

EM BUSCA DE UM PERFIL EPISTEMOLÓGICO PARA A PRÁTICA EDUCACIONAL EM FÍSICA

MION, Rejane Aurora
ANGOTTI, José André Peres

(Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa (PR)/Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba-Paraná – Brasil. E-mails: ramion@uepg.br/rejane.mion@utp.br e Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis(SC) – Brasil. E-mail: angotti@ced.ufsc.br)

Resumo

Procuramos fazer uma comparação entre programas de investigação científicos em Lakatos (1978 e 1979) e programas de investigação-ação educacionais crítico-ativos, buscando assim o perfil epistemológico e apontando onde a ciência pode iluminar a nossa prática, os nossos problemas de ensinar e aprender. Nas idéias de Lakatos buscamos complementos para as estruturas de um programa de investigação-ação educacional na formação inicial de professores, bem como a orientação para a reconstrução racional da própria prática. Não estamos querendo priorizar as ciências naturais nas ciências sociais, mesmo porque essa visão de mundo não daria conta dos problemas no ensino. São visões distintas. Trata-se de buscar bases epistemológicas para o fazer educativo.

Palavras-chave: Programas de Pesquisa; Bases Epistemológicas para o Fazer Educativo; Formação de Professores; Reconstrução Racional e Progresso Científico.

Introdução

Nesse trabalho a tarefa é construir mediações entre programas de investigação científica lakatosiana e de investigação-ação educacional. Explicitar como se dá o progresso da ciência educativa. Esse é o eixo maior que vai nos servir de indicação para aproximações e diferenciações. O caminho é a reconstrução racional. Para reconstruir e dar uma lógica coerente aos dados de campo, utilizamos o viés de programas de pesquisa.

A intenção é incorporar esse conhecimento, essa maneira de ver como a ciência progride, e voltar aos registros – dados de campo – para reconstruí-los racionalmente, reconstruindo assim a história da própria prática educacional à luz da contribuição de Lakatos (1978 e 1979). Significa dar um perfil epistemológico ao trabalho. Estabelecendo aproximações entre o Programa de Investigação Científica Lakatosiano (PICL) e Programa de Investigação-Ação Educacional Crítico-Ativo (PIAE) que desenvolvemos, abriremos caminho para a reconstrução racional da história da própria prática educacional, e, conseqüentemente, a produção do conhecimento científico-educacional em Física.

Consideramos que o PIAE é um caminho, com pressupostos bem definidos, para se construir a prática educacional e elucidar como se dá o processo de conhecimento na profissionalização do educador e de como otimizá-lo. Compreendemos que não estudamos epistemologia apenas para entender a ciência. Mas também, e nesse caso, principalmente para apontar onde ela, isto é, a compreensão do processo de construção do conhecimento, pode iluminar a nossa prática investigativa ativa na problemática de ensino-aprendizagem. Por exemplo, como fazer uma reflexão mantendo a interlocução permanente entre teoria e prática?

O objetivo é buscar alternativas no sentido de se compreender um pouco mais o processo de construção de conhecimento. Partimos das diferenças entre a epistemologia

lakatosiana e a produção do conhecimento científico em uma proposta educacional dialógica na formação de professores de ciências naturais (Física). Após fazer uma demarcação das diferenças entre o que Lakatos propõe e um programa de investigação-ação educacional, indicamos possíveis mediações que representem resultados preliminares.

Um programa de investigação-ação na formação de professores de ciências naturais pode ser entendido como uma maneira de *organizar processos de ilustração* (Habermas, 1987 b). Cada hipótese construída requer um procedimento para testá-la e, com isso, obtemos a resposta a um problema. No nosso caso, um problema que verse sobre as práticas educacionais em ciências naturais. Em escala menor, cada planejamento ou cada atividade educacional planejada é um experimento construído que vai ser desenvolvido e testado na ação. Cada observação registrada equivale a dados coletados, informações registradas que serão, na auto-reflexão e reflexão, analisadas. A reflexão é coletiva, análise crítica introspectiva, retrospectiva e prospectiva que aqui estamos denominando comparativamente de *reconstrução racional* (Lakatos, 1978).

É possível assentar bases epistemológicas para o *fazer educativo*, a partir da *reconstrução racional* da própria prática e da proposta educacional construída e desenvolvida. Para isso, é necessária uma aproximação teórico-prática entre programas de investigação científica lakatosiana e programas de investigação-ação educacional.

Com essas bases, como podemos pensar e agir em relação às práticas educacionais para caminharmos no sentido à libertação sócio-cultural, com apoio em conhecimentos científicos? Nessa perspectiva, propomo-nos a responder às seguintes questões: é possível pensar os pressupostos epistemológicos e metodológicos dos PIAE no contexto de um PICL? Como se desenvolve o conhecimento científico na visão lakatosiana? Sua plataforma pode alicerçar um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo na formação de professores?

O QUE JUSTIFICA A ESCOLHA PELA EPISTEMOLOGIA LAKATOSIANA?

A importância da epistemologia lakatosiana reside na existência de uma teoria da racionalidade científica. Estabelece traços que distingue ciência de pseudociência. Se quisermos caminhar no sentido de produção do conhecimento científico-educacional, é preciso fazer para se diferenciar do que tem caracterizado a formação dos profissionais da educação. *A demarcação entre ciência e pseudociência não é um mero problema de filosofia de salão: é de vital relevância social e política* (Lakatos, 1978, p. 11).

Nosso “fazer diferente” está no contexto da formação de professores. O núcleo desse “fazer diferente” está na produção do conhecimento científico-educacional; por isso a concepção de pesquisa e de conhecimento são importantes, desde que se pretenda fazer ciência. Essa aproximação entre PICL e PIAE torna-se possível pois Lakatos (1978) realçou um certo cunho ou núcleo convencional operante no jogo da ciência. Para isso, ele apresentou a sua doutrina da *metodologia dos programas de investigação científica* que, ora de uma forma ora de outra, vão decompondo, em seus elementos, o movimento da prática histórica da ciência e com isso nos diz como a ciência progride.

Para ele, a ciência é a mais respeitável forma de conhecimento. A teoria de Newton é a mais poderosa que a ciência produziu, mas o próprio Newton nunca acreditou que os corpos se atraem à distância. Com isso, Lakatos mostra que não é o grau de adesão às crenças que as transforma em conhecimento. Para ele, o traço distintivo do comportamento científico é um certo ceticismo mesmo em relação às teorias mais acalentadas. Afirma que o valor cognitivo de uma teoria não tem nada a ver com a sua influência sobre a mente das pessoas. Para ele, o valor científico de uma teoria depende apenas do suporte objetivo que essas conjecturas

encontrem nos fatos. No raciocínio científico, as teorias são confrontadas com os fatos; uma das condições centrais do raciocínio científico é que as teorias devam ser sustentadas pelos fatos.

Lakatos pergunta: qual é o traço distintivo da ciência? Ao responder, defende a *metodologia dos programas de investigação científica*. Em primeiro lugar, reivindica que a unidade descritiva típica das grandes realizações científicas não é uma hipótese isolada, mas antes um *programa de investigação*. A ciência não é simplesmente ensaio e erro, uma série de conjecturas e refutações. Diz Lakatos que a ciência newtoniana, por exemplo, não é simplesmente um conjunto de quatro conjecturas – as três leis da mecânica e a lei da gravitação –, mas estas quatro leis constituem apenas o “núcleo” do programa newtoniano. E este núcleo é fortemente defendido da refutação por uma vasta *cintura protetora* de hipóteses auxiliares, somado à condição, igualmente ou mais importante, de que o programa de investigação tem também uma “heurística” – que significa um poderoso mecanismo para solucionar problemas e que, com a ajuda de técnicas matemáticas sofisticadas, digere anomalias e até as transforma em comprovações.

Salienta também Lakatos que a unidade básica de apreciação não deve ser uma teoria isolada ou uma conjunção de teorias, mas sim um programa de investigação, com um centro firme convencionalmente aceito (e deste modo a mercê de uma decisão provisória irrefutável) e com uma heurística positiva que define os problemas, esboça a construção de uma cintura de hipóteses auxiliares, prevê anomalias e transforma-as vitoriosamente em exemplos, tudo de acordo com um plano pré-concebido.

A teoria da gravitação de Newton, a teoria da relatividade de Einstein, a Física quântica, o marxismo, o freudismo, são para Lakatos *programas de investigação*, cada qual com um núcleo característico e fortemente defendido, uma cintura protetora mais flexível e cada qual com seu elaborado mecanismo para solucionar problemas. Ao dizer isso, Lakatos (1978) lembra também que todos os programas de investigação que admira têm uma característica comum: todos predizem fatos novos, fatos que programas anteriores ou rivais não tinham sequer idealizado ou tinham até contradito. Em um programa de investigação progressivo, a teoria conduz a fatos novos, até então desconhecidos. Em programas degenerativos, as teorias são fabricadas meramente para enquadrar fatos conhecidos.

O QUE É RECONSTRUÇÃO RACIONAL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA?

Para definir reconstrução racional da história da ciência e com isso testar sua metodologia de programas de investigação científica como uma teoria da racionalidade científica, Lakatos (1978) realiza a reconstrução racional do programa copernicano.

Ao analisar o programa de investigação copernicano, ele afirma que o problema central da filosofia da ciência é o problema da apreciação normativa de teorias científicas e, em particular, o problema da enunciação de condições universais em relação às quais uma teoria é científica. O problema da demarcação generalizada está intimamente ligado ao problema da racionalidade da ciência, e a solução deve proporcionar orientação relativa a saber quando é que a aceitação de uma teoria científica é racional ou irracional. Ele exemplifica dizendo que ainda não existe qualquer critério universal sobre o qual se tenha chegado a acordo e com base no qual possamos afirmar se a rejeição da teoria copernicana pela igreja em 1616 e/ou se a rejeição da genética mendeliana pelo partido comunista soviético em 1949 foram ou não racionais.

Lakatos (1978) define o termo “revolução copernicana” como a hipótese segundo a qual é a Terra que se move em torno do Sol e não vice-versa. Ou, diz ele para ser mais preciso, o próprio sistema fixo de referência para o movimento planetário é constituído pelas

estrelas fixas e não pela Terra. Por acaso, a revolução copernicana pode explicar-se como racional com base na metodologia dos programas de investigação científica. Assim, define metodologia de investigação científica como a definição universal de progresso, representando uma melhoria em comparação às anteriores metodologias demarcacionistas. Ao caracterizar a metodologia dos programas de investigação científica diz que sua unidade de apreciação não é uma hipótese ou uma conjunção de hipóteses. Que um programa de investigação é antes um tipo especial de mudança de problemática. Consiste numa série de teorias em desenvolvimento e estruturadas. A partir da especificação da unidade da ciência como um programa de investigação, Lakatos passa a estabelecer as leis para a apreciação de programas. Define um programa de investigação como teoricamente progressivo se cada modificação conduzir a novas e inesperadas previsões. E é empiricamente progressivo se pelo menos algumas destas novas previsões forem corroboradas. O exemplo supremo de um programa progressivo é oferecido pelo programa de Newton, pois este antecipou com êxito fatos novos, como o regresso do cometa Halley, a existência e a trajetória de Netuno e o abaulamento da Terra. Salienta o autor que um programa de investigação nunca resolve todas as suas anomalias; as refutações são sempre abundantes. Mas o que importa, segundo Lakatos, são uns poucos sinais dramáticos de progresso empírico. Esta metodologia contém uma noção de progresso heurístico: as sucessivas modificações da cintura protetora devem obedecer ao espírito da heurística.

Então, segundo Lakatos (1978), Copérnico não criou um programa completamente novo; ressuscitou a versão de Aristarco do programa platônico. O centro firme deste programa é a afirmação de que as estrelas fornecem o quadro de referência essencial para a Física. Assevera o autor que Copérnico não inventou uma nova heurística, mas tentou restaurar e rejuvenescer a heurística platônica. Sendo assim, do ponto de vista da metodologia de programas de investigação científica, o programa copernicano não foi posteriormente desenvolvido, mas, antes, abandonado por Kepler, Galileu e Newton. Isto é consequência direta da mudança de ênfase das hipóteses de “núcleo firme” para a heurística.

Lakatos (1978) conclui dizendo que a revolução copernicana tornou-se uma grande revolução científica não porque tenha modificado a *weltanschauung* europeia, nem porque se tornou também uma mudança revolucionária da visão do homem do seu lugar no universo, mas simplesmente porque foi cientificamente superior. Isto significa, a seu ver, que o programa de Copérnico foi superior ao de Ptolomeu em todos os três critérios habituais utilizados para apreciar os programas de investigação: progresso teórico, empírico e heurístico. Predisse um largo leque de fenômenos, foi corroborado por fatos novos e, a despeito dos elementos degenerativos do *De Revolutionibus*, tinha mais unidade heurística do que o *Almagesto*. Os próprios problemas do historiador são determinados pela teoria da apreciação. Neste caso, Lakatos defende que

todos os historiadores da ciência que distinguem entre progresso e degenerescência, ciência e pseudociência, são obrigados a utilizar uma premissa de apreciação do “terceiro mundo” ao explicarem a mudança científica. É o uso de uma tal premissa nos esquemas explicativos que descrevem a mudança científica que chamei “reconstrução racional da história da ciência”. Existem diferentes reconstruções racionais rivais para qualquer mudança histórica e uma reconstrução é melhor do que outra se explica uma maior quantidade de história da ciência; isto é, as reconstruções racionais da história são programas de investigação, com uma apreciação normativa como núcleo firme e hipóteses psicológicas (e condições iniciais) na cintura protetora (1978, p. 106-7 grifos nossos).

Para finalizar esse ensaio, Lakatos (1978, p. 107) esclarece alguns pontos questionados em sua teoria. Em primeiro lugar, diz não ser verdade que proponha uma reconstrução

racional da história da ciência oposta à sua descrição e explicação. Sustenta ele que todos os historiadores da ciência que defendem que o progresso da ciência é o progresso no conhecimento objetivo utilizam uma reconstrução racional. Em segundo lugar, no seu próprio programa de reconstrução racional não há qualquer tentativa de se proteger da história real: todas as histórias da ciência são sempre filosofias a forjarem exemplos.

METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA

Lakatos (1979) aponta que a própria escolha da forma lógica em que se há de expressar a teoria depende, em grande parte, de nossa decisão metodológica. Assim, a escolha racional da forma lógica de uma teoria depende do estado do nosso conhecimento. Somente séries de teorias e não teorias isoladas podem ser classificadas como científicas ou não-científicas. Até a forma lógica de uma teoria só pode ser racionalmente escolhida com base numa avaliação crítica do estado do programa de pesquisa em que ela está encaixada. No modelo pluralístico, a colisão não se verifica entre teorias e fatos, mas entre duas teorias de alto nível: entre uma teoria interpretativa para fornecer os fatos e uma teoria explanatória para explicá-los. A teoria interpretativa pode estar num nível tão elevado quanto a teoria explanatória. Segundo Lakatos, o problema é saber que teoria considerar como a teoria interpretativa, que fornece os fatos concretos, e que teoria considerar como teoria explanatória, que tentativamente os explica. “Não podemos livrar-nos do problema da ‘base empírica’, se quisermos aprender com a experiência, mas podemos tornar nosso aprendizado menos dogmático - mas também menos rápido e menos dramático” (Lakatos, 1979, p. 161).

O programa consiste em regras metodológicas; algumas nos dizem quais são os caminhos de pesquisa que devem ser evitados (heurística negativa), outras nos dizem quais são os caminhos que devem ser palmilhados (heurística positiva). Pode-se assinalar que a heurística negativa e a positiva dão uma definição tosca, implícita, do “referencial conceitual”. “Mas o que tenho sobretudo em mente não é a ciência como um todo, senão programas particulares de pesquisa, como o conhecido por “metafísica cartesiana” (Lakatos, 1979, p. 163).

Heurística negativa: o “núcleo” do programa

Na distinção de Lakatos (1979), todos os programas de pesquisa científica podem ser caracterizados pelo “núcleo”. A heurística negativa do programa nos proíbe dirigir o *modus tollens* para esse “núcleo”. Ao invés disso, precisamos utilizar nosso engenho para articular ou mesmo inventar hipóteses auxiliares, que formam um cinto de proteção em torno do núcleo, e precisamos redirigir o *modus tollens* para elas. Esse cinto de proteção de hipóteses auxiliares tem de suportar o impacto dos testes e ir se ajustando e reajustando, ou mesmo ser completamente substituído, para defender o núcleo assim fortalecido. O programa de pesquisa será bem-sucedido se tudo isso conduzir a uma transferência progressiva de problemas, porém malsucedido se conduzir a uma transferência degenerativa de problemas.

Repetidas vezes o autor nos afirma que um exemplo de programa de pesquisa bem-sucedido é a teoria gravitacional de Newton e que, quando este programa foi produzido pela primeira vez, viu-se submerso num oceano de anomalias e enfrentou a oposição das teorias observacionais que sustentavam tais anomalias. Segundo Lakatos, os newtonianos, contudo, transformaram, com tenacidade e engenho, um contra-exemplo depois do outro em exemplos corroborativos. Na visão de Lakatos, no programa de Newton a heurística negativa nos sugere que desviemos o *modus tollens* das três leis da dinâmica e da lei da gravitação de Newton. Esse “núcleo” é irrefutável por decisão metodológica de seus protagonistas: as anomalias só

devem conduzir a mudanças no cinto protetor da hipótese auxiliar, observacional e das condições iniciais.

No entender de Lakatos (1979), o núcleo real de um programa não emerge, na realidade, completamente amarrado. Desenvolve-se aos poucos, por um longo processo preliminar de ensaio-e-erro. Nesse ensaio não se discute o citado processo. Vai-se construindo no processo.

A idéia da “heurística negativa” de um programa de investigação científica racionaliza de forma considerável o convencionalismo clássico. Podemos decidir racionalmente, não permitindo que refutações transmitam falsidade ao núcleo enquanto aumenta o conteúdo empírico corroborado do cinto protetor de hipóteses auxiliares.

Heurística positiva: a construção do “cinto de proteção” e a relativa autonomia da ciência teórica

Segundo Lakatos (1979), os programas de investigação, além da sua heurística negativa, caracterizam-se também pela sua heurística positiva. As anomalias nunca se esgotam de todo; não se deve pensar, porém, que anomalias ainda não explicadas são compreendidas ao acaso, e o cinto de proteção construído de forma eclética, sem nenhuma ordem pré-concebida. No seu entender, a ordem costuma ser decidida no gabinete do teórico, independentemente das anomalias conhecidas. Poucos cientistas teóricos empenhados num programa de pesquisa dão indevida atenção a refutações. Eles têm uma política de pesquisa a longo prazo que as antecipa. Essa política, ou ordem, de pesquisa é exposta na heurística positiva do programa.

A heurística negativa especifica o “núcleo” do programa de investigação, que é irrefutável por decisão metodológica dos seus protagonistas. A heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as variantes refutáveis do programa de investigação, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção refutável.

A heurística positiva do programa – uma espécie de planejamento – impede que o cientista se confunda no oceano de anomalias. A heurística positiva apresenta um programa que inclui uma cadeia de modelos cada vez mais complicados, que simulam a realidade. A atenção do cientista focaliza-se na construção dos modelos de acordo com as instruções que figuram na parte positiva do programa. “Um ‘modelo’ é um conjunto de condições iniciais (possivelmente junto com algumas teorias observacionais) que se sabe condenado a ser substituído durante o subsequente desenvolvimento do programa, e que até se sabe mais ou menos como o será” (Lakatos, 1979, p. 167).

De acordo com Lakatos, podemos avaliar os programas de investigação, mesmo depois da sua eliminação, pela sua *força heurística*: quantos fatos novos produziram, até onde ia a capacidade deles para explicar suas refutações no decorrer do crescimento. Os problemas racionalmente escolhidos por cientistas que trabalham em poderosos programas de investigação são determinados pela heurística positiva do programa muito mais do que pelas anomalias psicologicamente preocupantes ou tecnologicamente urgentes. Embora arroladas, as anomalias são postas de lado na esperança de que se transformem, com o tempo, em corroborações do programa. Na compreensão de Lakatos, só precisam concentrar atenção em anomalias os cientistas empenhados em exercícios ensaio-e-erro ou que trabalham numa fase degenerativa de um programa de investigação, que é quando a heurística positiva perde o gás.

OS PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS E METODOLÓGICOS DE UM PIAE

Um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo assenta-se em pressupostos epistemológicos e metodológicos objetivados pela teoria crítica, cujo objetivo central foi o de reconsiderar a relação entre o teórico e o prático à luz das críticas contra as visões naturalísticas e interpretativas da ciência.

Segundo Carr & Kemmis (1988), dada a importância do aporte científico, o dilema principal para a teoria crítica consistia em desenvolver uma concepção de ciência social crítica que combinasse de alguma maneira as intenções práticas que informam a noção clássica da práxis com o rigor e a capacidade de explicação associada à ciência moderna. Desse modo a teoria crítica quis resgatar das ciências sociais o domínio das naturais, preservando as preocupações da “filosofia do prático” clássica para com as qualidades e os valores inerentes à vida humana.

Jürgen Habermas, um dos teóricos críticos contemporâneos mais destacados, vem empenhando esforços na construção de uma teoria social crítica em função da qual se obtenha tal síntese. Ao longo de várias obras Habermas (1987 *a* e *b*) desenvolveu a idéia de uma ciência social crítica que pudesse situar-se entre a filosofia e a ciência. Para ele, devemos entender a ciência como uma forma de saber entre outras, e só.

O autor elaborou uma teoria do conhecimento que mina o cientificismo de duas maneiras: primeiro, enquanto procura demonstrar que a ciência somente oferece um tipo de conhecimento dentre outros, tenciona refutar toda a pretensão de que a ciência seja capaz de definir as normas em vista das quais se vai julgar qualquer saber; de uma segunda maneira, trata de revelar como os diferentes tipos de saberes estão configurados pelo interesse humano a que servem. À sua teoria, dá o nome de “teoria dos interesses constitutivos de saberes”.

O que estaria faltando é um método que libere os indivíduos da eficácia causal desses problemas sociais que distorcem a comunicação e o entendimento, permitindo-lhes assim dedicar-se à construção crítica das possibilidades e dos desejos de emancipação. Seguindo Marx, Habermas postula que o método necessitado pela ciência social crítica é o da crítica ideológica.

A idéia de uma ciência social crítica dada por Habermas é de um processo social que combina colaboração no processo da crítica com a vontade política de atuar para superar as contradições da ação social e das instituições sociais com racionalidade e justiça. A ciência social crítica será aquela que, vendo além da crítica, aborde a práxis crítica, ou seja, uma forma de prática em que a ilustração dos agentes tenha sua consequência direta em uma ação social transformadora. A seu ver, isto requer uma interlocução da teoria e da prática em momentos reflexivos e práticos de um processo dialético de reflexão, ilustração e luta política, realizados por grupos cujo objetivo é sua própria emancipação.

Em seu livro “Teoria e práxis”, Habermas esclarece essa relação no momento que discute a organização da ilustração, processo social por meio do qual se inter-relacionam as idéias do teórico e as exigências do prático. Neste sentido, uma ciência social crítica direcionada para uma prática ilustradora e para praticantes ilustradores distingue três funções na mediação do teórico e do prático: seus elementos teóricos (teoremas críticos) e a maneira como se desenvolvem e são postos à prova (projeto integrado); seus processos para a organização da ilustração (projetos particulares) e seus processos para a organização da ação (atividades educacionais).

Sendo assim, pode-se dizer que a ciência social crítica é um processo de reflexão que exige a participação do investigador na ação social estudada, em que os participantes se convertem em investigadores.

Em uma visão crítico-ativa de investigação-ação educacional, o objeto de pesquisa dos

investigadores ativos¹ são suas próprias práticas educacionais, a compreensão que eles têm dela e a compreensão que eles têm da situação em que estas se realizam. Os grupos em ação planejam a própria ação, porém tendo sempre um arcabouço teórico que a embasa. Ao fazer a reflexão, ou viver o processo reflexivo, os participantes, além de mudar suas práticas, mudam também a teoria. Nesse processo dialético, ao planejar e elaborar sua ação prática, os participantes inter-relacionam as idéias contidas nas teorias com as exigências da prática.

De acordo com Carr e Kemmis (1988), a relação teoria-prática ocorre na ação. Contudo, não aceitam a exclusividade de uma visão interpretativa, pelo subjetivismo nas interpretações que fazem em relação às práticas, à compreensão dessas práticas e das situações educativas. Eles as entendem segundo as idéias do investigador. Não concordam que basta mudar a forma de pensar para que se produzam as mudanças da realidade social; concordam, no entanto, que este é um começo para mudar a educação, porém não suficiente para obter transformações sociais.

Neste enfoque da investigação-ação, faz-se necessário uma racionalidade diferente dos enfoques estritamente positivista ou interpretativo. Carr e Kemmis (1988) entendem que esta atividade humana ganha sentido e transcendência justamente por estar sendo interpretada e julgada pelos que atuam efetivamente como agentes sociais. Daí a necessidade de, por meio da linguagem - diálogo -, compartilharem suas práticas educacionais com outras pessoas que tenham as mesmas preocupações temáticas.

Na investigação-ação educacional crítico-ativa, os investigadores ativos se valem de uma racionalidade dialética.

Reconhecem que as situações sociais compreendem aspectos objetivos no que nenhum indivíduo particular pode influir em um momento dado e que para mudar a maneira de atuar das pessoas pode ser necessário mudar a maneira com que tais fatores limitam a ação, ao mesmo tempo admitem que o entendimento "subjetivo" que as pessoas têm das situações também pode ser outro fator limitativo da ação e que é possível mudar esse entendimento (Carr & Kemmis, 1988, p. 194).

Ainda sobre a racionalidade alternativa da investigação-ação educacional crítico-ativa, Carr & Kemmis dizem: "Esta dupla dialética do teórico e o prático por um lado, e o indivíduo e a sociedade por outro, se fará no núcleo da investigação-ação como processo participativo e colaborativo de auto-reflexão" (p. 195).

A interlocução entre teoria e prática - práxis - em um processo de investigação-ação educacional crítico-ativa está relacionada ao conceito de prática. Nesta concepção, a ação reflexiva da prática pode transformar a teoria que a guia e vice-versa. Sendo assim, nesse processo dialético a teoria está sujeita a mudanças, assim como a prática. Isto implica que uma é continuamente modificada e revisada pela outra. Essa mesma dialeticidade se observa entre o indivíduo e a sociedade, que aqui pode ser particularizado para o individual e o coletivo de uma comunidade de investigadores ativos. A teoria sem a prática é ideologia, a prática sem a teoria é empiria cega.

Esta mesma relação dialética também é observada entre os momentos de uma investigação-ação educacional crítico-ativa. Ou seja, na espiral auto-reflexiva de ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão esta qualidade está presente: a dialética entre

¹ Investigador ativo (Mion, 2002), é denominado assim, inclusive para se diferenciar de concepções teóricas tais como *professor-pesquisador* ou *professor prático reflexivo*. O investigador ativo, significa que ao mesmo tempo em que elabora, desenvolve uma atividade educacional em Física, segue um método científico, portanto, todos os procedimentos metodológicos de pesquisa para analisar criticamente ou reconstruir racionalmente a atividade educacional. Nesta denominação, investigador ativo incorpora o professor e o pesquisador, respeitando os momentos de cada um em exercer sua função social: ora de professor, ora de investigador, mas na mesma pessoa e em torno da mesma atividade. Daí que o *distanciamento* se faz mais necessário ainda.

análise retrospectiva e ação prospectiva. Com base nas reflexões, planeja-se uma nova ação; porém, mesmo sendo ela controlada pelo planejamento, não há total controle do que vai acontecer, uma vez que os juízos práticos dos participantes podem estar equivocados e os resultados podem ser outros que não os esperados. "A mudança das práticas educativas, dos entendimentos e das situações depende de uma espiral de ciclos em que a ação estará submetida a um controle programático" (Carr & Kemmis, 1988, p. 196).

Em termos epistemológicos, são necessárias considerações em relação à espiral auto-reflexiva e em como relacionar o entendimento retrospectivo com a ação prospectiva, pois a investigação-ação educacional crítico-ativa requer uma epistemologia diferenciada. Essa dialeticidade entre entendimento retrospectivo e a ação prospectiva – dentro de um contexto de investigação-ação educacional crítico-ativo, de uma rede de comunidades auto-reflexivas –, pode ser entendida como um “programa organizado de reforma educativa” (Carr & Kemmis, 1988, p. 197). "A investigação-ação é uma forma de indagação auto-reflexiva levada adiante pelos participantes nas situações com o objetivo de melhorar a racionalidade e o juízo de suas próprias práticas, sua compreensão sobre as mesmas e a situação em que as mesmas são realizadas" (p. 174).

Um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo não é algo que possa ser construído individualmente ou, pelo menos, não teria os mesmos resultados se o fosse. É um processo coletivo e colaborativo, que requer o trabalho em parceria com outros indivíduos que compartilham das mesmas preocupações temáticas. Esta é uma característica que o programa tem e que pode sustentar um processo de formação inicial de professores de Física como programa de iniciação científica.

Como podemos viver um processo/programa de investigação-ação de fato em nossas turmas, neste caso, em licenciatura em Física ?

Em primeiro lugar delimita-se uma situação-problema, um questionamento acerca daquilo que os participantes fazem em educação concretamente. Como compreender a prática e a situação social onde ela se realiza? Como mudar essa prática? Que mudanças são desejáveis? Que atividades educacionais em Física elaborar? A isso Kemmis & McTaggart chamam de *preocupação temática*: “A preocupação temática não deve confundir-se com método utilizável para melhorar as coisas. Deve propiciar a formulação da natureza problemática de uma determinada preocupação educativa e não aceitar ou propor acriticamente um método ou meio educativo supostamente melhor” (1988, p. 14).

Delineada a preocupação temática, é hora de planejar a investigação-ação, que está constituída de quatro momentos: planejamento, ação, observação e reflexão, os quais se inter-relacionam formando ciclos de espiral auto-reflexiva. Segundo Lewin (1978), a espiral auto-reflexiva é formada de ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão, seguida de novo planejamento, mais ação, observação e reflexão ulteriores que se repetem sucessivamente, formando camadas na espiral em exponencial.

Em torno da situação-problema que necessariamente deve estar centrada em determinada prática é feito o planejamento. Os participantes do grupo planejam a ação que irá buscar soluções para o problema. No planejamento, que é um momento construtivo, elaboram-se os passos da ação futura. Porém, no decorrer da ação é possível que haja alterações. Por isso, esse momento deve ser redirecionável e flexível.

Enquanto se realiza a ação é feito um registro de dados com o objetivo de sempre olhá-los como uma forma de rever a ação e o planejamento. O objetivo da observação é documentar o que ocorre na ação, que servirá de base para a reflexão/*reconstrução racional*. A observação é parte do processo metodológico. A reflexão é o momento em que, baseados nos dados da observação, ponderamos e avaliamos o que ocorreu na ação, de acordo com o que foi feito no planejamento e, mais, apontamos caminhos para reinventar a nova ação, agregando esse conhecimento novo produzido. Em cada ciclo da espiral, a ação prática se

fortalece e a prática vai sendo cada vez mais aperfeiçoada. Os participantes vão se tornando mais conhecedores do processo e, principalmente, de suas próprias práticas.

Qual é o lugar do indivíduo, da cultura e do coletivo?

Mediante o processo de investigação-ação buscam-se mudanças no trabalho individual e na cultura do grupo, na utilização da linguagem e nos discursos (na forma como a vemos e descrevemos nossa realidade e nosso trabalho), nas atividades educacionais e nas práticas (aquilo que se faz no cotidiano do nosso trabalho) e no social (relações e organização). Redimensiona-se o modo como as pessoas se organizam e se relacionam em seu ambiente de trabalho, em um processo educativo.

A educação deve ser um processo vivido em equipe. O diálogo e a colaboração viabilizam o processo ensino-aprendizagem. A aprendizagem ocorre a partir do coletivo, nas reflexões do grupo, em relações interpessoais e nas interações dialógicas. A partir daí, dão-se momentos individuais em que o sujeito cria e recria a sua aprendizagem e reflete sobre ela. É o que estamos denominando *auto-reflexão*. Porém estas serão posteriormente levadas ao grupo para serem compartilhadas com as observações dos demais participantes, objetivando uma reflexão conjunta, abrangente e dialógica. Os indivíduos, a partir daí, podem se comprometer a mudar suas próprias práticas pessoais como um meio de atingir o interesse de todo o grupo: a mudança na prática educativa.

Um programa de investigação-ação propõe mudar a educação e, nesse processo, construir a aprendizagem e o conhecimento em consequência dessas mudanças, tendo em vista a característica sistemática, participativa, colaborativa e deliberativa desse tipo de investigação. É sistemática porque segue um método, a espiral auto-reflexiva de ciclos, já citada. É participativa porque, pelas auto-reflexões, o investigador ativo faz as interpretações da própria prática objetivando compreendê-la para mudá-la e, ao mesmo tempo, participando com elas das reflexões no grupo e construindo colaborativamente interpretações novas, mais amplas, que dão origem ao conhecimento crítico. Ser colaborativa e deliberativa implica que os envolvidos e responsáveis pela ação assumam o compromisso de mudá-la, inclusive aumentando sua abrangência de participação, seja direta ou indiretamente, aumentando o grupo colaborador ou o grupo de pessoas afetadas por elas e formando comunidades de investigadores ativos educacionais que colaboram e participam em todos os momentos: planejamento, ação, observação e reflexão. Isto poderá libertá-los de fatores que entravam o desenvolvimento de sua capacidade de viver seus valores legítimos, educativos e sociais.

A investigação-ação permite-nos justificar racionalmente nosso trabalho educacional para as outras pessoas, uma vez que foram efetuados registros de toda mudança ocorrida, de modo que essas provas concretas e as reflexões críticas que fazemos nos auxiliem a elaborar uma argumentação forte, comprovada e examinada em favor de nossa prática. As argumentações que fazemos - a partir da interpretação da nossa prática, feita à luz das teorias-guia, núcleo firme do programa de investigação - passam a ser novos referenciais teóricos, pois tais práticas foram sistematizadas, registradas e legitimadas, cabendo-lhes um rigor científico.

Um programa de investigação-ação educacional baseia-se fundamentalmente em o que é e como se produz conhecimento em torno das práticas educativas. Sendo assim, o objeto de pesquisa do investigador ativo é sua prática educacional. Nessa visão, a origem do conhecimento envolvido estará estruturada sobre a prática, e “a investigação-ação se define como um processo epistemológico de questionamento e conhecimento” (Angulo Rasco, 1990, p. 40). Compreende-se dessa forma que a construção do conhecimento se dá via processo reflexivo e/ou *reconstrução racional* da história da prática. Ao questionar a própria prática educacional, refletindo sobre ela, os investigadores ativos podem explicá-la e compreendê-la, reconstruindo-a e produzindo o conhecimento crítico. Isto significa que, em ação, os investigadores ativos problematizam suas práticas educacionais, desvelando os aspectos que

entravam suas ações. Com isso, constroem conhecimentos a respeito de si mesmos – conscientizam-se, portanto, do tipo de ações que devem empreender para transformá-la.

No âmbito do processo epistemológico - acerca da natureza do conhecimento envolvido -, conforme propõe Angulo (1990), três são as direções alvo de questionamento e conhecimento: a prática educativa - significa alguma “situação limite” educacional -, a compreensão que os participantes têm dessa prática - compreensão relacionada com o conhecimento alternativo, intuitivo ou conhecimento em nível de senso comum, através de como ele vê sua prática - e a compreensão que esses mesmos participantes têm da situação social onde atuam.

Como processo epistemológico, o programa de investigação-ação educacional crítico-ativo está fundamentado na ciência social crítica de Habermas (1987 *a*), que, em sua teoria crítica do conhecimento, busca desmitificar a ciência. Em primeiro lugar, procura demonstrar como a ciência só apresenta um tipo de saber. Ele quer refutar qualquer pretensão de que a ciência é parâmetro para julgar qualquer conhecimento ou que a ciência seja capaz de definir as normas com vistas às quais se julgará qualquer saber. Em segundo lugar, tenta demonstrar, opondo-se à propalada neutralidade e objetividade da ciência, como os diversos tipos de conhecimento estão enraizados pelo interesse humano particular a que servem. Ao dar à sua teoria o nome de "teoria dos interesses constitutivos de saberes", deixa claro que rejeita a idéia de que o conhecimento é resultado de um ato intelectual puro, livre de interesses por parte de quem o produz, fruto de uma mente iluminada. O conhecimento nunca é produto de uma mente alheia às preocupações cotidianas. Ao contrário, nasce das necessidades naturais da espécie humana e que vão sendo determinadas e estruturadas pelas condições históricas e sociais. Não fosse assim, os seres humanos não teriam desenvolvido nenhum conhecimento.

Habermas argumenta que o conhecimento se origina de três interesses: técnico, prático e emancipatório. O interesse técnico é instrumental. Ou seja, os seres humanos têm interesse em adquirir conhecimentos que lhes facilitem o controle técnico dos objetos. Sendo um saber estritamente instrumental, o conhecimento adota a forma de explicações científicas. Habermas considera o conhecimento instrumental válido, pois dele dependem os avanços científicos e tecnológicos, os quais são necessários para o desenvolvimento dos processos de produção modernos.

O interesse prático, voltado à compreensão, gera conhecimentos práticos, compreensivos e esclarecedores das condições para comunicações e diálogos significativos, ou seja, é um conhecimento de natureza interpretativa. Porém, as interpretações que fazemos podem estar distorcidas, influenciadas pelo contexto. A comunicação pode estar distorcida por condições sociais, culturais ou políticas vigentes. Neste sentido, segundo Habermas, só é possível agir com razão comunicativa quando identificadas e eliminadas essas condições alienantes.

Existe ainda o interesse emancipatório, um interesse humano básico para a autonomia racional e a liberdade, que exige as condições intelectuais e materiais com as quais se darão comunicações e interações não alienadas, e requer que ultrapassemos as preocupações com os significados subjetivos e cheguemos ao conhecimento emancipatório que pode produzir a comunicação e a ação social.

Angulo (1990) entende que é compreendendo suas ações que os professores têm possibilidades de compreender sua realidade, de pensá-la como problema. Concorda que uma ação depende da percepção interpretativa que o professor tenha de seu trabalho, de sua experiência, que são informações, nunca dados puros - pois já são ideologizados -, implicando o comprometimento do professor com o tipo de educação, ensino-aprendizagem, conhecimento, produção de conhecimento, sociedade e cidadão em que acredita.

Essa interpretação - exame que faz de si mesmo, de sua prática educacional - contribui para o professor conhecer-se. Desta forma ele pode problematizar conceitos e práticas,

especialmente a sua prática, descobrindo o que precisa saber, o que precisa aprender e compreender para desenvolver-se profissionalmente. Sem isso, fica prejudicada qualquer tentativa de mudança significativa na sua prática em particular e no processo educativo em geral.

Isso significa dizer que a investigação-ação educacional, ao não descartar as categorias interpretativas do professor - pois é por meio delas que investiga o pensar dos envolvidos -, está fazendo o que Freire chama de *investigação temática* que "envolve a investigação do próprio pensar do povo. Pensar que não se dá fora dos homens, nem num homem só, nem no vazio, mas nos homens e entre os homens, e sempre referido à realidade" (1987, p. 101).

Por envolver uma racionalidade comunicativa, dialógico-problematizadora, nas interações dialógicas, os investigadores ativos interpretam o pensar dos envolvidos, buscando conhecer a realidade deles e compreender assim o que lhes é significativo. Dessa maneira se transforma o perfil do educador, que passa a investigar em sala de aula, pois está aprendendo e ensinando; passa a ser um educador-educando. Por isso, não se concebe o processo reflexivo - e portanto, de construção de conhecimento - afastado da ação prática, da sala de aula mesmo, salvo se esse afastamento for temporário e intencional, necessário para se proceder a uma *reconstrução racional* do processo.

Nessa direção, "o diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu" (Freire, 1987, p. 78). Isto significa e requer uma racionalidade diferente daquela da visão naturalista comum das ciências naturais. Requer uma racionalidade comunicativa, baseada na dialogicidade e problematização.

Por ser colaboradora, a concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa possibilita na educação a formação de redes de comunidades de sujeitos comprometidos em mudar a si mesmos, problematizando conceitos e práticas, suas práticas. Para isso, faz-se necessário mudar os discursos, as práticas e as formas organizativas que constituem a educação.

QUAIS SERIAM OS ELEMENTOS DE UM PIAE ANÁLOGOS AO DO PPCL?

Como a pergunta "como se produz conhecimento" neste cenário foi se destacando no trabalho, houve a necessidade de buscarmos um perfil epistemológico para suportar a proposta. Neste sentido, estudamos Lakatos, principalmente nas obras de 1978 e 1979, para incorporar a idéia do que seja programa de pesquisa e, principalmente, o que significa a *reconstrução racional da história da ciência*. Estamos em condições de fazer mediações – por analogias – entre a concepção de programas de pesquisa científica lakatosiana e programas de investigação-ação educacional crítico-ativa, de matriz emancipatória.

O *núcleo duro* num processo de investigação-ação educacional crítico-ativo é o conjunto das teorias-guia que fundamentam o programa e também fornecem problemas de investigação, contemplados na primeira função de uma teoria social crítica em Habermas (1987 b): seus elementos teóricos.

A *heurística positiva* lakatosiana em um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo é representada ou equívale à construção de processos de ilustração, que estão na construção de hipóteses auxiliares e têm a finalidade de proteger o núcleo de uma refutação (ciência dura). Em um processo de investigação-ação educacional crítico-ativo (ciências sociais) não cabe exercitar continuamente as refutações. Ocorre que os problemas educacionais não podem ser deixados de lado, são *situações-limites* que têm de ser resolvidas, e portanto não cabe falar em refutações.

A *cintura protetora* num programa de investigação-ação educacional crítico-ativo significa a organização da ação, que é onde se constróem as hipóteses ou subhipóteses em cada aula para desenvolver e responder à questão central. Essa cintura protetora está localizada e fundamentada em outro trabalho (Mion, 2002), onde alicerçamos a proposta em Física. Por meio dessa proposta respondemos à questão: *como incorporar criticamente, na formação do educador, o conhecimento científico-tecnológico tradicional e o novo, garantida a interação dialógica?*

Na formação de professores de Física é necessário ter uma proposta no ensino de Física. O caminho que adotamos é construir as atividades educacionais em Física desvelando objetos técnicos e neste processo transformando-os em equipamento gerador. As atividades educacionais em Física constituem essa cintura protetora e que significa a *organização da ação, terceira função de uma ciência social crítica habermasiana*. Importa é mostrar como é feito o tratamento de dados coletados nesta concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa; para isso, fizemos essa mediação e analogias entre a *reconstrução racional da história da ciência* construída por Lakatos (1978 e 1979) e reconstrução racional da própria prática educacional em Física.

Referências Bibliográficas

- ANGULO, J. F. Investigación-acción y curriculum: una nueva perspectiva en la investigación educativa. **Investigación en la Escuela**, Sevilla. n. 11, p. 39-49, 1990.
- CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoria crítica de la enseñanza: investigación-acción en la formación del profesorado**. Barcelona : Martinez Roca,1988.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo : Brasiliense, 1993.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1987.
- HABERMAS, J. **Conhecimento e interesse**. Rio de Janeiro : Guanabara, 1987a.
- _____. **Teoria y praxis**. Madrid : Tecnos, 1987b.
- KEMMIS, S.; McTAGGART, R. **Como planificar la investigación-acción**. Barcelona : Laertes, 1988.
- LAKATOS, I. **História da ciência e suas reconstruções racionais**. Lisboa : Edições 70, 1978.
- LAKATOS, I. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Lisboa : Edições 70, 1978.
- _____. **O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica**. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, A. (Orgs.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo : Cultrix, 1979. p. 109 -243.
- LEWIN, K. **Investigação-ação e problemas de minoria**. In: _____. *Problemas de dinâmica de grupo*. São Paulo : Cultrix, 1978.
- MION, Rejane A. **Investigação-ação e a formação de professores em Física: o papel da intenção na produção do conhecimento crítico**. 2002. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MION, R. A.; SAITO, C. H. (Orgs.). **Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores**. Ponta Grossa : Planeta, 2001.
- STENHOUSE, L. **Investigación y desarrollo del curriculum**. Madrid : Morata, 1981.

VÁZQUEZ, A. S. **Filosofia da praxis**. 4. ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1977.

VENTURA, P. C. S. **La négociation entre le concepteur, les objets et le public dans les musées techniques et les salons professionnels**. Dijon-França, 2001. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Université de Bourgogne.