

# Um caso de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: a inovação curricular através das crenças de auto-eficácia

A case of Modern and Contemporary Physics in High School: the curriculum innovation through self-efficacy beliefs

*Edson Cesar Marques Filho*, Instituto de Física de São Carlos,  
[edmullets@gmail.com](mailto:edmullets@gmail.com)

*Marcelo Alves Barros*, Instituto de Física de São Carlos,  
[mbarros@ifsc.usp.br](mailto:mbarros@ifsc.usp.br)

*Cristiano Rodrigo Garbelloti*, Instituto de Física de São Carlos,  
[cristianogarbelotti@yahoo.com.br](mailto:cristianogarbelotti@yahoo.com.br)

*Larissa da Cunha Badan*, Instituto de Física de São Carlos,  
[larissa.badan@usp.br](mailto:larissa.badan@usp.br)

*Letícia Zago*, Instituto de Física de São Carlos,  
[leticia.zago@usp.br](mailto:leticia.zago@usp.br)

## Resumo

Este trabalho apresentará parte de uma pesquisa sobre as crenças de auto-eficácia de futuros professores de física relacionada com a introdução da física moderna e contemporânea (FMC) nos conteúdos no Ensino Médio. A metodologia desta pesquisa foi qualitativa e o principal instrumento utilizado para coleta de dados consistiu em questionários, além de entrevistas semi-estruturadas e gravação de vídeo de vários momentos da pesquisa, aplicados a 4 indivíduos de uma turma de 11 pessoas, pertencentes a um programa de formação inicial de professores do Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, em 2009. Os dados selecionados para este trabalho foram de uma licencianda que estava envolvida no planejamento e na implementação de uma seqüência de ensino e aprendizagem de nanociência para estudantes do Ensino Médio. Acreditamos que este trabalho está inserido em uma promissor contexto de pesquisa em inovação curricular.

**Palavras-chave:** crenças de auto-eficácia, formação de professores, física moderna e contemporânea, mapas cognitivos.

## Abstract

This work will present part of a research on self-efficacy beliefs of prospective teachers of physics related to the introduction of modern and contemporary physics (MCP) contents in high school. The methodology of this research was qualitative and the main instrument used for data collection consisted of questionnaires, besides semi-structured interviews and video recording, applied to 11 individuals of a physics teachers training program from Institute of Physics of São Carlos, University of São Paulo, Brazil, in 2009. The prospective teacher's

data selected for this work were from one future teacher who was involved in a planning and implementation of a nanoscience teaching and learning sequence for high school students. We believe this work is embedded in a promising research context in curriculum innovation.

**Key-words:** self-efficacy beliefs, teacher training, modern and contemporary physics, cognitive maps.

## 1. Introdução

Atualmente vem se consolidando um movimento geral na educação científica sobre a necessidade de inovação dos conteúdos escolares e da metodologia com que são trabalhados em sala de aula. Em diversos países já observamos um movimento de reforma curricular cuja ênfase desloca-se das necessidades do conteúdo para as necessidades dos aprendizes, tornando-os ativamente engajados em situações de aprendizagem potencialmente relevantes para eles e que sejam percebidas como úteis e importantes para suas vidas. Apesar das propostas de reforma curricular desenvolvidas em vários países nas últimas décadas, o ensino tradicional tem permanecido resistente às novas mudanças e isto se deve em grande parte aos conhecimentos e crenças que os professores possuem sobre a natureza da sua disciplina, sua identidade pessoal e profissional, assim como o ensino e aprendizagem dos conteúdos específicos.

Para todos aqueles envolvidos nos processos de reforma do ensino é consenso afirmar que os conhecimentos do professor, experiências e crenças desempenham um papel crucial nas mudanças curriculares, em particular, no ensino de Física. Ou seja, a maneira como os professores aprendem a ensinar, o que sabem, como adquirem seus conhecimentos, como mudam ao longo do tempo etc., são fatores que não podem ser negligenciados se o que pretendemos é compreender as causas das dificuldades dos professores em implementar uma inovação curricular em sala de aula (Davis, 2003). Na verdade tais fatores constituem-se em um conhecimento pessoal do professor que influencia enormemente suas práticas e a forma como reagem às inovações.

Tobin e McRobbie (1996) destacam a existência de quatro mitos culturais que delimitam as crenças dos professores sobre o currículo de ciências: o mito da transmissão, o mito da eficiência, o mito do rigor e o mito da preparação dos estudantes para os exames. A aceitação ou não de uma reforma curricular dependerá da maneira pela qual estes mitos culturais fazem sentido para os professores, pois na maioria das vezes tais mitos não permitem a realização das mudanças pelos professores. Desta forma, para superar os obstáculos para a implementação de uma reforma curricular em ciências pelos professores deve-se partir da identificação dos seus mitos culturais e da reflexão crítica sobre suas eficácias, o que poderá ter profundos efeitos sobre suas crenças sobre o ensino e aprendizagem, assim como sua prática em sala de aula.

Certamente são inúmeros os obstáculos para a adoção de uma inovação curricular. Todavia, neste trabalho chamamos atenção para a importância do papel desempenhado pelas crenças de futuros professores neste processo, mais particularmente, focalizaremos suas crenças de auto-eficácia sobre a inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio. Com isso, buscamos compreender as dificuldades, crenças e percepções de futuros professores de Física quando participam de um processo de inovação curricular durante seu desenvolvimento profissional.

## **As Crenças Educacionais de Professores**

As crenças, de uma maneira geral, têm ganhado diferentes definições através de diferentes áreas de estudo da humanidade. Ademais, raramente elas têm sido definidas a partir de uma referência conceitual clara. Caso isso ocorra, estudá-las pode tornar-se algo difícil, de modo que julgamos importante inicialmente elencar a seguir uma definição geral de crenças que consideramos adequada. Mais adiante, pontuamos brevemente a relação das crenças com o conhecimento e, por fim, apresentamos um recorte da Teoria Social Cognitiva a partir do qual discutiremos as crenças de auto-eficácia de futuros professores em relação à implementação de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Crenças são informações que os sujeitos aceitam como verdadeiras (Koballa e Crawley apud Riggs e Enochs, 1990). Estas informações, porém, podem não ser muitas vezes verbalizadas com clareza pelos indivíduos porque nem sempre eles têm suas crenças de uma forma organizada, refletidas e prontas para uma explicitação, ou ainda podem estar relutantes a se expor. Ademais, um conjunto de crenças, ou seja, um sistema de crenças, engloba a realidade física e social por meio de alguma forma psicológica organizada, mas não necessariamente lógica. (Rokeach, 1968)

Elas influenciam suas percepções e seus julgamentos, os quais, por sua vez, afetam seus comportamentos (Pajares, 1992). Ademais, as crenças podem ser boas predictoras do comportamento dos indivíduos. Cumpre ressaltar que no escopo deste trabalho, adotamos a postura de que as crenças englobam o conhecimento (Lewis, 1990), no sentido de que todo conhecimento tem sua origem em uma crença e de que as formas de se conhecer são essencialmente as formas de se escolher valores. Ainda que o aprendizado seja construído mediante uma descoberta pessoal ou uma percepção, os indivíduos já estão se utilizando das suas crenças em seus próprios sentidos, em sua intuição, nas leis da natureza e na lógica para conhecer algo. Desta forma, não há necessidade de se entrar nos campos da religião, da política e de ideologias pessoais para se entender o entrelaçamento da natureza do conhecimento e da crença.

## **As Crenças de Futuros Professores**

Pesquisas sobre formação inicial de professores têm apontado para o fato de que os licenciandos entram nos programas de formação inicial com crenças fortemente forjadas sobre aspectos educacionais que geralmente permanecem sem alteração ao longo destes programas e acompanham os futuros professores durante suas práticas de ensino (Florio-Ruane e Lensmire 1990; Wilson, 1990; Kagan, 1992). Conhecer as crenças destes professores é um passo importante na tentativa de se operacionalizar estratégias para se buscar mudanças e evoluções das crenças educacionais dos futuros professores em relação às propostas de inovação curricular, no nosso caso, a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Podemos dizer que tais crenças dizem respeito aos estudantes, a si próprios, ao conhecimento científico e às suas auto-eficácias em diferentes situações educacionais. Quanto às crenças dos futuros professores em relação aos estudantes, elas se relacionam a como o futuro professor julga poder influenciar suas atitudes, como se dá o processo de motivação deles, quais são seus papéis no processo de ensino e aprendizagem e, finalmente, quais são suas crenças sobre a causa das atitudes dos seus alunos. No que concerne às crenças dos futuros professores em relação a eles mesmos, estas se compõem de suas concepções sobre

seus papéis como professores e seus processos de crescimento pessoal e profissional, quais são suas motivações para o ensino e como eles atribuem causas para suas próprias atitudes. As crenças dos futuros professores também são constituídas por suas idéias acerca da natureza de um conteúdo específico ou sobre o conteúdo específico em si e, finalmente, também fazem parte destas crenças, aquelas que se relacionam às suas capacidades de realizarem tarefas específicas, ou seja, suas crenças de auto-eficácia em uma tarefa específica (Bejarano e Carvalho, 2003).

### **As Crenças de Auto-eficácia**

Na Teoria Social Cognitiva (Bandura, 1986), há uma idéia central: a auto-eficácia, definida como “crenças nas próprias capacidades de organizar e executar cursos de ação necessários para produzir determinados resultados” (Bandura, 1997) em uma determinada tarefa específica. Ela é um determinante psicológico diferente de conhecimentos específicos, habilidades ou experiências oriundas de feitos passados. É necessário especificar bem as tarefas ao acessar as crenças de auto-eficácia dos indivíduos, uma vez que é em relação a elas que a pessoa se julga ou não capaz (Bandura, 1986; Pajares, 1996; Schunk, 1991). Desta forma, para além de ter as habilidades e os conhecimentos para a concretização de uma dada tarefa, a pessoa deve ter um certo nível de crença de auto-eficácia para realizá-la. Além disso, Bandura (1997) diferencia a crença de eficácia do que se designou expectativa de resultados, a partir das quais um sujeito aguarda conseqüências satisfatórias de uma dada atuação. Desta maneira, a motivação para a realização de uma determinada tarefa é determinada pela combinação das crenças de auto-eficácia juntamente com as expectativas de resultados do indivíduo.

As fontes que compõem as crenças de auto-eficácia, segundo Bandura (1977), são as experiências positivas, que se caracterizam pelas ocorrências em que o indivíduo encara uma determinada situação e consegue enfrentá-la com sucesso, de modo que eles obtêm, assim, informações de suas próprias capacidades para enfrentar situações similares. As experiências vicárias, que estão relacionadas à observação de situações exitosas ou malogradas de outrem em situações similares que influenciam seu comportamento. A persuasão verbal, que se pode interpretar à maneira de um agrupamento de estímulos verbais que levam uma pessoa a ter consciência de que é capaz ou não de executar uma dada ação. Os estados fisiológicos, que levam em conta os estados emocionais e fisiológicos das pessoas, tais como: a ansiedade, o estresse, o aumento do batimento cardíaco, uma respiração ofegante, calafrios que podem ocorrer durante a execução de uma tarefa. De todos esses fatores, são as reais experiências de êxito que propiciam o mais seguro incremento de auto-eficácia, sendo indispensáveis mesmo na presença das demais fontes. Aliás, uma vez bem estabelecida em uma pessoa a crença de auto-eficácia, eventuais experiências de fracasso não representam para ela uma ameaça significativa, a não ser em função de certas atribuições de causalidade pelo fracasso.

Pessoas com um baixo senso de eficácia, em um dado domínio, esquivam-se de tarefas difíceis que percebem como problemas, têm baixas aspirações e fraco empenhamento para os objetivos que elas escolhem buscar e mantêm um foco em um auto diagnóstico depreciativo ao invés de se concentrarem em como se fazer algo com sucesso. Quando deparadas com tarefas difíceis, elas fixam-se muito nas deficiências pessoais, nos obstáculos que irão encontrar e em todos os possíveis resultados adversos, afrouxam seus esforços e desistem rapidamente diante de dificuldades, demorando para retomar sua crença de eficácia após falhas ou reveses. Isto porque elas diagnosticam uma performance insuficiente como uma

deficiência de capacidade. Não é preciso muitos erros para que elas percam a fé em suas capacidades, caindo facilmente como vítimas de estresse e depressão (Bandura, 1993).

Já uma forte crença de eficácia melhora a realização pessoal em vários aspectos. As pessoas com alta eficácia vêem tarefas difíceis como desafios a serem devidamente administrados, ao invés de ameaças a serem evitadas. Tal perspectiva de eficácia fomenta interesse e profunda imersão nas atividades em questão. Elas propõem objetivos desafiadores e os buscam com constância, realizam diagnósticos voltados para melhorar a performance na tarefa em questão e, diante de falhas, aumentam e mantêm seus esforços, atribuindo às causas de falhas insuficientes esforços ou conhecimentos e habilidades que são adquiríveis. Elas se recuperam rapidamente em termos de crenças de eficácia depois de falhas ou reveses e têm a segurança de que podem exercer algum controle sobre uma situação ameaçadora. Tal perspectiva de eficácia produz realizações pessoais, reduz o estresse e diminui a vulnerabilidade à depressão (Bandura, 1993). A motivação para um certo tipo de comportamento está também em função da intensidade desta crença.

### **Algumas pesquisas sobre auto-eficácia**

Aqui cabe ressaltar que são raros os trabalhos exclusivamente qualitativos relacionados às crenças de auto-eficácia de professores (Mcalpine and Crago, 1995; Milner and Woolfolk Hoy, 2003). A seguir, apresentamos dois deles que relacionam as crenças de auto-eficácia de professores às suas práticas.

Takahashi (2011) buscou compreender melhor como se desenvolvem as crenças de auto-eficácia de professores tendo como base um modelo de formação de professores calcado em teorias socio-culturais, de maneira que os sujeitos investigados eram participantes de um grupo de quatro professores que tinham alguns anos de diferença de experiência em sala de aula e lecionavam inglês e matemática. O grupo tinha como foco comum a troca de experiências e o estudo em conjunto. As entrevistas semi-estruturadas foram realizadas em três momentos: antes de qualquer observação da prática dos docentes; depois de observações de suas aulas e após discussões com o grupo estudado. Os resultados da pesquisa indicaram que os professores podem construir em conjunto suas crenças de eficácia relacionadas a práticas comuns de sala de aula. Em outras palavras, reuniões de professores podem ajudar a alterar suas crenças de auto-eficácia. Estas pesquisas sobre a influência da dinâmica de trabalho de grupo na auto-eficácia de professores vem crescendo e pode ajudar na corroboração e reformulação do que entendemos sobre as crenças de auto-eficácia.

Outra pesquisa que também estudou as crenças de auto-eficácia de maneira qualitativa foi realizada por Mulholland e Wallace (2001). Uma professora primária, Katie, foi investigada por meio de um estudo de caso longitudinal durante duas fases: uma fase de pré-serviço e outra em serviço. Os dados foram coletados através de entrevistas semi-estruturadas realizadas no final do ano em que ela completou sua Licenciatura. Foram também realizadas observações de suas aulas seguidas por entrevistas ao longo de todo seu primeiro ano de trabalho. Ademais, foram registrados os áudios de suas interações em sala a fim de compará-los com as entrevistas realizadas. Os autores construíram uma análise dos eventos e ações de Kate em forma de narrativas que representaram as experiências vivenciadas por ela em suas duas fases como professora de ciências. A narrativa também foi analisada em termos dos pontos comuns entre as duas fases da professora, bem como buscou-se entender como suas crenças de auto-eficácia foram se alterando ao longo deste percurso. A conclusão das autoras foi de que suas experiências tiveram efeitos tanto positivos quanto

negativos sobre suas crenças de auto-eficácia, mas a persistência da professora no ensino de ciências foi interpretada como um fortalecimento de sua auto-eficácia neste domínio.

Ainda há trabalhos utilizando auto-eficácia com uma metodologia híbrida, tanto quantitativa quanto qualitativa, têm uma maior ocorrência na literatura, porém como não são nosso foco principal, citamos a seguir apenas um trabalho que elucida bem esta metodologia (Ramey-Gassert, Shroyer e Staver, 1996). Finalmente, é muito mais comum encontrar na literatura sobre crenças de auto-eficácia de professores trabalhos que se utilizam da metodologia quantitativa. Tais estudos, porém, devem contar com um grande número de participantes para a possibilidade de realização de análises quantitativas, o que claramente não foi nosso caso.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar as crenças de auto-eficácia de futuros professores de Física sobre a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

## 2. Metodologia

Nossa metodologia de pesquisa é qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994), tipo estudo de caso, e nosso instrumento para coleta de dados foi constituído de um questionário aplicado no início e ao fim desta investigação a um grupo de 11 alunos do curso de Licenciatura em Ciências Exatas do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo.

Os 11 futuros professores investigados participaram de uma disciplina, denominada: Prática de Ensino de Física com um total de 180 h (~30 semanas). As aulas ocorriam uma vez por semana com duração de 4h. Entre as atividades programadas desta disciplina havia horas de estudos, observações de aulas de professores experientes, preparação e aplicação de minicursos para alunos do Ensino Médio de escolas públicas.

Durante este período, a turma foi dividida entre futuros professores que participaram de um minicurso sobre o tema Física de Partículas e outro de Nanociência e Nanotecnologia, ambos com carga horária total de 16 horas e com o mesmo objetivo: fornecer ferramentas conceituais e metodológicas para capacitá-los a trabalhar os tópicos propostos.

No minicurso de Física de Partículas foram desenvolvidas e aplicadas atividades de ensino que contemplavam tópicos como a técnica de espalhamento utilizada por Rutherford, a detecção de partículas, as leis de conservação, as interações fundamentais, o modelo padrão das partículas elementares e a conexão existente entre a Cosmologia e a Física de Partículas.

Já no minicurso de Nanociência e Nanotecnologia, trabalhou-se com os seguintes tópicos: matéria mole e fenômenos em escala nanométrica, fundamentos da Microscopia de Força Atômica, fabricação de nanoestruturas com controle molecular e funcionamento de um dispositivo orgânico.

Após a participação no minicurso, em uma etapa posterior com carga horária de 20 horas, os licenciandos tiveram a tarefa de analisar os conteúdos estudados de modo a adaptá-los e organizá-los em um módulo de ensino que seria aplicado para alunos do Ensino Médio, com duração de 4 horas.

Para este trabalho foram selecionados somente os resultados dos questionários de uma licencianda, identificada como Ana que participou da turma cujo tema de trabalho foi Nanociência. A seguir, explicitamos seu perfil sintético:

<b>Professora</b>	<b>Perfil</b>
Ana	A licencianda, 23 anos, teve sua escolha pelo curso de Licenciatura

	relacionada com a sua situação econômica e com a necessidade de realizar um curso superior. Afirma não ter grande interesse em ser professora e optou pelo curso em função da sua baixa nota de ingresso.
--	---

**Tabela 01:** Perfil das licencianda investigada

A seguir apresentamos os itens do questionário propostos para os licenciandos:

- a. Eu me considero capaz de implementar inovações curriculares em meu ensino.
- b. Eu não sou muito eficaz em desenvolver atividades inovadoras em sala de aula.
- c. Acredito que sou capaz de selecionar conteúdos adequados para se inserir tópicos de FMC com meus estudantes.
- d. Eu me considero capaz de ensinar tópicos de FMC para meus estudantes.
- e. Eu me considero capaz de compreender conceitos de FMC.
- f. Eu me considero capaz de transpor para o Ensino Médio os tópicos de FMC aprendidos na graduação.
- g. Eu sou capaz de criar atividades de ensino de FMC em sala de aula.
- h. Eu sou capaz de motivar meus estudantes através do ensino-aprendizagem de tópicos de FMC.
- i. Eu sou capaz de responder as perguntas dos estudantes sobre FMC em sala de aula.
- j. Eu me considero capaz de tornar claros os conceitos da FMC aos meus estudantes.

Empreendemos a construção de mapas cognitivos baseados em suas respostas aos questionários (Porlán, 1989; Mellado et al., 2002; Ruiz et al, 2005). A utilização de mapas cognitivos como procedimento de análise dos dados obtidos a partir dos questionários tem se convertido numa ferramenta útil de análise em pesquisas na área de Ensino de Ciências, pois permite estruturar uma visão mais global e menos fragmentada das crenças educacionais de cada futuro professor sobre distintas dimensões. Os mapas cognitivos podem ser caracterizados como uma rede de idéias que reflete a forma como cada indivíduo as relaciona em sua própria perspectiva. Eles não consistem em uma cópia exata do ambiente, mas sim em uma representação ou modelo simplificado do mesmo que fornece uma imagem aproximada desta realidade (Laszlo et. al., 1995).

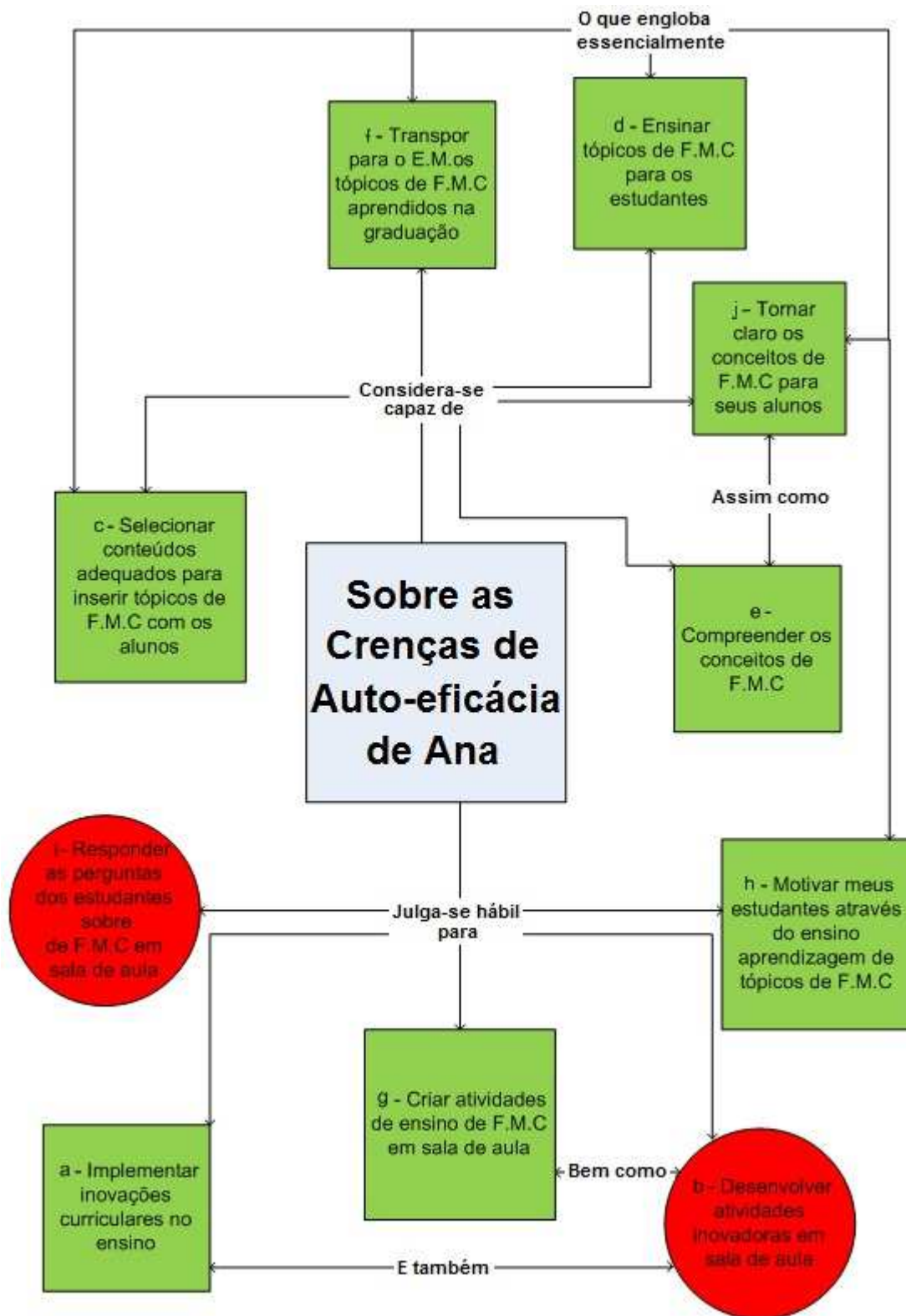
Construímos os mapas cognitivos referentes aos questionários respondidos pelos licenciandos utilizando 3 figuras geométricas e 5 cores distintas a partir das respostas possíveis: “Concordo Plenamente” (Quadrado Verde Escuro), “Concordo” (Quadrado Verde), “Discordo Plenamente” (Círculo Vermelho Escuro), “Discordo” (Círculo Vermelho) ou “Indiferente” (Hexágono Amarelo). Sobre as cores e as questões que estão já enumeradas em cada caixa é importante esclarecer que todas as caixas com cores vermelho e vermelho escuro devem ser lidas de forma negativa, pois elas relatam a discordância quanto ao item. Já as caixas com cor verde e verde escuro devem ser lidas de forma positiva, pois se refere à concordância ao item.

Realizamos ainda entrevistas semi-estruturadas com cada um dos 4 futuros professores individualmente. Os protocolos das entrevistas foram desenvolvidos com a ajuda de dois pesquisadores experientes e elaborados para esclarecer e complementar algumas informações específicas presentes nas respostas aos questionários no que diz respeito à inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Também obtivemos registros

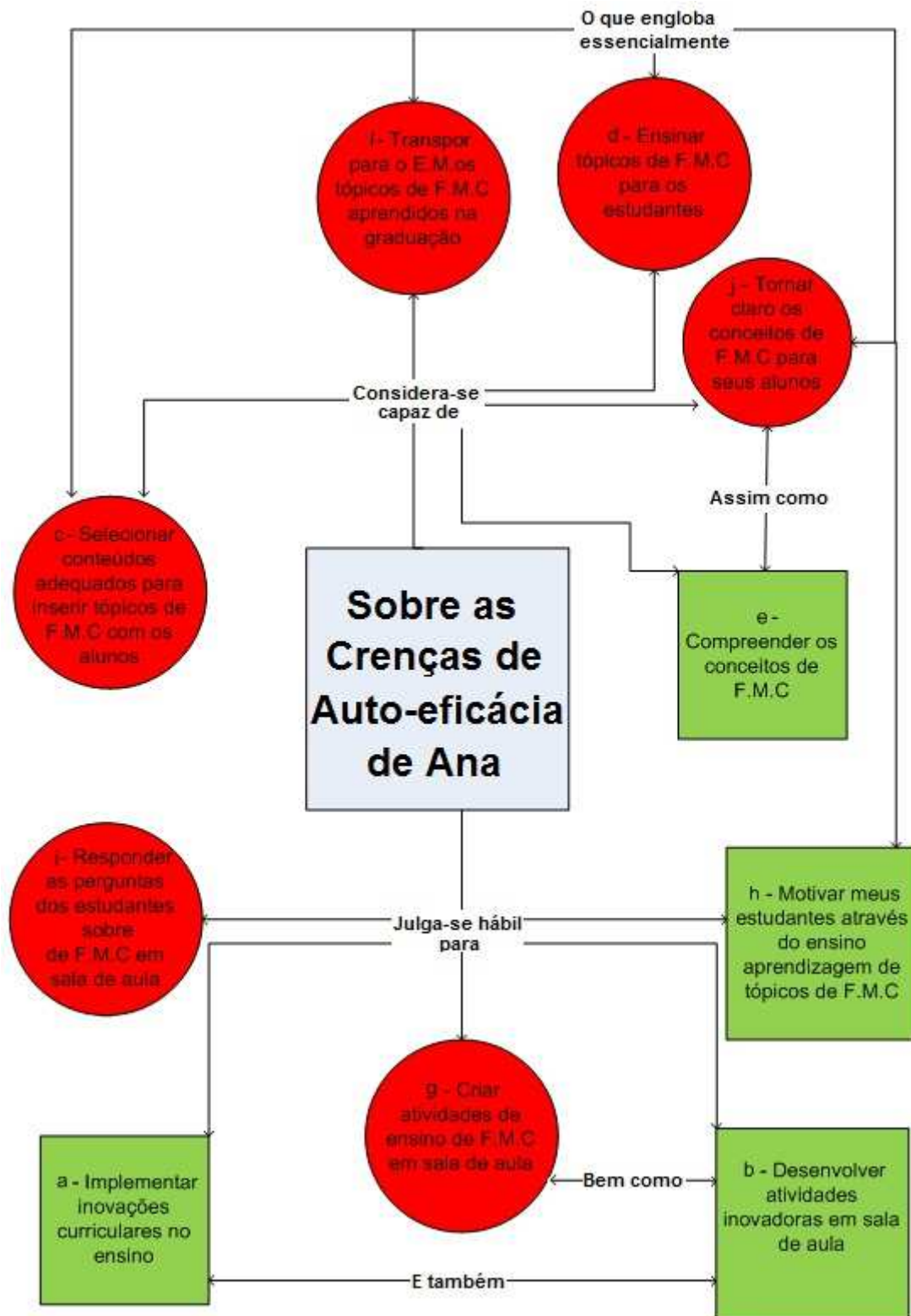
na forma de gravações em vídeo durante todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa, incluindo a fase de aplicação em sala de aula das atividades programadas para alunos do Ensino Médio.

### **3. Resultados e discussão**

Ana, segundo os mapas cognitivos da Figura 1, manteve em “Concordo” suas crenças de auto-eficácia sobre implementar inovações curriculares no seu ensino (questão a), bem como em relação às suas crenças sobre sua capacidade de compreensão dos conceitos de FMC (questão e) e de motivar seus estudantes através do ensino e da aprendizagem de tópicos de FMC em sala de aula (questão h). Uma explicação que dá suporte a este comportamento é de que Ana participou, ainda que pontualmente, de um processo curricular inovador durante a pesquisa. Ainda assim ela, continuou se julgando capaz de compreender os conceitos de FMC e isto não parece se relacionar com seu julgamento sobre sua capacidade de ensinar os mesmos. Já quanto à manutenção de sua crença de auto-eficácia relacionada à motivação de seus alunos através do ensino e da aprendizagem de FMC, tal indicativo mostrou-se anômalo em face de suas outras respostas e de suas declarações da entrevista final e tais dados dificilmente podem ser explicados à luz da teoria de auto-eficácia, embora sejam plenamente aceitáveis em seu sistema de crenças.



**Figura 1:** Crenças de Auto-eficácia iniciais de Ana



**Figura 2:** Crenças de Auto-eficácia finais de Ana

Ana manteve em “Discordo” suas crenças relacionadas à sua capacidade de responder as perguntas dos estudantes sobre FMC (questão i) e é possível dizer que ao longo do minicurso a licencianda não teve nenhuma experiência positiva neste sentido, uma vez que sua atuação no minicurso de Nanociência foi bastante insegura e os estudantes não se sentiram à vontade para perguntar algo para ela.

A futura professora teve apenas um acréscimo de auto-eficácia concernente ao desenvolvimento de atividades inovadoras em sala de aula, transitando de “Discordo” para “Concordo” neste sentido, uma vez que ela e seu grupo foram capazes de adaptar uma atividade introdutória sobre ordens de grandeza do site do CERN chamada “Powers of Ten” de uma forma lúdica mediante um jogo de cartas. Neste aspecto, podemos explicar este incremento isolado através do que apontou Takahashi (2011) de que a dinâmica de um trabalho em grupo afeta a auto-eficácia de professores.

Ela teve vários decrementos em sua auto-eficácia de “Concordo” para “Discordo” em relação, mais especificamente, a se julgar capaz de ensinar tópicos de FMC para seus estudantes (d), selecionar conteúdos adequados para se inserir tópicos de FMC com seus estudantes (c), transpor para o Ensino Médio os tópicos de FMC aprendidos na graduação (f), criar atividades de ensino de FMC em sala de aula (g) e tornar claros os conceitos da FMC aos seus estudantes (j).

É importante reforçar, diante destes últimos resultados, que Ana mostrou certa insegurança e ansiedade durante a aplicação do minicurso de Nanociência aos estudantes de Ensino Médio, de maneira que ela pode ter feito a leitura dessa experiência sofrível como uma falta de capacidade nestes aspectos. Em meio a empecilhos e diante de uma atuação que deveria ser mais segura, seria mesmo razoável esperar que seu padrão geral de respostas ao questionário indicasse mais decréscimos em relação ao observado inicialmente.

Assim, Ana, de um modo geral, diagnosticou sua performance insuficiente como uma deficiência de capacidade e, segundo Bandura (1993), isto pode significar que não seria preciso muitos erros para que ela perdesse fé em suas capacidades neste domínio.

#### **4. Conclusões e implicações**

As crenças de auto-eficácia e a formulação da correlata teoria concebida por Bandura nos permitiram explicar alguns dos comportamentos de Ana relacionados à inserção de FMC no Ensino Médio. Em outras palavras, a deficiência de experiências positivas e os estados fisiológicos dela se mostraram plausíveis fontes de alterações das crenças de auto-eficácia da futura professora investigada ao longo do processo de inovação curricular por ela vivenciado. Ademais, a partir das experiências oriundas da dinâmica do grupo com quem Ana trabalhou foi possível traçar uma conexão com dados da literatura (Takahashi, 2011).

Assim, é razoável afirmarmos que a auto-eficácia se apresentou como um bom conceito explicativo e, neste sentido, de uma maneira mais geral, também evidenciamos a importância de se efetuar mais investigações qualitativas que estudem a auto-eficácia e suas implicações contextualizadas no ensino de ciências e, particularmente, no ensino de física, a fim de entendermos melhor os seus limites preditivos e explicativos.

Uma promissora perspectiva de pesquisa e de estratégia de ensino para a formação de professores de Física seria refletir com os mesmos sobre suas próprias crenças de auto-eficácia relacionadas à implementação de FMC no Ensino Médio. Para tanto, seria

interessante a utilização de mapas cognitivos como elemento de suporte para esta reflexão, sendo os mesmos produzidos, por exemplo, a partir do o questionário utilizado nesta investigação.

Neste sentido os mapas cognitivos, enquanto ferramenta de análise, nos proporcionaram uma clara visualização da reestruturação das respostas da futura professora e mostraram-se instrumentos viáveis e interessantes para uma compreensão global das crenças de auto-eficácia de futuros professores de Física sobre a implementação de FMC no Ensino Médio.

## Referências

BANDURA, A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. **Psychological Review**, 84, 2, 191-215, 1977.

\_\_\_\_\_. Self-efficacy. In: \_\_\_\_\_. **Social foundations of thought and action: a social cognitive theory**. Englewood Cliffs: Prentice hall, 390-453, 1986.

\_\_\_\_\_. **Self-efficacy: The exercise of control**. New York: Freeman, 1997.

BEJARANO, N. R. R; CARVALHO, A.M.P. Tornando-se professor de ciências: crenças e conflitos. **Ciência & Educação**. 9, n. 1, 1-15, 2003.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Porto Editora (Coleção Ciências da Educação). Lisboa – Portugal, 1994.

DAVIS, K. S. “Change is Hard”: What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices, **Science Education**, 87, 3-30, 2003.

FLORIO-RUANE, S.; LENS MIRE, T.J. Transforming future teachers' ideas about writing instruction. **Journal of Curriculum Studies**, 22. 277-289, 1990.

KAGAN, D. M. Professional Growth among preservice and beginning teachers. **Review of Educational Research**, 62, 2, 129-169, 1992.

LASZLO, E. et. al. **The Evolution of Cognitive Maps – new Paradigms for the Twenty-first Century**. Amsterdam: Gordon and Breach, 1995.

LEWIS, H. **A question of values**. San Francisco: Harper & Row, 1990.

MCALPINE, L.; CRAGO, M. The induction year experience in a cross-cultural setting. **Teaching and Teacher Education**, 11, 4, 403-415, 1995.

MELLADO, V. et. al. Los mapas cognitivos en el análisis gráfico de las concepciones del profesorado. **Campo Abierto**, 22, 37-58. 2002.

MILNER, H. R.; WOOLFOLK HOY, A. A case study of an African American Teacher's self-efficacy, stereotype threat, and persistence. **Teaching and Teacher Education**, 19, 263-276, 2003.

MULHOLLAND, J.; WALLACE, J. Teacher induction and elementary science teaching: enhancing self-efficacy. **Teaching and Teacher Education**, 17, 243-261, 2001.

PAJARES, F. Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. **Review of Educational Research**, 62, 307-332, 1992.

\_\_\_\_\_. F. Self-efficacy beliefs in academic settings. **Review of Educational Research**, 66, 543-578, 1996.

PORLÁN, R. **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores.** Tesis Doctoral. Sevilla. 1989.

RAMEY-GASSERT, L.; SHROYER, M. G.; STAVER, J. R.. A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers. *Science Education*, 80(3), 283-315, 1996.

RIGGS, I. M.; ENOCHS, L. G. Toward the development of an elementary teachers science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*, 74, 6, 625-637, 1990.

ROKEACH, M. **Beliefs, attitudes and values: A theory of organization and change.** San Francisco: Jossey-Bass, 1968.

RUIZ, C. et. al. Construcción de mapas cognitivos a partir Del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de La evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, 1, 2005.

SCHUNK, D.H. Self-Efficacy and Academic Motivation. *Educational Psychologist*,. 26, 3 e 4, 207-31, 1991.

TAKAHASHI, S. Co-constructing efficacy: A communities of practice: perspectives on teachers efficacy beliefs. *Teaching and Teacher Education*, 27, 4, 732-741, 2011

TOBIN, K.; MCROBBIE, C.J. Cultural Myths as Constraints to the Enacted Science Curriculum, *Science Education*, 80(2), 223-241, 1996.

WILSON, S.M. The secret garden of teacher education. *Phi Delta Kappan*, 72, 204-209, 1990.