento da tecnologia, novas versões dos produtos e novas formas do serviço prestado, mantendo-se o conceito original do programa de desenvolvimento. Ambos os campos são marcados pela competição: na ciência, entre os programas de pesquisa científicos, e nas técnicas, entre tecnologias rivais, entre empresas concorrentes.

A maior diferença entre a atividade científica e as técnicas é quanto ao papel da falseabilidade de teorias. A falseabilidade é a possibilidade de uma teoria ser falseada, e é considerada por Popper e Lakatos como uma importante característica de uma boa teoria científica. Nas áreas técnicas, o análogo da falseabilidade não é desejado, pois um produtor geralmente não está interessado em fazer apostas arriscadas. Nota-se porém que, de uma perspectiva global, o fracasso de um produto pode ser benéfico para outros desenvolvimentos posteriores.

Em suma, conclui-se que a abordagem lakatosiana à ciência pode ser estendida de maneira frutífera para as áreas técnicas, permitindo que estas sejam vistas como programas de desenvolvimento em competição. Tanto a ciência quanto a tecnologia envolvem grupos humanos rivais que exercem atividades que se desenvolvem no tempo. A continuidade dos empreendimentos envolve mecanismos de modificação e seleção que surgem da competição entre os agentes de cada campo, determinando se os programas serão progressivos ou não.

Evaluation of technological processes from the perspective of Lakatos' methodology of scientific research programmes

ABSTRACT

The aim of this paper is to investigate to what extent Lakatos' methodology of scientific research programmes, taken as our theoretical context, can be extended to technology, including engineering and service activities. In spite of the striking differences between science and technology, each presents a succession which in science constitutes a research programme and in engineering constitutes lines of technological activity. The method of investigation of the present paper involves the examination of which aspects of the methodology and structure of technology and engineering are analogous to those of scientific activities. The result of the present study is that the application of the Lakatosian approach to technical fields can be done to a large extent and in a fruitful way, allowing these to be seen as lines of development in competition. One notes, however, that for some points the extension is not direct, especially regarding the role of falsifiability in scientific theories.

KEYWORDS: Imre Lakatos. Methodology of Scientific Research Programmes. Technological Progress.Competition.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, V.A. Schola quatorum: progresso, racionalidade e inconsistência na antiga toeira atômica. Parte II: crítica à leitura lakatosiana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 206-237, abr. 2004.

FORRAI, G. Lakatos, reason and history. In: KAMPIS, G.; KVASZ, L.; STÖLTZNER, M. (orgs.), **Appraising Lakatos: mathematics, methodology, and the man**. Dordrecht: Kluwer, 2002, pp. 73-84.

KAMPIS, G.; KVASZ, L.; STÖLTZNER, M. (orgs.), **Appraising Lakatos: mathematics, methodology, and the man**. Dordrecht: Kluwer, 2002.

LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: Lakatos, I.; Musgrave, A. (orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. Trad. O.M. Cajado. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1979, pp. 109-243. Original em inglês: 1970.

LAUDAN, L. **Progresso e seus problemas**. Trad. R. Leal Ferreira. São Paulo: UNESP, 2011. Original em inglês: 1977.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. Trad. L. Hegenberg & O. Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1974. Original em alemão: 1934.

RENNER, J.E. **A visão lakatosiana da ciência, aplicada à tecnologia e à engenharia: o caso do telex nacional**. Dissertação de mestrado no Departamento de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo, 2011.

Recebido: 20 jun. 2015.

Aprovado: 15 dez. 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v12n24.3017>

Como citar: RENNER, J. E.; PESSOA JR., O. Avaliação dos processos tecnológicos a partir da metodologia dos programas de pesquisa científicos de Lakatos. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 12, n. 24, p. 1-26, jan./abr. 2016. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3017>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Oswaldo Pessoa Jr.

Rua Professor Guilherme Milward, 68. São Paulo – SP, Brasil. CEP: 05506-000

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

