

UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO DE FÍSICA INSPIRADA NA EPISTEMOLOGIA DE LAKATOS

*Osmar Henrique Moura da Silva*¹

*Roberto Nardi*²

*Carlos Eduardo Laburú*³

RESUMO

Esta investigação é parte de uma pesquisa maior, que visa elaborar uma estratégia de ensino lakatosiana, dando continuidade a uma linha de pesquisa baseada em estratégias racionais de ensino. Esta estratégia diferencia-se por incluir a quasi-história com visão filosófica implícita inspirada em Lakatos com intenção de preparar o aluno para debates racionais entre concepções rivais (alternativas e científicas).

Palavras-chave: ensino de Física, estratégia de ensino, história da ciência, analogia, filosofia da ciência.

ABSTRACT

This paper reports part of a research designed to elaborate a Lakatosian teaching strategy, following a research line based on rational teaching strategies. This Lakatosian strategy differs from other rational strategies since it includes the quasi-history with an implicit philosophical view inspired on Lakatos' ideas with the intention of preparing students for rational debates among rival conceptions (alternative and scientific).

Keywords: Physics teaching, teaching strategy, history of the science, analogy, philosophy of science.

INTRODUÇÃO

Pesquisas iniciais (Laburú et al. 1998; Laburú e Arruda 1998; Laburú e Niaz 2002; Silva e Laburú 2002) estruturaram e testaram um Instrumento Analítico-Pedagógico Lakatosiano que estabelece uma analogia entre as heurísticas positiva e negativa da metodologia dos programas de pesquisa científica (Lakatos 1970) com a dinâmica das concepções alternativas dos alunos diante das concepções científicas. As contribuições permitiram um novo olhar ao verificarem que aquele instrumento fornece um entendimento de como são estruturadas as concepções alternativas. Em síntese, explicou-se que tais concepções podem resistir ao ensino formal por se apresentarem, muitas vezes, com um “núcleo firme” protegido por explicações auxiliares. Estão aí, porém, as

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Membro do Grupo de Pesquisas em Ensino de Ciências. Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Bauru. (osmarh@uel.br).

² Professor Adjunto, Departamento de Educação e Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Bauru. (nardi@fc.unesp.br)

³ Professor Associado, Departamento de Física. Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Londrina. (laburu@uel.br).

restrições dessas pesquisas, visto que não houve a preocupação de alguma intervenção pedagógica que potencializasse um aprendizado.

Indo mais além, Niaz⁴ (1998) propôs uma estratégia de ensino com inspiração essencialmente lakatosiana. Segundo o autor, ela se baseia na premissa de que os conflitos cognitivos são gerados pelos próprios estudantes ao tentarem enfrentar diferentes problemas com suas concepções (idem, p. 107).

Um modelo de mudança conceitual baseado na epistemologia de Kuhn (1962) e muito citado na literatura é o proposto por Posner, Strike, Hewson, and Gertzog (1982 apud Niaz 1998). De acordo com Niaz (1998), há grande diferença entre uma referência kuhniana e uma lakatosiana. Para a primeira o progresso é baseado no deslocamento de um paradigma por outro, através de um processo de sublevação caótica de revolução científica. Além do mais, diferentes paradigmas são incomensuráveis e as concepções nucleares dos cientistas não permitem debates racionais entre diferentes programas de pesquisa. Por outro lado, Lakatos conceitua o progresso científico através de transferências progressivas de problemas, cuja transição ocorre por uma avaliação de força heurística⁵ dos programas de pesquisa. Lakatos considera a ciência normal kuhniana como um período em que um programa de pesquisa estabeleceu monopólio e que, contrariamente, a história da ciência representa uma competição de programas de pesquisa. Como é indiscutível que as concepções dos estudantes competem em termos explicativos com as teorias científicas, pode-se avaliar as contribuições das essências desses referenciais para os educadores de ciências: a estrutura lakatosiana considera, indispensável para o progresso, a comensurabilidade dos programas de pesquisa rivais, enquanto a kuhniana (Posner & Strike 1992 apud Niaz 1998) considera as concepções dos estudantes mais rígidas, não abertas para competição e dificilmente conduzidas a mudanças. Ademais, o próprio Niaz (1998) afirma que os autores Strike e Posner (1992, p. 169) aceitam a crítica que o modelo de mudança conceitual por eles elaborado, não é uma estratégia instrucional explícita.

Além de Niaz (1998), uma estratégia instrucional explícita de interesse para este trabalho é a de Rowell (1989). Ela consiste basicamente de cinco passos numa estratégia construtivista fundamentada no referencial piagetiano, iniciando com o levantamento das concepções alternativas e posterior construção das concepções científicas. No final, existe uma comparação de teorias para a escolha da melhor. Sua proposta foi positivamente influenciada pela filosofia da ciência ao citar: “*não há nenhuma falsificação antes do aparecimento de uma teoria melhor*” (Lakatos 1974, p. 119; Popper 1959, p. 87; Kuhn 1962, p. 77; Feyerabend 1965, p. 227; apud Rowell 1989). Excluindo o referencial piagetiano, é necessário mencionar que a presente estratégia utilizará a mesma seqüência de passos, mas inserindo de maneira particular tanto a história da ciência como uma filosofia implícita inspirada em Lakatos.

Sendo assim, como contribuição para avançar nos estudos recomendados por Niaz (1998) e pesquisas anteriores (Laburú et al. 1998; Laburú e Arruda 1998; Laburú e Niaz 2002; Silva e Laburú 2002), este trabalho tem, para o momento⁶, o objetivo de elaborar uma estratégia de ensino lakatosiana com intenção de preparar o aluno para debates racionais entre concepções rivais. Preocupação não divulgada em Niaz (1998) e Rowell (1989), essa preparação parte da

⁴ Mais adiante será realizada uma análise sintética das contribuições de sua estratégia pedagógica.

⁵ Que será explicada mais à frente.

⁶ Pois é parte de uma tese de doutorado em andamento, cujo objetivo maior é observar a construção dos conceitos de calor e temperatura nos alunos através de uma estratégia de ensino lakatosiana, investigando suas possibilidades e contribuições como instrumento auxiliar voltado para a promoção de mudanças cognitivas.

afirmação de que discussões filosóficas mais diretas (implícita⁷ ou explicitamente) podem não alcançar êxito. Mais especificamente, a preparação ocorre com a inserção da quasi-história com visão filosófica implícita inspirada em Lakatos (1970). A idéia é que o racionalismo nos episódios históricos reconstruídos possa auxiliar passos posteriores de discussão entre concepções rivais (alternativas e científicas).

Mais que essa característica fundamental, existem outros detalhes que levam a caminhos metodologicamente diferentes do que os de Niaz (1998). Naquela ocasião, Niaz mostrou resultados estatisticamente satisfatórios a favor da proposta, numa comparação entre grupo experimental e grupo controle. Interessantemente, e uma das razões que movem o presente trabalho, é a afirmação de Niaz que, por mais expressivos que fossem seus resultados comparativos entre aqueles grupos, seria necessário realizar mais estudos que avançassem e fortalecessem a estratégia lakatosiana antes que ela fosse recomendada para o professor em sala de aula (idem, p. 123). Agora, a metodologia que se propõe aplicar é diferente, é qualitativa (Bogdan e Biklen 1994). É descritiva, incluem transcrições de filmagens, análise de raciocínios, interessando-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados. Através dessa metodologia diferenciada, procura-se entender melhor como é que os alunos negociam os significados, como é que determinadas noções começaram a fazer parte daquilo que consideramos ser o “senso comum”.

Por fim, serão reveladas aqui uma estratégia de ensino lakatosiana e a metodologia da pesquisa.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

Os principais referenciais teóricos para a elaboração desta Estratégia de Ensino Lakatosiana são: A Epistemologia de Imre Lakatos (1970); As pesquisas iniciais que estruturaram o Instrumento Analítico-Pedagógico Lakatosiano (Laburú e Arruda 1998; Laburú et al. 1998; Silva & Laburú 2002; Laburú e Niaz 2002); A estratégia de ensino de Niaz (1998). Na seqüência estão resumidos os principais detalhes aqui selecionados desses referenciais, que conduzem à elaboração desta estratégia de ensino lakatosiana.

A EPISTEMOLOGIA DE IMRE LAKATOS (1970)

Na filosofia da ciência, a epistemologia de Imre Lakatos é destacada como uma das importantes reflexões do século XX sobre o desenvolvimento das teorias científicas. Para Lakatos, a história de ciência retrata o que ele define como uma metodologia dos programas de pesquisa científica. Nesta metodologia, as teorias não são elementos isolados, mas pertencentes a um determinado programa de pesquisa. Assim, um programa de pesquisa é formado por uma série de teorias que continuamente evoluem, sendo o processo do desenvolvimento científico caracterizado pela competição entre programas de pesquisa rivais. Eles se caracterizam por 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)* (Lakatos & Musgrave 1970, p. 162). A heurística negativa especifica o

⁷ Entende-se aqui o sentido da afirmação de Matthews (1994, p. 83): “*Sempre que uma ciência é ensinada, uma filosofia, até certo ponto, também é ensinada*”.

“núcleo” do programa⁸, considerado irrefutável por decisão metodológica dos seus protagonistas. A heurística positiva especifica o “cinto de proteção”, considerado refutável. Ela é composta de um conjunto parcialmente articulado de sugestões e palpites sobre como mudar e desenvolver as “variantes refutáveis” do programa de pesquisa. Com isso, pode-se modificar e sofisticar o cinto de proteção, como, também, salvaguardar o cientista de ficar sem rumo num oceano de anomalias. Os cientistas então, desenvolvem, num programa de pesquisa, uma cadeia de modelos, cada vez mais complicados, que simulam a realidade, ao mesmo tempo que passam a ignorar os dados disponíveis (contra-exemplos reais) que surgem, chegando, em alguns casos, durante o desenvolvimento dos modelos, a antecipá-los. Com essas características, é somente quando o cinturão de hipóteses auxiliares enfraquece que se pode dar maior atenção aos dados anômalos. Portanto, em função da existência de cinturões protetores, as teorias nucleares são preservadas de refutações, resguardadas nos programas de pesquisa.

Para responder como ocorrem as chamadas revoluções científicas, Lakatos fornece uma razão objetiva que acontece quando um programa de pesquisa supera um rival (refutando sua heurística: núcleo e cinturão protetor) através de demonstrações de força heurística⁹. Apesar dessa refutação não ser um processo instantâneo, historicamente pode-se verificar a vitória de um programa de pesquisa ao explicar o êxito anterior de seu rival e demonstrar um acréscimo de força heurística. Sendo assim, somente através de uma longa visão retrospectiva é que se denomina uma experiência de “crucial”. Ou seja, quando um programa de pesquisa, assim chamado progressivo ao possuir um excesso de conteúdo empírico comparativamente com outro (assim degenerativo), possui uma corroboração de seu conteúdo empírico adicional.

O INSTRUMENTO ANALÍTICO PEDAGÓGICO LAKATOSIANO E A ESTRATÉGIA DE ENSINO DE NIAZ (1998)

Certas pesquisas (Laburú e Arruda 1998; Laburú et al. 1998; Silva & Laburú 2002; Laburú e Niaz 2002) elaboraram e testaram um Instrumento Analítico-Pedagógico, partindo de analogias entre alguns detalhes da epistemologia de Lakatos (1970) e a dinâmica das idéias dos alunos frente as científicas. Para isso, as concepções alternativas dos alunos são aproximadas por teorias que competem, em termos explicativos, com as científicas (curriculares). Nesse Instrumento, as condições de Posner et al. (1982) são utilizadas (Laburú e Arruda 1998) para entender como os raciocínios dos alunos estão comprometidos com os programas.

O Instrumento é adaptado para momentos onde são gerados conflitos cognitivos e/ou controvérsias e que, nessas condições, a rivalidade entre as concepções alternativas e científicas permite classificar os pensamentos dos alunos, por analogia, em duas formas principais: programa alternativo (explicação baseada nas concepções alternativas) e programa científico (explicação resultante da instrução). Uma terceira classificação é definida de fase transitória, (onde é possível observar uma fusão das duas formas anteriores, podendo demonstrar não uma posição definida, mas duvidosa, impedindo a classificação em um dos programas). Em síntese, a visão através desse instrumento permite concluir que os programas apresentam concepções que

⁸ O programa de pesquisa de Newton, por exemplo, continha em seu “núcleo” as três leis do movimento e a Lei da Gravitação Universal.

⁹ Capacidade de um programa de pesquisa em antecipar teoricamente fatos novos, como, também, recém interpretá-los, em seu crescimento. Não se limita, porém, apenas a fatos novos, podem ser fatos improváveis, ou mesmo, proibidos por outra teoria rival (idem, p. 142).

resistem ao ensino oficial por caracterizarem-se, comumente, como “núcleos firmes” protegidos por explicações auxiliares.

Os avanços para uma estratégia de ensino com inspiração lakatosiana foram realizados por Niaz (1998) para facilitar a mudança conceitual dos estudantes em equilíbrio químico. Do que foi por ele sintetizado nas conclusões de sua pesquisa, os detalhes, que podem ser utilizados pelo professor para melhor projetar sua estratégia pedagógica lakatosiana, são:

- *Procurar as convicções nucleares dos estudantes no tópico (núcleo duro, Lakatos 1970) pode ser um ponto de partida apropriado para a estratégia;*
- *Explorar a relação entre as convicções nucleares e as concepções alternativas dos estudantes poderia ser o próximo passo. Para isso, é essencial que as concepções alternativas sejam interpretadas dentro de uma perspectiva epistemológica. Assim, uma concepção alternativa não é um mero engano ou falsa convicção. Ela deve se assemelhar a um paradigma. Isso porque tal semelhança pode permitir que se torne uma candidata à mudança;*
- *A complexidade cognitiva das convicções nucleares pode ser quebrada por uma série de questionamentos. Isso pode ser facilitado quando são distinguidas as concepções nucleares, que são mais resistentes a mudanças, de suas explicações auxiliares;*
- *Os estudantes resistem a mudanças em suas convicções nucleares por criarem ‘hipóteses auxiliares’ para defendê-las. Essas hipóteses auxiliares podem prover pistas e direções para a construção de novas táticas de ensino;*
- *É importante que as respostas dos estudantes, baseadas em suas concepções alternativas, não sejam consideradas como erradas, mas como modelos, talvez do mesmo modo como usam os cientistas para quebrar a complexidade de um problema;*
- *As concepções alternativas dos estudantes devem ser consideradas como ‘teorias’ que competem com as teorias científicas presentes e, às vezes, recapitulam teorias científicas do passado. (Niaz 1998, ps. 107, 122, 123).*

Por fim, com as orientações de Niaz (1998) e recomendações das pesquisas que elaboraram o Instrumento Analítico-Pedagógico Lakatosiano, as próximas seções apresentam a estratégia de ensino lakatosiana e a metodologia da pesquisa.

A ESTRATÉGIA LAKATOSIANA DE ENSINO

Apesar das orientações de Niaz acima serem importantes para direcionar um educador ao elaborar sua estratégia de ensino lakatosiana, elas são muito gerais. As orientações não caracterizam detalhes explícitos de uma analogia com o falseamento metodológico sofisticado. Um comentário em sua pesquisa onde possivelmente critérios racionais estejam implícitos para um educador, é o papel que a este é atribuído: “*De acordo com D’Ambrosio e Campos (1992), o papel do instrutor nas ‘experiências pedagógicas’ é gerar perguntas ou mudanças no campo experimental dos estudantes, conduzindo-os em situações nas quais experimentam conflitos ou contradições entre suas representações e as necessárias para interpretar aquelas situações*” (Niaz, p. 113). Embora a importância dos conflitos cognitivos na cognição humana ter sido reconhecida (Festinger 1957; Piaget 1980; Vygotsky 1978; apud Niaz 1998, p. 112), é

conveniente que o processo de ensino/aprendizagem lakatosiano busque sua racionalidade diante dessas situações.

Sendo assim, para ir além da analogia estabelecida pelo Instrumento Analítico-Pedagógico Lakatosiano (baseada nas heurísticas negativa e positiva), a presente estratégia deixa explícita uma segunda analogia que ocorre entre as discussões em classe, para apontar uma teoria melhor entre rivais, e o falseacionismo de Lakatos, sempre que o educador buscar influência do seguinte critério de eliminação de teorias: *“uma razão objetiva é proporcionada por um programa de pesquisa que explica o êxito anterior de seu rival e o suplanta por uma demonstração adicional de força heurística”* (Lakatos 1970, p. 191). A intenção por esta analogia é que o critério racional para avaliação de teorias auxilie o processo de instrução dos conceitos científicos em momentos de resistência de concepções alternativas.

É interessante dizer, que com a junção dessas duas analogias, a estratégia de ensino lakatosiana estabelece uma analogia ainda maior. É uma analogia entre a metodologia dos programas de pesquisa científica de Lakatos e uma metodologia das concepções alternativas dos alunos diante das científicas.

No que se refere aos passos estratégicos, especificados mais à frente, é necessário dizer que a presente estratégia fundamenta-se na estratégia de Rowell (1989) que, por sua vez, consiste basicamente de cinco passos numa estratégia construtivista fundamentada no referencial piagetiano, iniciando com o levantamento das concepções alternativas e posterior construção das concepções científicas. No final, os conflitos cognitivos são provocados e comparações entre as teorias são realizadas para a escolha da melhor. No caso de conflitos cognitivos, seguindo os passos de Rowell (1989), eles somente terão efeito após inteligíveis as concepções científicas, visto que sua proposta foi positivamente influenciada pela filosofia da ciência ao citar: *“não há nenhuma falsificação antes do aparecimento de uma teoria melhor”* (Lakatos 1974, p. 119; Popper 1959, p. 87; Kuhn 1962, p. 77; Feyerabend 1965, p. 227; apud Rowell 1989). Dessa estratégia ainda, com exceção do referencial piagetiano, aqui serão utilizados a mesma sequência de passos, mas inserindo de maneira particular tanto a história da ciência (quasi-história) como uma filosofia implícita inspirada em Lakatos.

Também é de se destacar uma questão importante referente aos instrumentos indispensáveis da estratégia lakatosiana de ensino, que são o conflito cognitivo e a controvérsia. Apesar de serem explorados em muitas técnicas de ensino, é necessário lembrar do pensamento, contrário ao que ingenuamente se tem (Barra 1993), em que *“sempre que uma ciência é ensinada, uma filosofia, até certo ponto, também é ensinada”* (Matthews 1994, p. 83). Sendo assim, estar-se-á utilizando velhos instrumentos com uma visão de ciência inspirada em Lakatos, com detalhes de refutação e confirmação de teorias bem específica. Essa visão de ciência no mínimo interage com a visão que os alunos possuem em sala de aula, buscando dirigir suas reflexões para uma lógica presente nas discussões, independentemente de qual seja a relação entre o sujeito do conhecimento com seus objetos de conhecimento.

Para a inserção da história da ciência, essa estratégia diferencia-se das demais estratégias (Rowell 1989 e Niaz 1998) por incluir a quasi-história com visão filosófica implícita inspirada em Lakatos, cuja intenção é preparar o aluno para os debates racionais entre concepções rivais (alternativas e científicas). Essa preocupação não divulgada, parte da hipótese de que discussões anteriores que tentam influenciar o aluno com certa racionalidade auxiliam um posterior debate racional. Caso contrário, seria como pedir a um aluno para resolver um problema usando a 2ª lei de Newton sem que ele a conhecesse. Portanto, a justificativa para essa inserção ocorre porque discussões racionais mais diretas (com filosofia implícita ou não) podem não alcançar êxito, conforme, nesse sentido, a analogia de Matthews (1994, p. 86): *“Estudantes sem uma exposição*

anterior para tal debate pode ser igual a uma criança da zona rural em sua primeira visita à cidade grande”.

Do que se discutiu, parte-se agora para a sintética seqüência de passos da estratégia de ensino lakatosiana:

Passo 1: Revelar as concepções alternativas dos alunos em determinado conteúdo para olhá-las como se fossem “programas”. Isto pode ser feito de várias maneiras como, por exemplo, uma avaliação com questões, entrevistas, discussões em grupo.

Passo 2: Apresentar a história da ciência (quasi-história¹⁰) para os alunos com abordagem inspirada na epistemologia de Lakatos, propondo leituras de textos elaborados para discussão. O professor deve direcionar a discussão das razões que levaram uma teoria ser superada por uma rival sucessora por analogia com o falseamento metodológico lakatosiano (critério racional). O objetivo é fazer com que o aluno sinta as razões do falseamento para influenciá-lo racionalmente e auxiliar o próximo passo. A quasi-história deve apresentar, como teoria progressiva, a teoria científica atual, tornando-a inteligível nos alunos. Neste passo, é importante tornar inteligível aos alunos as concepções científicas que o professor pretende ensinar. Para reforçar tal inteligibilidade, pode-se optar também por aula tradicional, filmes, etc.

Passo 3: Classificar as concepções alternativas identificadas no primeiro passo no quadro negro juntamente com as científicas já ensinadas. A partir das idéias de Lakatos, uma teoria não é julgada simplesmente por avaliações absolutas sobre seus méritos ou deméritos, mas por avaliações comparativas entre rivais existentes. Analogamente, no processo educacional é preferível uma discussão detalhada de ambas “teorias rivais” para a avaliação dos avanços que uma representa em relação à outra. Neste passo são realizados confrontos entre as explicações e previsões que as concepções alternativas e científicas fazem sobre os fenômenos, buscando clarear as interpretações de ambas.

Passo 4. Em conseqüência do passo anterior, aqui é interessante que se consiga estabelecer uma insatisfação com o programa alternativo. Para isso, conflitos cognitivos são produzidos. A anomalia emerge quando, na resolução de um determinado problema científico através da teoria aceita, surge uma dificuldade, conceitual ou empírica, que outra teoria não manifesta. Na aprendizagem, a anomalia gera insatisfação em relação ao senso comum quando tais concepções não conseguem dar conta do objetivo do estudante, mas as do conhecimento científico conseguem (Villani et al. 1997, p. 40). Além dos conflitos cognitivos, estabelecer discussões que explorem as explicações auxiliares (heurística positiva) das concepções alternativas (heurística negativa). Aqui é interessante explorar as incompatibilidades destas explicações com a teoria nuclear (concepção alternativa), quando tentam salvá-la, enquanto as explicações do programa científico o mantém progressivo. Por auxílio das discussões racionais do segundo passo, a intenção agora é fazer com que a teoria científica ganhe prestígio para ser aceita com maior facilidade pelos estudantes de forma objetiva e racional. Devida a complexidade das interações, pode existir uma alternância entre momentos dialógicos e de autoridade para que as comparações entre as teorias continuem sendo realizadas. Como as experiências são cruciais para provocar conflitos cognitivos e controvérsias e que, dependendo da intervenção do educador e estando uma vez inteligível o programa científico, é possível favorecer a tomada de decisão nos aprendizes para a escolha da melhor.

Passo 5. Como no primeiro passo, outra avaliação é feita. Esse último passo serve para verificar se os aprendizes realmente assimilaram a nova concepção.

¹⁰ Detalhes da elaboração da quasi-história mais à frente.

É necessário afirmar que o processo de ensino assim estruturado a partir de detalhes específicos da epistemologia de Lakatos limita-se a uma analogia. Em Silva & Laburú (2002), há a insistência de que não é possível defender uma transferência automática da dinâmica dos programas de pesquisa das ciências empíricas para a dinâmica do pensamento dos alunos em ambiente de aprendizagem, que é um ambiente totalmente diferente do científico. Autores como Osborne (1996, p. 67), Ogborn (1997, p. 122) e Nola (1997, p. 79) apóiam esse raciocínio, pois, segundo eles, não existe uma necessária conexão funcional epistemológica entre fazer ciência e os métodos pelos quais ela é aprendida e, principalmente, ensinada para os não-cientistas¹¹ (apud Silva e Laburú 2002). Esta estratégia de ensino lakatosiana permanece, então, novamente insistindo, por uma analogia que inclusive apresenta pontos fracos:

- As experiências didáticas realizadas em classe se aproximam muito mais de experiências cruciais em que Lakatos especifica modelos monotéóricos (Lakatos 1970, p. 158) do que o que ele propõe como modelos pluralísticos de teste, em que várias teorias, mais ou menos dedutivamente organizadas, estão ligadas uma nas outras¹². Visto que é uma aproximação categorizar as concepções alternativas dos alunos em programas, não mais que uma analogia.
- Essas experiências realizadas em classe tendem a se tornar cruciais, havendo uma incompatibilidade com as reflexões de Lakatos, pois, sua interpretação da história da ciência revela que é somente através de uma longa visão retrospectiva que se denomina uma experiência de “crucial”. Em situação real de sala de aula procura-se encurtar (muito) esse processo de falseamento.
- Lakatos (apud Niaz 1998, p. 123) enfatizou que, na ciência, o núcleo de um programa se desenvolve lentamente por um processo preliminar longo de tentativa e erro e não emerge repentinamente do nada. Contrariamente, no processo de ensino/aprendizagem, o professor é o possuidor do conhecimento científico, assim como os livros. Dessa forma, as novas concepções estão disponíveis. Elas podem ser apresentadas para os alunos, surgindo muito mais rápidas do que na atividade científica.

Entretanto, apesar de serem pontos analogamente fracos com a epistemologia de Lakatos, os dois últimos pontos devem ser encarados como detalhes positivamente importantes para o processo de ensino/aprendizagem, devido ao menor tempo em que surgem novas teorias (as científicas disponíveis) como igualmente o processo de refutação. A comparação remete a hipótese de que o êxito de mudanças conceituais na aprendizagem deve ser mais rápido do que na atividade científica.

METODOLOGIA

Como se mostrou nos passos da estratégia de ensino lakatosiana, são realizadas avaliações no primeiro momento e no final do processo para averiguar o aprendizado através da proposta. Os conceitos físicos escolhidos para serem explorados e aprimorados em classe são os de calor e temperatura. A justificativa para a escolha destes conceitos ocorre pela dificuldade de serem aprendidos. Aguiar (1999) estruturou um Modelo de Ensino para esses conceitos e revelou que,

¹¹ Visto que nesta ocasião a filosofia de Lakatos não é apresentada explicitamente em sala de aula. A inclusão filosófica ocorre em limites e, acima de tudo, implícita nas discussões.

¹² Mais especificamente, uma série de teorias. Ou na maior definição, um autêntico programa de pesquisa.

mesmo após o processo de ensino, havia alunos apresentando dificuldades em utilizar uma linguagem próxima da científica numa série de fenômenos térmicos. Diante disso, propõe-se uma aplicação da estratégia de ensino lakatosiana após o ensino de calorimetria. A calorimetria estuda o processo de trocas de calor entre corpos de diferentes temperaturas. Isto possivelmente leva a um reforço de uma concepção alternativa muito divulgada em que *temperatura mede a quantidade de calor* (Laburú e Arruda 1998), semelhante à Teoria do Calórico, por não encontrar anomalias diante de atividades experimentais que envolvem processo de trocas de calor entre corpos a diferentes temperaturas.

Para a inserção da história da ciência, serão elaborados textos com episódios reconstruídos racionalmente, semelhante ao que Lakatos fez ao interpretar a história da ciência através de sua epistemologia. Niaz e Rodriguez (2002) garantem que isso é possível e inclusive recomendam que seja feito desse modo. Pode-se chamar também essa reconstrução de quasi-história (Whitaker apud Matthews 1994).

Em síntese, a quasi-história será elaborada a partir dos seguintes princípios:

1. “A presença de duas ou mais teorias num mesmo campo científico é em geral a situação que antecede e desencadeia as mudanças científicas” (Barra 1993, p.119). Perante isso, na medida em que os cientistas se vêem diante de um novo sistema teórico alternativo e em grande parte incompatível com o primeiro (a partir do qual num passado mais ou menos remoto seus campos de pesquisa se fundamentaram e desenvolveram-se), é certo que a escolha por algum destes sistemas sempre ocorre por uma avaliação mediante determinados critérios. Analogamente a este entendimento, a História da Ciência deve conter pelo menos duas posições teóricas rivais e sucessivas, caracterizando os critérios racionais (inspirados na epistemologia de Lakatos) que influenciaram a aceitação da sucessora;
2. Os postulados (concepções nucleares) de uma teoria devem ser apresentados como aqueles em que os cientistas depositavam a maior confiança, caracterizando difícil refutação (inspiradas na heurística negativa);
3. As hipóteses auxiliares devem ser apresentadas como tentativas de se obter sucesso, mantendo os postulados intactos (inspiradas na heurística positiva);
4. A teoria (programa de pesquisa) torna-se degenerativa quando é superada por uma rival que apresenta seu êxito explicativo e um acréscimo de força heurística;

A amostra da pesquisa será composta de alunos matriculados em curso supletivo de ensino médio da rede pública. A escolha por esse tipo específico de curso ocorre devida a maior flexibilidade de se alterar os métodos de ensino, comparado às posições mais rígidas existentes no ensino médio tradicional das escolas públicas e privadas¹³. Mais que isso, principalmente pelo fato de comumente se encontrar poucos alunos em uma turma, o que facilita um melhor aprofundamento individual dos dados. Estes dados serão obtidos de duas formas distintas: por avaliações escritas referentes ao conteúdo estudado (no início e no final do processo de ensino/aprendizagem) e por filmagens em sala de aula.

Da gravação, serão transcritas as falas pertencentes aos momentos em que se nota a ocorrência de uma situação conflitiva ou controversa, de discussões sobre os méritos e deméritos das concepções teóricas comparadas, e de reconhecimentos dos avanços que uma representa em relação à outra. Estes registros servirão para investigar se houve influência racional da quasi-história nos posteriores debates racionais entre concepções alternativas e científicas.

¹³ Isso não significa que a presente proposta não seja aplicável nestas situações.

Primeiramente, uma seleção será realizada na turma. Esta seleção inicial refere-se aos alunos que freqüentaram as atividades, ou seja, os cinco passos especificados da estratégia de ensino lakatosiana. Resultados de alunos ausentes em qualquer um dos passos não servirão como dados. Depois, uma segunda seleção é feita através de uma estrutura elaborada a partir de uma leitura de Charlot (2000). A intenção é escolher alunos mobilizados. Alunos que freqüentam as atividades somente por obterem presença em classe, caracterizando falta de mobilização¹⁴ de sua parte, são descartados da amostra. É necessário dizer que a estratégia de ensino lakatosiana não tem como objetivo principal mobilizar os aprendizes para o processo de ensino/aprendizagem. Também não significa que a mobilização ou motivação de um aluno, por si só, permita que ele aprenda conceitos por essa ou aquela estratégia. As dificuldades existem. Da mesma maneira como os argumentos de um professor podem não estar claro para um aluno mobilizado, é de se esperar a possibilidade de uma estratégia de ensino igualmente falhar em seus objetivos. Dessa forma, serão analisadas as possibilidades e contribuições da estratégia de ensino lakatosiana quando o aluno interage com o processo, interessado em aprender.

Essa segunda seleção, portanto, refere-se à relação que os estudantes apresentam com o saber. Para Charlot (idem, p. 63), não há sujeito de saber e não há saber senão em uma certa relação com o mundo (relação epistêmica com o saber: com a Física), que vem a ser, ao mesmo tempo e por isso mesmo, uma relação com o saber. Essa relação com o mundo é também relação consigo mesmo (de identidade) e relação com os outros (relação social: com a instituição de ensino, com o professor, com a estratégia de ensino lakatosiana). Para Charlot, o que se analisa como relação funciona como um processo que se desenvolve no tempo e implica atividades. Para haver atividade, o sujeito deve mobilizar-se. Para que se mobilize, a situação deve apresentar um significado para ele (ibidem, p. 54). E como foi dito, interessam nesta investigação como dados de análise apenas indivíduos mobilizados. Sendo assim, para critérios de análise e seleção mais objetivos pela leitura charlotiana, abaixo são apresentadas as seguintes classificações de mobilização, aqui estruturadas, que o aluno pode manter através de uma relação com o saber:

- Mobilização por processo epistêmico Objetivação-denominação – incluem-se os alunos que apresentam uma relação com um saber-objeto que é definido como o próprio saber, enquanto “objetivado”. É a mobilização característica do aluno interessado em aprender/entender os conceitos, de apropriar-se de um saber que não se possui.
- Mobilização por processo epistêmico Imbricação do Eu – incluem-se aqui alunos envolvidos/mobilizados em atividades experimentais, entendidos como uma forma de manter uma relação de domínio das mesmas ou mesmo de capacitarem-se a entender os experimentos de forma pertinente.
- Mobilização por processo epistêmico Distânciação-regulação – trata-se do aluno que apresenta o que se pode dizer de domínio da relação: levanta questionamentos, participa das discussões, tira dúvidas. É um processo em que o aluno superou as barreiras da timidez em classe, diante do professor e dos colegas, estabelecendo diálogos, acreditando que seu aprendizado depende e não pode ser separado dessa situação. Trata-se de dominar uma relação consigo próprio, com os outros e reciprocamente. Trata-se de encontrar a distância conveniente entre si e os outros, entre si e si mesmo.

¹⁴ Charlot utiliza o termo “mobilização” ao invés de “motivação”, explicando que no fim da análise desses conceitos, eles convergem (Charlot 2000, p. 55).

Portanto, diante dessa forma analítica, serão selecionados durante o processo de ensino/aprendizagem, alunos que se manifestam em pelo menos uma das categorias acima, lembrando que um aluno pode apresentar características de duas ou três categorias.

A análise da estratégia será conduzida a partir dessa segunda seleção, observando suas possibilidades e contribuições tanto em termos de ensino como de aprendizagem.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma estratégia de ensino lakatosiana recentemente elaborada para ser investigada e, assim, dar continuidade a pesquisas anteriores que recomendaram estudos e possíveis avanços nesse sentido (Laburú et al. 1998; Laburú e Arruda 1998; Laburú e Niaz 2002; Silva e Laburú 2002; Niaz 1998). Também se apresentou, com abordagem qualitativa, a metodologia que a pesquisa deverá seguir para tal estudo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR Jr, O. Calor e Temperatura no ensino fundamental: relações entre o ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol.4, n. 1, p. 1-18, março 1999.
- BARRA, E. S. O. Modelos da mudança científica: subsídios para as analogias entre história da ciência e ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.10, nº 2: p. 118-127, ago. 1993.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal - Porto Editora (1994).
- CHARLOT, B. *Da relação com o saber – elementos para uma teoria*. Porto Alegre – RS. Editora Artmed (2000).
- CHINN, C. A. & BREWER, W. F. The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1, 1-49 (1993).
- CHINN, C. A. & BREWER, W. F. An empirical test of a taxonomy of responses to anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 6, 632-654, 1998.
- LABURÚ, C. E. & ARRUDA, S. M. Um Instrumento Pedagógico para Situações de Controvérsia e Conflito Cognitivo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 20, n. 3, Setembro (1998).
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M. E NARDI, R. Os programas de Lakatos: uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsia. *Ciência e Educação*, 5, 2, 23-38, 1998.
- LABURÚ, C. E. & NIAZ, M. A Lakatosian Framework to Analyze Situations of Cognitive Conflict and Controversy in Students' Understanding of Heat Energy and Temperatura. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 11, nº 3, September, 2002.
- LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. In Lakatos & Musgrave (Eds.): *A Crítica do Desenvolvimento do Conhecimento*, 109-243. Cultrix/EDUSP, São Paulo, 1970.
- MATTHEWS, M. R. Science Teaching – The role of history and philosophy os science. *Philosophy of education research library*, published in Great Britain by (1994).

NIAZ, M. A *Lakatosian* Conceptual Change Teaching Strategy Based on Student Ability to Build Models with Varying Degrees of Conceptual Understanding of Chemical Equilibrium. *Science & Education* 7: 107-127, 1998.

NIAZ, M. & RODRÍGUEZ, M. A. Improving learning by discussing controversias in 20th century physics. *Physics Education*, 59-63, jan. 2002.

ROWELL, J. A. Piagetian Epistemology: Equilibration and the Teaching of Science. *Synthese* 80, p. 141-162, 1989.

SILVA, O. H. M & LABURÚ, C. E. Aplicação de um instrumento analítico-pedagógico baseado numa analogia com os programas de pesquisa de Lakatos (um teste no conteúdo de cinemática angular). *Revista Ciências Exatas e Naturais*, vol. 4, no 2, jul/dez 2002.

VILLANI, A.; BAROLLI, E.; CABRAL, T. C. B.; FAGUNDES, M.; YAMAZAKI, S. C. Filosofia da ciência, história da ciência e psicanálise: analogias para o ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 14, no 1: p. 37-55, abr. 1997.