UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CÉSAR AUGUSTO PAIVA GONÇALVES

DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES CONSTRUÍDOS A PARTIR DA APROXIMAÇÃO ENTRE A ENGENHARIA CIVIL E O ENSINO DE CIÊNCIAS EM UM NÚCLEO DE PESQUISA

Goiânia
2009

CÉSAR AUGUSTO PAIVA GONÇALVES

DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES CONSTRUÍDOS A PARTIR DA APROXIMAÇÃO ENTRE A ENGENHARIA CIVIL E O ENSINO DE CIÊNCIAS EM UM NÚCLEO DE PESQUISA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Agustina Rosa Echeverría

Goiânia
2009

DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES CONSTRUÍDOS A PARTIR DA APROXIMAÇÃO ENTRE A ENGENHARIA CIVIL E O ENSINO DE CIÊNCIAS EM UM NÚCLEO DE PESQUISA

Por

CÉSAR AUGUSTO PAIVA GONÇALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.
Aprovada em: _____ / _____ / _____.

COMISSÃO JULGADORA:

_____

Profa. Dra. Agustina Rosa Echeverría – Orientadora
Instituto de Química/ Universidade Federal de Goiás

_____

Prof. Dr. Otavio Aloisio Maldaner
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

_____

Prof. Dr. Leandro Gonçalves Oliveira
Instituto de Ciências Biológicas/ Universidade Federal de Goiás

Dedico esta dissertação ao meu pai e à minha mãe, Pedro e Jane, nordestinos sonhadores que, por amor aos seus três filhos, superaram o medo e a saudade, na perspectiva de nos proporcionar melhores condições de vida em terras tão distantes.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas merecem os meus agradecimentos.

Agradeço, primeiramente, à professora Agustina Rosa Echeverría, minha orientadora, que ao longo desses quase cinco anos de convivência, soube, amorosamente, despertar em mim atitudes essenciais no tratamento crítico e comprometido do ofício de professor.

Agradeço aos/às colegas professores/as e aos/às futuros/as professores/as, por ora licenciandos/as, participantes do NUPEC-IQ-UFG, pelo engajamento individual empregado na construção coletiva de novas possibilidades para o ensino de ciências em nossa região.

Agradeço, imensamente, a todos da minha família de Goiânia, por sempre me apoiarem em meus sonhos e projetos: Hélcio, Jane, Pedro, Ítalo e Carlianne.

Agradeço também:

À professora Andréia Ferreira da Silva, da Faculdade de Educação - UFG, pela disciplina que tão satisfatoriamente cursei, contribuindo, de forma muito profícua, na compreensão deste trabalho.

Aos familiares de longe, do interior do Maranhão, pela torcida e pelo carinho permanente. Em especial, à minha querida avó que, na plenitude dos seus 82 anos de idade, disponibiliza forças para me aconselhar em longas conversas ao telefone.

À Secretaria da Educação do Estado de Goiás pela licença concedida para a realização deste mestrado.

À Universidade Federal de Goiás e ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática.

O saber científico, extraído dos sonhos de uma revelação inspirada, quer dizer, sobrenatural, pode descobrir-se hoje simultaneamente como "escuta poética" da natureza e processo natural nela, processo aberto de produção e invenção, num mundo aberto, produtivo e inventivo. Chegou o tempo de novas alianças, desde sempre firmadas, durante muito tempo ignoradas, entre a história dos homens, de suas sociedades, de seus saberes, e a aventura exploradora da natureza.

Ilya Prigogine e Isabelle Stengers

RESUMO

Este trabalho analisa o movimento de aproximação interdisciplinar entre especialistas de diferentes campos do conhecimento, levando em consideração seus aspectos epistemológicos e pedagógicos, na perspectiva de uma compreensão ampliada da realidade, apreendida enquanto totalidade dinâmica e complexa. A investigação foi realizada no âmbito de um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências, originalmente constituído por professores de ciências em diferentes níveis de formação curricular, em aproximação com professores formadores da Escola de Engenharia Civil. Do projeto participam também quatro escolas estaduais e um centro federal de educação tecnológica. Nesse contexto, este trabalho se propõe a discutir as possíveis dimensões das relações e interações entre especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil, na compreensão do caminho epistemológico de construção da interdisciplinaridade no ensino de ciências. Foram realizadas quinze reuniões do núcleo com a participação de professores de ciências de diferentes níveis, alunos de graduação e mestrado e professores e alunos engenheiros. Todos os encontros foram filmados em VHS e transcritos; deles, seis foram selecionados para a análise. Metodologicamente, este trabalho se caracteriza como uma pesquisa participante. Para fins de análise, as reflexões obtidas foram agrupadas em três categorias: i) sobre as concepções de interdisciplinaridade dos diferentes grupos que compõem o núcleo; ii) sobre a dinâmica de aproximação entre o ensino de ciências e a engenharia civil; iii) sobre as contribuições dessa aproximação. Considerando a natureza epistemológica complexa da interdisciplinaridade e a necessária renovação do ensino de ciências, nossa análise aponta para a necessidade de que novos diálogos, aportados por uma compreensão ampla das bases científicas, sejam promovidos nos diferentes níveis de produção e apropriação da ciência. Percebemos, ainda, que a análise de determinada problemática dentro de uma perspectiva interdisciplinar gera uma visão mais abrangente sobre os caminhos e as possíveis estratégias de superação dessas dificuldades, disponibilizando indícios e soluções mais globais do que aquelas obtidas por uma abordagem individualizada do objeto em questão. Este trabalho, portanto, ao analisar a natureza das referidas relações e a construção da interdisciplinaridade a partir de aspectos epistemológicos, pedagógicos, históricos, políticos e sociais, justifica-se pelo caráter de suas proposições e pelo empreendimento crítico-reflexivo de compreensão da dinâmica do pensamento que subsidia tal integração.

Palavras-chave: ensino de ciências, engenharia no ensino médio, interdisciplinaridade, complexidade.

ABSTRACT

This study analyzes the movement for interdisciplinary approximation among specialists in different fields of knowledge, taking into consideration their epistemological and pedagogical aspects, from the perspective of a wider understanding of reality, perceived as a dynamic and complex whole. The analysis was undertaken within a Unit of Research in Science´s Teaching, originally made up of science teachers at different levels of formation, along with professors involved in Teacher Formation at the School of Civil Engineering. Four State Schools and a Federal Center of Technology also participated in the project. In this context, this study proposes to discuss the possible dimensions of the relations and interactions between specialists in science teaching and civil engineering, in order to understand the epistemological way of building interdisciplinarity into the teaching of the sciences. The unit held fifteen meetings, during which science teachers at different levels participated – undergraduates, Master students, engineering professors and student engineers. From among the fifteen meetings, all filmed in VHS and transcribed, six were selected for analysis. Methodologically, this study is considered a participative research. For analytical purposes, the reflections obtained were grouped into three categories: i) the conceptions of interdisciplinarity of the different groups which make up the unit; ii) the approximation dynamics between the teaching of the sciences and civil engineering; iii) the contribution of this approximation. Considering the complex epistemological nature of interdisciplinarity and the need for renewal in the teaching of the sciences, this analysis points towards the need to promote new dialogues, based on a broad understanding of the foundations of sciences, at the different levels of production and appropriation of science. It was also seen that the analysis of a certain problematic, from an interdisciplinary perspective, generates a broader view of the ways and possible strategies needed for overcoming these difficulties, by providing indications and solutions that are more global than those obtained from an individualized approach to the object in question. On analyzing the nature of the relations referred and the building of interdisciplinarity from epistemological, pedagogical, historical, political and social aspects, this study is, therefore, justified by the character of its propositions and by the critical reflective task of understanding the dynamics of the thinking which underlies such integration.

Keywords: teaching of the sciences, engineering at second level, interdisciplinarity, complexity.

RÉSUMÉ

Ce travail analyse le mouvemment d'approximation interdisciplinaire entre spécialistes des différents champs de connaissance, en considérant ses aspects épistémologiques et pédagogiques, dans la perspective d'une compréhension amplifiée de la réalité, apprend tandis que la totalité dinamique et complexe. L'investigation a été réalisée dans le sein du Centre de la Recherche en Enseignement des Sciences, originalement constitué par professeurs des sciences avec différents niveaux de formation curriculaire, en approximation avec des professeurs d´École d'Ingénierie Civile. De ce projet participe aussi quatre écoles publiques et un centre fédéral d'éducation technologique. Dans ce contexte, ce travail propose discuter les possibles dimensions et interactions entre spécialistes de l'enseignement des sciences et d'ingénierie civile dans la sphère du Centre de la Recherche, en compréhension du chemin épistémologique de construction de l'interdisciplinarité dans l´enseignement des sciences. On a été réalisé quinze réunions du Centre avec la participation des professeurs de sciences de différents niveaux, étudiants de licence et master, professeurs et étudiants d'ingénierie. Toutes les réunions ont a été enregistré en VHS et transcrites, lesquelles six ont été sélectionnés pour l'analyse. Méthodiquement, ce travail se caractérise comme une recherche participante. Pour l'analyse, les réflexions obtenues ont été agroupées en trois catégories: i) sur les conceptions d'interdisciplinarité des différentes groupes qui constituent le Centre; ii) sur la dynamique d'approximation entre l'enseignement des sciences et l'ingénierie civile; iii) sur les apports de cette approximation. En considérant la nature épistémologique complexe de l'interdisciplinarité et la rénovation nécessaire de l'enseignement des sciences, notre analyse démontre que nouveaux dialogues sont requis, apporté pour une large compréhension des bases scientifiques, seront promouvoir en différents niveaux des production et appropriation de la science. On a aperçu, encore, que l'analyse d'une certaine problématique dans une perspective interdisciplinaire crée une vision plus vaste sur les chemins et les possibles stratégies de surpassement des difficultés, pour disposer indices et solutions plus globales tandis que les autres obtenues pour un abordage individualisé de l'objet en question. Ce travail, ainsi, au analyser la nature des relations et la construction de l'interdisciplinarité a partir des aspects épistémologiques, pédagogiques, historiques, politiques et sociales, se justifie pour le caractère des ces propositions et par l'application critique-réflexive de la compréhension de la dinamique du pensé que subventionne tel integration.

Mots-clés: enseignement des sciences, ingénierie au baccalauréat, interdisciplinarité, complexité.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA COMPLEXA DA INTERDISCIPLINA - RIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 A natureza complexa dos objetos de estudo da ciência 13
2.2 A complexidade e os debates sobre a interdisciplinaridade no ensino de ciências 21

3 CONTEXTO DA PESQUISA

3.1 SOBRE O NÚCLEO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS – NUPEC – UFG 27
3.2 SOBRE O PROJETO "O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA A CONSERVA - ÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS E O AMBIENTE CONSTRUÍDO"
3.2.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO
3.2.1.1 Objetivo geral do projeto 30
3.2.1.2 Justificativa do projeto..... 31
3.2.1.2.1 A educação científica e tecnológica como política pública social 32
3.2.1.3 Metodologia do projeto..... 38

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 A PESQUISA 40
4.2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DO PROCESSO DE ANÁLISE 47
4.3 CATEGORIAS DE ANÁLISE 50

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CATEGORIA I
5.1.1 Reunião 5, de 15/6/2007 52
5.1.2 Reunião 6, de 29/6/2007 60
5.2 CATEGORIA II
5.2.1 Reunião 8, de 24/8/2007 64
5.2.2 Reunião 10, de 28/9/2007 73
5.2.3 Reunião 13, de 20/10/2007 79
5.3 CATEGORIA III
5.3.1 Reunião 15, de 23/11/2007 85

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 93

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 97

1 INTRODUÇÃO

Desde sua criação, o Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências – NUPEC – UFG que compreende, em suas ações, tanto o caráter de pesquisa como de extensão, dedica-se ao estudo, discussão, desenvolvimento e execução de projetos ligados a esse campo específico de conhecimentos, intervindo diretamente tanto na formação inicial quanto continuada de seus professores por meio da pesquisa.

Constituído originalmente por professores formadores dos Institutos de Química, Física, Ciências Biológicas e Matemática da UFG, professores de ciências (química, física e biologia) e matemática da educação básica da rede pública de Goiânia e alunos de graduação e mestrado, também dessas áreas de formação, este núcleo, em aproximação com professores formadores da Escola de Engenharia Civil, também desta universidade, desenvolve, a partir do primeiro semestre de 2007, o projeto "O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído", financiado por verbas vinculadas ao Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT. Este projeto tem como objetivo principal promover a interação da ciência das engenharias com o ensino em escolas de nível médio, visando despertar, nos estudantes, vocações para as áreas das ciências naturais e das engenharias.

Neste contexto, esta pesquisa tem por finalidade identificar as possíveis dimensões das relações e interações entre os especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil que hoje compõem o Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências – NUPEC – UFG, na compreensão do caminho epistemológico de construção da interdisciplinaridade nesse espaço de formação.

Considerando a natureza epistemológica complexa da interdisciplinaridade no ensino de ciências, subsidiada por perspectivas teóricas que discutem os desafios impostos pelo caráter complexo da realidade (entendida enquanto totalidade dinâmica) e a necessidade de uma verdadeira reforma do pensamento diante dos perigos da hiperespecialização do conhecimento científico (MORIN, 2005a, 2005b), este trabalho de investigação se caracteriza metodologicamente como uma investigação participante (VEIGA, 1985, *apud* NORONHA, 2002).

Ao longo de todo o ano de 2007, na ocasião de serem definidos os caminhos de elaboração e implementação do projeto em quatro escolas públicas de Goiânia e no Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – CEFET-GO, foram realizadas quinze reuniões do núcleo. Desse total, foram selecionadas seis reuniões para a análise, considerando-se a proximidade da temática abordada nesses encontros com os objetivos deste trabalho. Todas as reuniões foram filmadas em VHS e as falas transcritas para posterior análise.

Após essa breve contextualização apresentada na seção 1, desenvolveremos o conteúdo desta investigação em outras cinco seções. Na seção 2, apresentaremos uma abordagem conceitual acerca da natureza complexa dos objetos de estudo da ciência, bem como os debates atuais a respeito da complexidade e a interdisciplinaridade no ensino de ciências. Na seção 3, descreveremos o contexto da pesquisa, destacando as ações desenvolvidas pelo NUPEC, especificamente, a dinâmica de discussão e elaboração do projeto citado. Na seção 4, indicaremos o caminho metodológico seguido para a construção dos dados obtidos, localizando seus objetivos e o conjunto de pressupostos teóricos que subsidiaram tal procedimento. Na seção 5, apresentaremos o conjunto de dados construídos ao longo de todo o trabalho, analisados à luz dos referenciais adotados. Finalmente, na seção 6, teceremos algumas considerações acerca dos resultados, apontando, por fim, possíveis contribuições desta investigação acerca da temática aqui abordada.

2 A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA COMPLEXA DA INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 A NATUREZA COMPLEXA DOS OBJETOS DE ESTUDO DA CIÊNCIA

É lugar-comum dizer-se que a aventura do conhecimento é tão antiga quanto a própria trajetória humana na Terra. Como representações da cultura, a história dos diferentes povos e a história da ciência sempre estiveram revestidas desse caráter dinâmico, ao mesmo tempo lúcido e deliberado, de procura ou geração do saber. Na verdade, o conhecimento sempre foi uma mola propulsora, uma espécie de marca *da* e *para* a inovação social (DEMO, 2001).

Neste contexto, a reconhecida imposição do caráter inovador do conhecimento nos leva a inúmeros questionamentos, entre eles aos porquês de se questionar. “A história das ciências não têm a simplicidade atribuída à evolução biológica no sentido da especialização; é uma história mais sutil, mais retorcida, mais surpreendente.” (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 219). Sendo assim, as razões que ainda hoje justificam novas indagações a respeito das relações que o homem mantém com o mundo natural, não mais repousam suas bases na infalibilidade e na neutralidade da ciência clássica, mas na incerteza das respostas, que imprimem uma nova percepção sobre o humano, o ético e o social. Para a ciência, a revisão de parte de seus conceitos não significa o abandono do procedimento científico, mas a constatação cada vez mais premente dos limites impostos pelos seus métodos e projeções secularmente utilizados. (VASCONCELLOS, 2007).

Responsáveis também por grande parte das mazelas e dos problemas que assolam as diferentes partes do mundo, as intituladas “sociedades do conhecimento” parecem experimentar momentos de crise. A autocrítica e o olhar investigativo sobre suas questões internas, vinculadas, sobretudo, à gênese e à permanência conflituosa das estruturas sociais, tornaram-se imperativos não só para esses coletivos ou para a materialidade das suas relações, mas, principalmente, para o caráter de suas produções. O conhecimento, como elaboração tipicamente humana, impõe por si só a necessidade desse crivo qualificado que, especialmente

relacionado à sua natureza epistemológica, nos remete a um tratamento crítico e ampliado do real.

Com efeito, estender os pressupostos da auto-investigação às especificidades que caracterizam o conhecimento científico torna-se, nestes termos, indispensável. A motivação primeira da ciência e das construções históricas do seu conjunto de ferramentas culturais não são a *controlabilidade*, a *previsibilidade*, a *causabilidade*, tampouco a *neutralidade* de seus construtos. Antes de tudo, tal empreendimento é reconhecidamente marcado pela *intersubjetividade* de seus pares, pela *humanização* de suas teorias e pela *problematização* de seus estudos. Segundo Morin (2005a, p. 58):

> [...] a objetividade científica não exclui a mente humana, o sujeito individual, a cultura, a sociedade: ela os mobiliza. E a objetividade se fundamenta na mobilização ininterrupta da mente humana, de seus poderes construtivos, de ferramentas socioculturais e de fermentos históricos.

Hoje sabemos que a ciência é somente um modo possível de ver a realidade, jamais único e final. A função primeira do conhecimento é, de certa forma, desfazer verdades. Recorrer ao conhecimento científico como forma de instrumentalização para uma efetiva tomada de decisões não significa buscar no livro da natureza todas as possíveis respostas. Do mesmo modo, estabelecê-lo como um sistematizado e fiel retrato do que se nos apresenta enquanto real é prescindir de sua natureza essencialmente simbólica e socialmente negociada de significados (DRIVER *et al.*, 1999).

Distante de qualquer classificação reducionista, sustentamos que o conhecimento científico legitima-se, reconhecidamente, num universo que prima pela coerência de suas idéias, pela consistência de suas teorias e pela busca incessante de objetivação[1]. Ao mesmo tempo, admitimos que tal forma de pensar *no* e *sobre* mundo não se basta. Como condição *sine qua non* de tal concepção, é mister aos iniciados neste novo mundo de idéias e formulações, que percebam, no acúmulo de experiências diárias – individuais e coletivas, acumuladas pelos diferentes povos e culturas – um outro conjunto de saberes que não pode, por um

[1] Em seu livro *Metodologia Científica em Ciências Sociais*, Pedro Demo (1995) afirma que a objetivação "significa a tentativa – nunca completa – de descobrir a realidade social assim como ela é, mais do que gostaria que fosse. Como não há conhecimento objetivo, não existe o critério de objetividade, que é substituído pelo de objetivação." (p. 20).

simples ato de vontade, ser desconsiderado. A convivência entre as diferentes maneiras de enxergar o mundo não se apresenta como um problema a ser superado, uma vez que o que define ou não a natureza dessa aproximação é o contexto em que tal processo acontece. Assim, a total abertura do saber científico ao *status* de um novo senso comum, como o restabelecedor de uma nova ordem e facilitador deste diálogo, como pressupõem alguns autores pós-modernos (SANTOS, 2006)[2], restringiria epistemologicamente o debate, ao invés de redimensioná-lo.

Ainda que essa ampliação torne-se improcedente para a própria evolução do conhecimento científico, outros modelos de abertura à inovação impõem-se em tempos atuais. A ciência, em vez de prescritiva, vê-se instigada a promover para os diferentes níveis da sociedade a visibilidade de suas produções. Considerados os processos implicados na construção social do conhecimento científico, a ciência, mais do que nunca, é convidada a rever seu histórico débito social. Neste intuito, para que sejam desenvolvidas atitudes inovadoras, em consonância com um bem maior, comum, a ciência precisa, antes de tudo, reconhecer-se também como agente de transformação. A esse respeito, Chassot (2004, p. 256-257) argumenta:

> Vivia-se [nos idos do século XVII, sob os auspícios da ciência moderna] o auge de descobertas significativas e estas, então, pareciam definitivas. Não devemos pensar a ciência como pronta, acabada, completamente despojada como uma nova e dogmática religião, com o "deus saber" imperando no novo milênio [...] Antigamente a ciência nos falava de leis eternas. Hoje fala-nos da história do universo ou da matéria e nos propõe sempre novos desafios que precisam ser investigados.

Certamente, esses novos desafios já não mais contam com soluções prontas, seguras e definitivas. O laboratório (leia-se, natureza) deixou de ser a fonte única e sinalizadora para as inesgotáveis inquietações do homem na "tentativa de elaborar respostas e soluções às suas dúvidas e problemas e que o levem à

---

[2] Santos (2006) defende uma dimensão utópica e libertadora para o senso comum no afã de ampliar seu diálogo com o conhecimento científico. No dizer deste autor, "o conhecimento científico pós-moderno só se realiza enquanto tal medida em que se converte em senso comum." (p. 90). Discordando dessa perspectiva, entendemos que os caminhos que conduzem à aproximação do conhecimento científico historicamente construído (entendido como representação cultural tipicamente humana) do conjunto da população, não podem ser redefinidos a partir da alteração dos aspectos que diferenciam a ciência das outras formas de ver o mundo. Esse debate vislumbra, senão, um posicionamento reflexivo da própria ciência diante dessa condição, conformando novas formas de diálogo que não seja a sua completa descaracterização.

compreensão de si e do mundo em que vive." (KÖCHE, 2006, p.3). A missão da ciência é ainda mais grandiosa do que se supunha no século XVII – onde a ciência e a tecnologia eram forças exteriores à sociedade –, o que não significa necessariamente mergulharmos em visões reducionistas ou extremistas[3] acerca do real. Assim como Chalmers (1993, p. 52), acreditamos que

> [...] existe um único mundo físico independentemente de observadores. Portanto, quando diversos observadores olham para um quadro, uma máquina, um *slide* de microscópio ou o que quer que seja, há um sentido no qual todos eles estão "diante de", "olhando para" e, assim, "vendo" a mesma coisa. Mas não podemos concluir que eles tenham experiências perceptivas idênticas. Há um sentido muito importante no qual eles não vêem a mesma coisa [...]

Por mais importante que seja o lugar da ciência na sociedade, especialmente na era moderna, a artificialidade do olhar individualizado sobre a natureza não consegue, sozinha, explicar o caráter complexo da realidade. Para isso, recorre-se ao aprofundamento analítico das partes do real como forma de formalizar cada vez mais o objeto a ser investigado. A idéia de posse da natureza não atribui para si mesma fundamentos que a sustentem. A ciência sempre foi e continua a ser uma atividade de investigação e de pesquisa da verdade e da realidade. Não obstante, circunscritos aos próprios limites do conhecimento, nunca na história da ciência tais aspectos permaneceram tão falíveis, como hoje, mesmo à luz dos debates provenientes dos próprios meios científicos. Nesse "mar de incertezas", cabe-nos argumentar que o conhecimento científico não corresponde a um perfeito molde do real, sendo por ele determinado. Tal defesa responde à premissa de que o objeto não se impõe sobre o sujeito. Essa posição "intermediária" é resumida por Driver *et al.* (1999, p. 32) quando afirmam que "os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza." Nestes termos, as construções científicas não pré-existem, mas constituem os elementos de uma atividade essencialmente humana.

Feitas as devidas ressalvas, percebemos que a ciência precisa ser pensada como um empreendimento que, sem se fechar em si mesma, possui

---

[3] Para Demo (1995), uma dessas visões seria a do relativismo subjetivista da realidade, para o qual não haveria realidade independente do sujeito. (p. 28).

elementos que a sustentem como um caminho diferente de todos os outros. O caráter complexo dos seus construtos, muitas vezes rotulado de forma acrítica e limitada, precisa efetivamente ser analisado acima de qualquer imposição teórica que, em última instância, apenas legitima inúmeros jargões presentes em muitas produções acadêmicas. A negociação de significados, o uso de modelos, os procedimentos para validação, os fundamentos empíricos e tantas outras ferramentas típicas da cultura científica legitimaram por muito tempo o progresso da ciência e constituem expressivamente o que hoje pertence à sua história. E é normal que ainda assim o seja. No dizer de Etges (2001, p. 63):

> Esta independência e autonomia da produção científica é vista como fragmentação. Ora, fragmento supõe que houve ou deveria haver um todo, uma unidade qualquer que se perdeu no decorrer do tempo. De fato, o que se perdeu foi aquela "unidade natural" do homem primitivo e sem história imerso na natureza e dela inteiramente dependente.

É preciso vencer a insatisfação de nossa época daquele saber unificador e totalizante de outras épocas. Muito freqüentemente confunde-se *fragmentação* ou *compartimentalização* com as *especialidades* e as *especificidades* das diferentes formas de conhecer. No caso específico das ciências, delimitar um objeto de investigação não significa fragmentá-lo, ou limitá-lo arbitrariamente. Como já explicitado anteriormente, a ciência trabalha com o "objeto construído", e não com a realidade imediata. Essa marca própria – não um defeito em si – significa que quanto mais padronizada essa construção, mais definidos são os seus critérios e seus objetos de investigação, o que favorece, inclusive, a enculturação[4] dos novos membros da comunidade. Desconsiderar tais elementos torna-se tão conservador quanto enaltecer a simples diluição desses construtos historicamente constituídos por regras, valores e linguagem própria.

O caráter disciplinar das ciências não pode revestir-se dos atributos de um mal a ser combatido. A partir dessas padronizações, por exemplo, vislumbra-se a possibilidade de comunicação e, conseqüentemente, de normalização do discurso científico. Pela linguagem, os homens conseguem comunicar entre si as novas

---

[4] É crucial que se diferencie "enculturação" de "aculturação" científica. No sentido atribuído pelo texto, o processo de "enculturação científica" significa a apropriação dessa nova cultura sem a eliminação da original, neste caso, as manifestações do conhecimento cotidiano. Diferentemente, por "aculturação científica", entendemos ser esta a substituição de uma cultura por outra (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006).

formas de organização de um determinado universo de representações por eles criadas. A comunicação impõe aos pares da comunidade científica transpor, traduzir, dispor seu sistema para o âmbito de criações e experiências próprias, permitindo dessa forma mobilizar as representações e experiências próximas dos outros[5]. Isso significa que o grande imperativo da atualidade para o conhecimento científico não se resume à diluição por completo de suas fronteiras, das suas estruturas organizadoras, mas sugere redefinirmos à forma como estas têm sido pensadas *pela* e *para* a ciência. O esvaziamento simples desses construtos impossibilita explorar as diferentes potencialidades dos próprios limites das disciplinas, pois nem do resultado desse impreciso "sopão epistemológico e metodológico" (JANTSCH; BIANCHETTI, 2001a) pode-se inferir muita coisa. A complexidade das múltiplas determinações dos construtos científicos é certamente uma das poucas certezas desse debate.

Os processos de investigação científica são multifacetados. As ciências não podem levar a um conhecimento único, total, que encerre em si mesma as diferentes possibilidades de diálogo. Sobre esse obscurantismo, sobre essa verticalização irrefletida, Morin (2005a, p. 27) nos alerta para os perigos da hiperespecialização:

> A redução unifica aquilo que é diverso ou múltiplo, quer aquilo que é elementar, quer aquilo que é quantificável. Assim, o pensamento redutor atribui a "verdadeira" realidade não às totalidades, mas aos elementos; não às qualidades, mas às medidas; não aos seres e aos entes, mas aos enunciados formalizáveis e matematizáveis.

Nesses termos, os perigos da hiperespecialização das ciências residem exatamente no seu caráter reducionista, excessivamente especializado e obsessivamente verticalizado do real, que não é somente complexo, mas impreciso. Analisar significa decompor a realidade em partes e agir seletivamente, sempre em resposta à emergência e complexidade dos saberes, motores de novos desafios. Assim, é mister o reconhecimento de que as condições que muitas vezes permitem o conhecimento são as mesmas que o limitam. E essa contradição é insolúvel.

A ciência hoje não é mais a ciência clássica e o homem, estranho ao mundo, já não é mais seu senhor (PRIGOGINE; STENGERS, 1984). Aqui, cabe

---

[5] Ibid., 2001.

destacar que os limites que perfazem os caminhos de propensão à especialização excessiva do conhecimento levam facilmente a comprometermos a visão do todo. A especialização, sozinha, não abarca a realidade complexa.

Por outro lado, ver a hiperespecialização como um mal em si é tão equivocado como a assertiva de que a complexidade seria uma solução em si mesma. Ainda segundo esses autores,

> [...] [a ciência] é capaz de compreender e descrever, pelo menos parcialmente, os processos complexos que constituem o mais familiar dos mundos, o mundo natural onde evoluem os seres vivos e suas sociedades [...] As ciências matemáticas da natureza, no momento em que descobrem os problemas da complexidade e do devenir, se tornam igualmente capazes de compreender algo do significado de certas questões expressas pelos mitos, religiões e filosofias: capazes também de melhor avaliar a natureza dos problemas próprios das ciências cujo objeto é o homem e as sociedades humanas. (ibidem, 1984, p. 25).

Para conhecermos o conhecimento é inevitável entrarmos em sua lógica e em sua natureza. Por muito tempo o conhecimento científico revestiu-se da missão de diluir a complexidade dos fenômenos e reagrupá-los num conjunto de leis simples e gerais. Certamente, isso não é um mal, nem uma violência ao conhecimento, já que elas têm uma função histórica e produtora.

Como já referido anteriormente, hoje a ciência encontra-se num processo de revisão de muitos de seus conceitos. Para Vasconcellos (2007) vivemos um novo "paradigma da ciência" e esse processo de reconhecimento e conseqüentes questionamentos não é um "processo fácil", sendo, pelo contrário, "quase sempre doloroso". Suas idéias, baseadas nas teorias do pensamento sistêmico, propõem a existência de uma linguagem comum na ciência, processo denominado por ela de transdisciplinaridade[6].

Entrar na lógica e na coerência do conhecimento científico como condição para o seu (re)conhecimento é trazer para este universo, para este conjunto sistematizado e organizado, posturas até então descartadas ou deixadas de lado em muitas produções sobre a história e a própria epistemologia da ciência.

Chalmers (1993) descreve perfeitamente muitos conceitos e teorias tidas como referências para os estudos da filosofia da ciência, porém, como já

[6] Para alguns autores, como Vasconcellos (2007) e Morin (2005a) a transdisciplinaridade é o caminho pelo qual seriam desfeitas as fronteiras erigidas pelo conhecimento científico especializado, que impedem sua comunicação, bem como comprometem seu desenvolvimento.

mencionado anteriormente, limita-se a uma análise da *cientificidade*, da *não-cientificidade*, da *objetividade* e da *não-objetividade* do pensamento científico de alguns epistemólogos anglo-saxônicos. Por outro lado, na perspectiva de uma análise da natureza complexa do pensamento científico, embora não configure um movimento recente na literatura, muitos autores têm se dedicado a este tema (PRIGOGINE e STENGERS, 1984; MORIN, 2005a, 2005b; VASCONCELLOS, 2007), constituindo, assim, a possibilidade de um convite à civilização das idéias.

De modo geral, o sentido vislumbrado por esse convite pretende, não estabelecer um princípio ordenador à incontrolabilidade do real, mas tornar esses saberes mais próximos de seus agentes, humanizando-os e ao mesmo sendo humanizados por eles. (MORIN, 2005a).

Reconhecer o *complexus,* ou seja, o que está tecido junto, entrelaçado, é a defesa maior da abordagem complexa do conhecimento e das relações em si. No *intra murus* dos debates das comunidades científicas, o sentido maior desse novo olhar, desse novo momento da ciência, não se refere às dificuldades de algo que seja complicado, burocrático ou trabalhoso e que, por esse motivo, precisa radicalmente ser simplificado, amenizado ou extinto. O peso do termo aponta para nossa capacidade limitada de pensar e, talvez o mais importante, de se pensar enquanto indivíduos, ao mesmo tempo produtos e produtores de conhecimento. Nesse novo contexto, "só nos resta começar a nos engajar no caminho que conduz à reforma do pensamento." (ibidem, p. 8).

A complexidade pressupõe abandonarmos a maneira linear de conceber a causalidade das coisas. Os ritos dogmáticos de posse e controle do objeto de estudo precisam ser entendidos como algo tão distante quanto as certezas "colhidas" dos resultados de suas investigações. A ciência é, por definição, complexa, porque não pode ser pensada externamente ao seu contexto de produção e de intenção histórico-política. Talvez por isso, tal disjunção delega à ciência e a seus construtos a noção de que para entendermos algo é preciso irrevogavelmente isolá-lo da condição motivadora inicial.

Os "problemas da ciência" nem sempre se resumem a situações geradas por suas próprias ferramentas culturais (até porque, estas são construídas, não são dadas de forma natural e espontânea), pois, tal insatisfação, tal necessidade de mudanças e reformulações partem justamente de quem as cria, de quem as utiliza. A comunicação entre os pares, bem como a intersubjetividade objetivada no seio

das comunidades científicas, são atributos importantes do porquê de revermos, até que ponto, as conhecidas disjunções sustentam-se isoladamente.

No dizer de Prigogine e Stengers (1984), seja *metamorfose* ou uma *nova aliança,* a verdade é que vivemos um novo tempo de reconciliação do ser com a natureza, da subjetividade com a objetividade, da ciência com a filosofia. Seria, portanto, esta uma fórmula? Definitivamente, não, pois, ainda segundo eles: "na mesma medida em que a ciência ocidental não pode ser apontada de responsável pelos problemas mundiais com que hoje nos confrontamos, também não pode ser considerada como fonte de salvação." (Ibidem, p. 14).

Dessa necessidade de novos diálogos, da transformação do conhecimento da complexidade em pensamento da complexidade, muitas são as proposições (quase sempre, mecânicas) de receitas simples ou modelos teóricos transpostos de um contexto para outro, sem uma análise precisa e cuidadosa.

No tópico seguinte discutiremos a confusão gerada pelo mau uso de expressões como interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, desmistificando o poder a elas atribuído, de solucionadoras de quase todos os problemas do conhecimento. Acreditamos que, por meio dessa breve discussão da natureza epistemológica complexa do conhecimento científico apresentada até aqui, relacionaremos tal movimento de idéias e questionamentos a questões centrais vividas pelo seu correspondente educacional, o ensino de ciências.

2.2 A COMPLEXIDADE E O DEBATE SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Se como proposta de investigação acerca do trabalho interdisciplinar no ensino de ciências, delineamos, sob o viés da complexidade, críticas e apontamentos no âmbito do caráter epistemológico da natureza do conhecimento científico, é porque partimos do pressuposto de que um sistema define o outro (POPE; SCOTT, 1988 *apud* MALDANER, 2000). Neste trabalho, a disposição a esse grau de compreensão torna-se indispensável.

Nos dias de hoje, é sabido que a apropriação feita, pelo "mercado consumidor", do conhecimento historicamente construído, é uma constante nas mais diferentes áreas. De maneira similar, muitas expressões e jargões transformam-se

em verdadeiras panacéias para as problemáticas educacionais e, neste bojo, para o ensino de ciências. Torna-se imperativo ressaltar que a gravidade de tal realidade não reside na transposição simples de idéias e teorias, mas na absorção isenta da crítica esperada para nossos contextos ou na submissão consentida dessas formas de pensar e viver o processo educativo, produzidas em realidades tão diferentes. No caso do ensino de ciências, essa situação é ainda mais evidente. Sobre tais aspectos, Cachapuz *et al.* (2005a, p. 196) advertem que:

> [...] há quem considere que a Didáctica das Ciências ainda tem um papel meramente prático, de aplicação dos conhecimentos teóricos elaborados pelas Ciências da Educação. É preciso chamar a atenção contra esta concepção exclusivamente instrumental da Didáctica das Ciências, que constitui um importante obstáculo ao seu desenvolvimento como campo específico de conhecimento com capacidade para tratar dos problemas de ensino/aprendizagem das ciências.

Nesse sentido, o reconhecimento de tais especificidades apontadas pela Didática das Ciências impõe, por si só, uma análise que não delegue à educação em ciências adaptações simples de outros campos, como a psicologia ou a pedagogia, mas integre contribuições que respondam a problemas formulados no interior da própria área de domínio.

Para o ensino de ciências, entendido como um corpo complexo e dinâmico de conhecimentos, “é a existência de uma problemática e de um corpo de conhecimentos específicos o que torna possível a integração de contribuições provenientes de outros campos” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006, p. 82). Se a referida disjunção já nos revelou inúmeras dificuldades no plano epistemológico da ciência, não será nas referências pedagógicas e de ensino que ela ganhará força.

Assim, o papel da interdisciplinaridade para o ensino de ciências, abordado neste trabalho, não se restringe a um possível viés metodológico, tão bem explorado pela literatura nacional e internacional nos últimos anos (JAPIASSU, 1976; FAZENDA, 1979, 1999, 2002; SANTOMÉ, 1998; JANTSCH; BIANCHETTI, 2001a, 2001b). Em nosso entendimento, é preciso uma iniciação epistemológica prévia para o entendimento da interdisciplinaridade. O conceito, portanto, precisa ser construído. Com efeito, o caminho epistemológico proposto para perceber as possíveis relações das ciências no âmbito da interdisciplinaridade, torna-se um posicionamento contrário ao positivismo lógico e ao idealismo subjetivista.

Num tempo marcado pelas comunicações instantâneas e pela fácil reprodução terminológica, a noção de interdisciplinaridade, por muito tempo, buscou responder à evolução constante do saber e do agir nos círculos científicos e educacionais. Assim, sustentamos nosso discurso no pensamento de Santomé (1998, p. 45) ao reconhecer que interdisciplinaridade "é um termo cujo significado não goza de total consenso." Embora o sentido sugerido pela etimologia da palavra pouco contribua para a sua significação, a expressão sugere, minimamente, a manutenção de certas estruturas (leia-se, disciplinas) que permitam lugares de pesquisa interdisciplinar. Não se pode entremesclar o que não se conhece (FOLLARI, 2001).

Os caminhos de construção da interdisciplinaridade formam-se a partir do grau de desenvolvimento alcançado pelas disciplinas. Diferentes disciplinas podem partilhar atividades de pesquisa sem recusar seus conceitos e métodos, para intervir em um projeto ou em uma problemática única. Muitas vezes, o interdisciplinar é sugerido como solução última para inúmeros problemas que estão completamente alheios às suas possibilidades. Certamente, pelo sentido muitas vezes evocado como o de melhor método ou técnica na total ruptura dos limites impostos pelas diferentes disciplinas.

Especialmente vinculado ao momento histórico vivido pela nova ordem mundial, as diferentes sociedades buscam soluções práticas para seus problemas a partir do incremento de novos conceitos e idéias, no intuito de atender à fluidez perene do acúmulo de informações disponíveis. O problema disso é que muitas vezes altera-se o caminho percorrido, mantendo-se, no entanto, as mesmas formas de pensar *do* e, principalmente, *sobre* o conhecimento.

No âmbito dos debates atuais que se fazem acerca de uma necessária renovação do ensino das ciências (CACHAPUZ *et al.*, 2005a), as discussões acima levantadas não podem quedar-se ao pragmatismo que ora caracteriza alguns movimentos da sociedade, sobretudo aqueles vinculados a novos processos de ensino e de aprendizagem. O ensino de ciências, no bojo de tais transformações, não pode prescindir de dimensões reflexivas que considerem esses elementos, tanto em seu caráter político quanto pedagógico.

A partir daí, questionaríamos os motivos da escolha, ou no dizer de Fazenda (1979), do "ato de vontade" e "atitude" que justificariam o trabalho interdisciplinar. Uma ação não depende exclusivamente da vontade daquele que a

realiza. Depende também das situações em que ela surge, considerando as dimensões sociais, culturais, políticas, enfim, sua própria historicidade. Isso significa que um ato é volitivo "na medida em que é racional" (HERBART *apud* VIGOTSKI, 1995, p. 440, tradução nossa), pois, o movimento inicial de aproximação interdisciplinar, identificado aparentemente como atributo da vontade, resulta de um movimento anterior das idéias e do conhecimento disponíveis, necessário à compreensão do real[7]. Muitas vezes, identificar o lugar desses pensamentos e os porquês de sua permanência na literatura, torna-se mais procedente do que transplantá-los ou reconduzi-los nos discursos educacionais.

Em debate promovido pelo XIV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino – ENDIPE, realizado em abril de 2008 na cidade de Porto Alegre – RS, o simpósio "Interdisciplinaridade – Transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas e as condições de produção" contou com a presença de pesquisadores brasileiros que há muito se dedicam ao tema, como Ivani Fazenda (1979; 1999; 2002) e Ari Paulo Jantsch (2001a; 2001b). Quando questionado sobre o "ato de vontade", defendido por Fazenda em suas obras, o professor da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Lucidio Bianchetti, organizador do livro "Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito", mais uma vez destaca que "a vontade, o desejo e a intuição são importantes no estudo de determinado problema, mas tão importante quanto é considerar suas múltiplas determinações."

Para o estudo da interdisciplinaridade, é importante o desvio de certas armadilhas, como a de confundi-las com a contextualização ou com a simples mudança do radical na formação de novas entidades, hierarquicamente estabelecidas, como a *multi*, a *pluri* e a *trans*disciplinaridade[8]. Nosso questionamento é se tal procedimento ou recurso lingüístico alterariam de alguma forma a complexidade inerente à proposição de uso e estudo da interdisciplinaridade no ensino de ciências. A propósito desse assunto, Morin (2005a, p. 139-140) comenta:

---

[7] O real aqui é concebido como um "todo indivisível de entidades e significados" (KOSIK, 1989). Certamente que a dinâmica de compreensão do real, explicitada no texto, não significa a busca por um princípio único que fundamente o todo. Ao contrário, busca explicitar no objeto de pesquisa investigado, as múltiplas determinações e as mediações históricas que o constituem.

[8] Sobre uma abordagem histórica da interdisciplinaridade, ver Santomé (1998).

> [...] o objetivo de minha procura de método é não encontrar o princípio unitário de todos os conhecimentos, até porque isso seria uma nova redução, a redução a um princípio-chave, abstrato, que apagaria toda diversidade do real, ignoraria os vazios, as incertezas e aporias provocadas pelo desenvolvimento dos conhecimentos [...] *É a comunicação com base num pensamento complexo.* (grifo nosso).

Dessa reflexão, somos reconduzidos às questões para as quais se orientou esta parte do texto. A base do pensamento complexo para o estudo da interdisciplinaridade no ensino de ciências sugere, não a busca por velhas respostas, mas a superação contínua mediada por perguntas inovadoras. O fundamental não é apenas a sua condição de produto pronto e acabado, mas o seu processo.

Nesse sentido, os princípios da complexidade podem ser vislumbrados em aproximações interdisciplinares no ensino de ciências, nos momentos em que os conhecimentos disciplinarmente acumulados por seus especialistas (professores, por exemplo) são acessados para a compreensão coletiva de determinado evento ligado às ciências naturais. A forma e o nível dessas aproximações dependerão, dentre outros, do conhecimento que se tem do conhecimento científico, da relação sujeito e objeto investigado, do grau de verticalização das disciplinas, do reconhecimento da subjetividade humana na ciência e da dimensão auto-reflexiva dos sujeitos envolvidos. Enfim, perspectivas apontadas a respeito da natureza complexa do real (Morin, 2005a).

Segundo Jantsch e Bianchetti (2001b, p. 201), “o que é pesquisado assume determinada natureza e esta põe possibilidades/limites para a interdisciplinaridade.” Sendo este, portanto, o eixo principal de nossa discussão, é mister reconhecermos o caráter impreciso e indeterminado do resultado de nossas ações num mundo cada vez mais questionador e imprevisível.

O “ato de vontade” anteriormente discutido, certamente não é o que mais precisamente define o viés complexo necessário à reforma do pensamento**.** Destarte, a interdisciplinaridade representa o movimento consciente de compreensão dos modelos de representação do real, a partir do lugar construído por cada especialidade, conduzido pelos princípios do pensamento da complexidade.

Vasconcellos (2007) identifica três avanços nas dimensões epistemológicas das ciências que, de maneira intencionalmente reformuladas, serviriam de imediato às questões ligadas ao modelo de ensino de ciências

pretendido na atualidade. O primeiro seria o avanço do pressuposto da simplicidade para o pressuposto da complexidade. Segundo a autora, a simplicidade obscurece as inter-relações existentes entre todos os acontecimentos do universo, reduzindo, portanto, a possibilidade de tratamento da complexidade do mundo em todos os níveis. O segundo avanço refere-se à mudança do pressuposto da estabilidade para a instabilidade do mundo. O reconhecimento maior é o de que "o mundo está em processo de torna-se" (ibidem, p. 101), daí a sua imprevisibilidade e incontrolabilidade dos fenômenos, dentre eles, o educacional. Por último, o avanço do pressuposto da objetividade para o pressuposto da intersubjetividade. Neste sentido, o conhecimento é pensamento contextual e intencionalmente construído, já que não prescindimos de uma realidade independente de um observador.

Para os educadores de ciências, inúmeras possibilidades de estudo e indagações são colocadas, cotidianamente, tanto do interior da sala de aula, quanto fora dela. Atualmente vivemos o *boom* de uma discussão mundialmente posta acerca do futuro da Terra e dos seus habitantes. Sem dúvida, o debate em torno do devir incerto da humanidade nos aproxima, por meio das diferentes especialidades, e exige, inexoravelmente, um olhar atento que contemple as múltiplas determinações inerentes a tal problemática. É preciso examinar as condições em que se dão nossas ações, para assim, conforme sua necessidade, optarmos por segui-las, por desenvolvê-las ou ainda, por abandoná-las. A mudança talvez esteja na percepção de que não basta ensinar a pensar, mas a aprender a pensar sobre aquilo que se pensa.

3 CONTEXTO DA PESQUISA

3.1 SOBRE O NÚCLEO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS – NUPEC – UFG

Criado em 2004 no Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, o NUPEC compreende, em suas ações, tanto o caráter de pesquisa como de extensão. A exemplo da dinâmica de funcionamento de outros contextos interativos de investigação (ZANON *et al.,* 2007, p. 54), como o GIPEC[9], o núcleo é composto por "três grupos de sujeitos em processos de desenvolvimento curricular articulados com a formação para o ensino de ciências": professores formadores dos Institutos de Química, Física, Ciências Biológicas e Matemática da UFG, professores de ciências (química, física e biologia) e matemática da educação básica da rede pública de Goiânia e alunos de graduação e mestrado, também dessas áreas de formação.

As reuniões quinzenais feitas pelo grupo visam, de modo geral, promover estudos, discussões e reflexões sobre aspectos relacionados ao ensino de ciências, intervindo diretamente tanto na formação inicial quanto continuada desses professores por meio da pesquisa. Dentre os objetivos específicos, as ações do NUPEC destinam-se a: (i) aproximar o licenciando da realidade pedagógica do estado de Goiás; (ii) promover a troca de experiências pedagógicas entre os diferentes níveis de ensino; (iii) discutir coletivamente os problemas que afetam o ensino de ciências; (iv) promover a reflexão crítica sobre a relação teoria-prática no processo de ensino de ciências; (v) estabelecer vínculos entre professores e licenciandos da universidade com professores do ensino básico nas áreas de ciências e discutir, em conjunto, conceitos científicos presentes em temas de relevância social com o intuito de promover um ensino de ciências contextualizado; (vi) contribuir para a formação continuada de professores; (vii) aproximar o professor do ensino básico dos conhecimentos produzidos pela pesquisa em educação em ciências; (viii) envolver licenciandos, mestrandos, professores formadores e professores das escolas do ensino básico na realização de pesquisas conjuntas em

[9] O GIPEC é o Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

educação; (ix) promover cursos sobre temas de interesse em educação em ciências e assessorar os professores do ensino básico no desenvolvimento de projetos e atividades pedagógicas; (x) elaborar materiais didáticos para o ensino de ciências colocando-os à disposição em espaços interativos na internet.

Nesse espaço de formação, alicerçado pela pesquisa, entendemos que,

> [...] todos os participantes atuam na condição de sujeitos interativos que compartilham e elaboram conhecimentos acerca de objetos, sistematicamente influenciados pela cultura [...] Levamos em conta o pressuposto de que cada sujeito estabelece modos de mediação específicos, os quais devem ser explicitados, caracterizados e fundamentados, porque a eles atribuímos um papel de grande importância nos contextos de desenvolvimento humano-social que investigamos. (ZANON *et al.*, 2007, p. 56).

De natureza assimétrica, as interações produzidas e investigadas pelo NUPEC permitem a valorização dos saberes culturalmente produzidos por cada sujeito da tríade referida, desenvolvendo, neles, a apropriação de níveis ressignificados de consciência enquanto efetivos profissionais (ibidem, 2007). Dessa forma, aos professores formadores atribui-se um nível maior de conhecimentos das áreas de pesquisa e formação de educação em ciências, aos professores da educação básica uma vivência profunda da complexidade da sala de aula, enquanto que dos alunos de graduação e mestrado, espera-se a qualificação constante das discussões com pressupostos teóricos e produções, naturalmente pertencentes aos seus ambientes de formação.

Uma vez perfiladas as possibilidades de intervenção de cada grupo de sujeito dessa tríade[10], acrescidas da idéia de que um "professor nunca define sozinho e em si mesmo o seu próprio saber profissional" (TARDIF, 2007, p. 12), é imperativo reforçarmos a participação dos professores formadores nas negociações permanentes entre esses grupos diversos. Além de disponibilizar novas dimensões teórico-práticas acerca do ofício de professor, a experiência do formador contribui para o próprio andamento das atividades, indicando que todo o processo, apesar de se dar como construção coletiva e solidária, precisa ser deliberado.

---

[10] É importante ressaltar que nossa intenção de estabelecer perfis para os grupos de sujeitos que compõem o núcleo não pretende restringir ou limitar as potencialidades individuais de cada participante.

A preocupação com a formação de educadores profissionais faz do NUPEC um espaço de capacitação continuada que, conduzida pela pesquisa, pretende dar voz aos professores na busca coletiva e organizada por melhorias de suas práticas educacionais nas escolas. Nesse sentido, os professores são estimulados a refletir sobre suas ações, a analisar as inferências dos seus pares, bem como a estabelecer novas possibilidades para a realização de um ensino de ciências ligado às questões que configuram o momento educacional da atualidade.

O desenvolvimento de qualquer programa de educação científica agrega discussões mais exigentes, aportadas pelo olhar qualificado das questões políticas mais determinantes, como: a relação educação e desenvolvimento, a política educacional como braço da política social, a relação "currículo escolar" e "poder", a ciência como potência material, etc. Por essas razões, defendemos que "os professores não estão à margem da discussão pública sobre as finalidades do ensino e sua organização. Pelo contrário, encontram-se precisamente no meio das contradições presentes na sociedade." (GHEDIN, 2006, p. 136).

Retirar o professor do isolamento (ECHEVERRÍA; SOARES, 2007) das escolas torna-se um desafio necessário, pois, é do interior desse *complexus* rico e contraditório, camuflado pela rotina viciante da prática, aliada às aviltantes condições oferecidas ao trabalho docente, que serão construídas as bases do pensamento crítico e adequado na busca por soluções viáveis para a superação de tais condições.

Opondo à lógica imediatista das políticas educacionais de treinamento em massa de professores, o NUPEC prioriza a postura de questionamento constante e de problematização da própria prática pedagógica ao conduzir, num contexto de uma sociedade de classes, profissionais livres e conscientes de seu projeto político. Dito de outra forma, "os professores discutem o *mundo vivido da escola*, o que permite aflorar a racionalidade comunicativa e o encaminhamento de soluções, potencialmente mais interessantes do que as soluções técnicas emanadas de situações genéricas." (MALDANER, 2000, p. 246, grifos do autor). A experiência acumulada pelo professor torna-se, portanto, campo gerador de conhecimentos específicos que exige, ao mesmo tempo, a sistematização oferecida pelo posicionamento crítico de suas próprias ações.

3.2 SOBRE O PROJETO "O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS E O AMBIENTE CONSTRUÍDO[11]"

3.2.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO

3.2.1.1 Objetivo geral do projeto

No segundo semestre de 2006, após concorrer a um edital público da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, o NUPEC teve seu projeto, elaborado juntamente com professores da Escola de Engenharia Civil da UFG, **"O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído"** aprovado, com orçamento total previsto em R$ 500.000,00. Dentre os objetivos desse projeto estão: i) capacitar professores do ensino médio das escolas envolvidas, visando formar e aperfeiçoar difusores de conhecimento em ciências exatas e naturais aplicadas, contribuindo para atualização profissional e aprimoramento contínuo do educador; ii) criar ambientes integrados que permitam aos alunos dessas escolas vivenciarem a relação entre a teoria e a solução de problemas reais, visando despertar vocações para as áreas tecnológicas como, por exemplo, a engenharia; iii) promover a integração dos profissionais da Escola de Engenharia Civil da UFG com alunos do ensino médio e seus professores de ciências exatas e naturais, por meio do NUPEC, que reúne professores formadores dos Institutos de Química, Física, Ciências Biológicas e Matemática da UFG; iv) disponibilizar as metodologias desenvolvidas nesse projeto às demais escolas de ensino médio.

Como nos é permitido inferir, os objetivos deste projeto dialogam com os princípios já pertencentes à filosofia de formação do NUPEC, integrando, ao seu conjunto esperado de atividades, as dimensões política, pedagógica e epistemológica das engenharias.

---

[11] Para maiores informações sobre o projeto, visitar o sítio: www.eec.ufg.br/cieeng.

3.2.1.2 Justificativa do projeto

Hoje a ciência brasileira responde por 2% de toda a ciência produzida no mundo. Tal desempenho rende ao Brasil a décima quinta colocação no ranking de países por produtividade científica, saltando para o vigésimo lugar se considerados os impactos de seus estudos, ou seja, o quanto eles são citados por outros trabalhos (BRASIL, 2006). Em que pese tal condição, mesmo em relação a países economicamente mais desenvolvidos que o nosso, identificamos inúmeros impedimentos de natureza histórica e política, referentes ao *status* pretendido de independência tecnológica no funcionamento de áreas estrategicamente importantes para o país.

Como efeito educacional dessas medidas cumulativas de desvalorização da produção científica nacional, alguns números revelam, senão a situação de recusa, uma expressiva falta de interesse dos estudantes brasileiros por profissões relacionadas às ciências da natureza e à tecnologia. Segundo dados do Censo da Educação Superior de 2004 (BRASIL, 2004), dos 4.163.733 estudantes do ensino superior no Brasil, 27,7% estavam matriculados nos cursos de direito e administração. Para as ciências naturais, biológicas e para a engenharia, as porcentagens eram bem diferentes: 1,6%, 2,4% e 5,9%, respectivamente. Esses dados são preocupantes se considerarmos que a ciência e a tecnologia constituem fatores importantes do desenvolvimento econômico[12]. Após séculos de transposições consentidas e superficiais de modelos estrangeiros para as formas de governar e viver no Brasil, a atual conjuntura exige novas formas de se pensar velhos problemas. Os rumos tomados pela economia mundial criam novas necessidades de qualificação profissional que, aliadas às alterações nos processos de trabalho e das formas de sua organização, impõem a superação de modelos tradicionais de educação científica e tecnológica. De acordo com Romanelli (2007, p. 54):

---

[12] Em seu livro *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*, o economista polonês Ignacy Sachs (2002), descreve que a concepção de desenvolvimento econômico a ser promovida no atual contexto, com vistas ao alcance dos direitos plenos de cidadania para toda a população, precisa considerar a harmonização dos objetivos sociais, ambientais e econômicos. Concordando com a fertilidade desse posicionamento, entendemos que a concepção newtoniana de mundo-máquina (que contribuiu para o desenvolvimento científico-tecnológico em outros períodos da nossa história; insuficiente para o enfrentamento dos problemas em que hoje nos encontramos) seja alterada pelo estabelecimento de uma racionalidade que reflita os processos de articulação entre as bases de construção do saber científico contemporâneo e o desenvolvimento humano.

> [...] é sempre a composição de demanda que pressiona o processo de industrialização nos países dependentes. Quando o progresso é o impulsor, ele se torna a própria fonte do desenvolvimento. Quando, ao contrário, é a demanda a impulsora, o progresso tecnológico é sempre absorvido depois (com todas as implicações de dependência que isso acarreta).

Dito de outra forma é esse o ponto fulcral das relações estabelecidas entre educação e desenvolvimento. Se, de início, o desenvolvimento alcançado por uma nação não foi conduzido pelo progresso tecnológico, é certo que o sistema educacional buscará mudanças – até mesmo em função de suas exigências –, mas sempre condicionadas ao imediatismo das demandas construídas. Assim, depreende-se que os fracassos na integração entre educação e desenvolvimento decorrem, por assim dizer, do próprio sentido que a palavra *desenvolvimento* sugere, ao ignorar aspectos basilares da dinâmica social.

Foi escolhido para este projeto um tema amplo, o qual se propõe ser atual, que orientará o projeto e que versará sobre a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído. Lembrando que o estado de Goiás está localizado no Cerrado, o segundo bioma mais importante do Brasil, e ameaçado pelo uso inadequado de seus recursos. O desenvolvimento de uma consciência voltada para os princípios da sustentabilidade apresenta-se de suma importância para a conservação desse bioma. Finalmente, e não menos importante, este projeto propõe-se colaborar para a consolidação de dois núcleos de pesquisa[13] da UFG que poderão em muito contribuir com o desenvolvimento regional pela melhoria da formação de professores do ensino médio bem como de engenheiros civis.

3.2.1.2.1 A educação científica e tecnológica como política pública social[14]

Imbricada num movimento explicitamente conflituoso, contraditório e, por isso mesmo, estratégico, do ponto de vista das relações que caracterizam o tecido social brasileiro, a discussão referente às políticas educacionais de orientação à

---

[13] Além dos participantes do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências – NUPEC – UFG, também integram este projeto os professores engenheiros do Núcleo de Inovação Tecnológica em Engenharia Civil – NITEC – UFG.

[14] Embora se refiram à justificativa do projeto, os argumentos aqui apresentados acerca da importância da educação científica e tecnológica para o país foram formulados especialmente para esta investigação. O conteúdo que se segue, portanto, não consta na versão original do projeto.

educação científica e tecnológica nos impõe um recorte analítico que, em vez de encerrar em si mesma as últimas possibilidades de iluminação do assunto, sugere-nos, mais precisamente, novos caminhos de ação e reflexão.

Este desafio, constituído pela necessidade do aprofundamento teórico e do posicionamento político diante das condições materiais que se nos apresentam, reafirma cada vez mais a necessidade de um olhar historicizado de tais questões, perfilando já de início a política educacional como uma das facetas da política social (GERMANO, 1993). Com efeito, embora a primeira agregue o conjunto das relações da sociedade ligadas basicamente às especificidades do ensino, esta última não desconsidera tais elementos, uma vez que eles são, senão, *um* entre tantos que consubstancia essa complexa síntese do real (KOSIK, 1989).

Não é preciso muito esforço para compreendermos que, se o social não "vai bem", é porque setores essenciais ao seu pleno funcionamento como saúde, educação, moradia, emprego, lazer não têm recebido a atenção necessária por parte dos seus respectivos representantes políticos. Segundo Laurell (2002, p. 159), processos como esses, de fragmentação das necessidades humanas:

> [...] determinam as características das carências sociais que influenciam no conteúdo das políticas sociais. Assim, a precária situação do emprego e o baixo nível do salário ou de outras formas de renda – que constituem o mecanismo regular de satisfação das necessidades sociais – traduzem-se em graves deficiências nas condições básicas de vida: alimentação, habitação, saneamento básico, educação e saúde. Desta forma, grandes parcelas da população não têm suas necessidades sociais básicas atendidas, nem contam com proteção contra as contingências sociais.

Seguramente, um dos mais recorrentes equívocos nos estudos da educação brasileira ao longo dos anos tem sido o de defini-la em si mesma e não como um projeto de intenções e deliberações que extrapola sua aparente neutralidade. Em nosso modelo de sociedade, cindida em classes desiguais e dependentes entre si, cujas condições materiais se renovam constantemente como motor perpétuo de sua sobrevivência, o atual cenário sócio-político não pode ser lido com um simples "acidente de percurso", mas, advertidamente, como a concretização, na tessitura social, de intenções historicamente levadas a efeito no último século. Assim, não nos surpreende o fato de que, sobretudo na educação científica e tecnológica, "imbricam-se conflito e antagonismo de concepções e, portanto, de disputa política" (FRIGOTTO, 2007, p. 1130).

Nesses termos, a educação científica e tecnológica precisa ser pensada a partir de diferentes contextos, sendo o nosso, especificamente, marcado pela modernização vencida das políticas estatais. Mais do que isso, é preciso que se estabeleçam os princípios constitutivos desse projeto de educação: a quem se destina, que interesses envolve e quais as razões que justificam seu investimento. Com esse intuito, como forma de ampliar o olhar sobre o tema à luz dos debates da atualidade, dedicaremos as linhas seguintes à descrição do que entendemos por alfabetização científica[15].

Alfabetizar cientificamente significa apresentar um conjunto de conhecimentos que "facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem" (CHASSOT, 2006, p. 38). Obviamente que não basta a leitura simplificada desse universo por meio de construções exclusivamente ligadas às ciências naturais, mas, sobretudo, o entendimento das necessidades de transformar esse espaço. Nosso posicionamento é o de que a promoção da alfabetização científica representa, mais do que a precária instrução de pessoas com um enigmático acervo teórico e instrumental, a maneira de oportunizar a esses cidadãos e cidadãs do mundo o empoderamento e a efetiva tomada de decisões referentes às questões relacionadas aos diversos campos da ciência.

Dessa forma, destacamos, além do que já foi dito, a dimensão político-estratégica da criação e desenvolvimento contínuo de áreas de pesquisa como a Didática das Ciências, em especial, pelos governos dos países periféricos. O ensino de ciências, ao fazer a transposição do conhecimento científico em conhecimento escolar, mais do que disponibilizar saberes social e historicamente construídos, contribui acima de tudo para que caminhemos em direção à redução da dependência científica e tecnológica. Em outros termos, é preciso que se garanta a formação de recursos altamente qualificados para a pesquisa científica e tecnológica em nossa sociedade, bem como o estabelecimento das bases para a compreensão pública da ciência. Discorrendo sobre o tema, Romanelli (2007, p. 67) afirma que:

---

[15] A propósito deste assunto, comentam Cachapuz *et al.* (2008) que o termo "literacia científica" foi o que mais se popularizou nas comunidades científicas em todo o mundo. A expressão "alfabetização científica", sinônima da primeira (presente em países francófonos e, também, em Portugal, Brasil e Espanha), juntou-se a outras como "compreensão pública da ciência" (Reino Unido) e "cultura científica", preferencialmente utilizada pela Unesco. Para Santos (2007, p. 487), a terminologia "letramento científico" é mais abrangente, pois ela não se restringe apenas à "leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação de seu papel social".

> Um sistema de industrialização dependente, que importa tecnologia, evidentemente tem solicitações a fazer quanto à formação de recursos humanos para o trabalho especializado, mas tem poucas solicitações a fazer quanto à formação de pesquisadores e cientistas.

Como sabemos, o “divórcio” entre o ensino e a pesquisa no Brasil não é gratuito e atende a interesses bem definidos. Um exemplo que ilustra bem essa situação é o das grandes empresas e marcas que dominam o mercado internacional. Na maioria das vezes pertencem aos países centrais, e investem efetivamente nos países dependentes apenas em setores que não mais representam a atividade de ponta do capital (BOITO JR., 1999).

Com efeito, cabe-nos pensar a educação científica e tecnológica para além das funções que atendam à aligeirada lógica do capital humano, onde o cidadão produtivo e submisso se adaptaria, sem grandes esforços, à fluidez do mercado. Para isso, é preciso que se priorize um modelo de formação que una a profundidade do trabalho intelectual, com as exigências do trabalho manual. A educação científica e tecnológica reveste-se, portanto, do papel de oferecer aos estudantes as “estruturas básicas do pensamento científico, da manipulação prática das técnicas e as informações essenciais para obter treinamento específico no ramo de trabalho para o qual deve encaminhar-se”. (ROMANELLI, 2007, p. 114).

As transformações percebidas no mundo do trabalho precisam, deste modo, ser consideradas não como um efeito meramente político e econômico, mas, sobretudo, ideológico, pesando com todos esses elementos da atualidade em suas políticas de formação. Assim, desde sua gênese, a defesa de uma educação científica e tecnológica que forme e não apenas (con)forme, que construa e não apenas adapte, encontra-se numa arena conflituosa de superação de cerradas dicotomias.

Apesar do reconhecimento dispensado neste trabalho à formulação e à implementação de políticas públicas voltadas para a valorização da educação científica e tecnológica em nosso país, é preciso, na mesma linha de argumentação, aprofundar o debate sobre tais questões, sob pena de reforçarmos ingenuamente o discurso de que todos os problemas da sociedade serão resolvidos por meio das “mãos” da ciência. Segundo Cachapuz e Praia (2005, p. 175), essa ideologia:

> [...] leva a pretender resolver questões humanas através da ciência e da tecnologia sem questionamentos sócio-políticos, éticos e morais, a deixar-nos conduzir, sem reflexão nem debate, pela ciência e pela técnica, e aceitar os critérios implícitos nas suas propostas de solução dos problemas.

No atual cenário político-econômico, em que o mercado tornou-se o verdadeiro parâmetro de tudo, é necessário que se reflita sobre a aproximação do ensino de ciências das necessidades sociais, de forma a não torná-lo instrumento disfarçado de naturalização da sociedade de classes.

No caso específico desse projeto desenvolvido pelo NUPEC, por exemplo, que visa à promoção das engenharias no ensino médio, é imperativo que se dimensione o preço a que todos estamos dispostos a pagar pelas mudanças que este campo de conhecimento possibilita, uma vez que, desenvolvimento tecnológico não significa desenvolvimento humano necessariamente. Assim, é esperado que nesse contexto de acumulação de capital, a padronização pela produtividade a qualquer custo e por vias de instrumentalização (técnico-científica) por competências prevaleça com grande peso. À educação geral e à educação em ciências, como uma de suas possibilidades, cabe não apenas sensibilizar por esses meios, mas fortalecer a consciência dos jovens cidadãos comprometidos com o mundo em que vivem.

Vê-se, portanto, que tal processo não encontra mecanismos de legitimação nos aspectos puramente pedagógicos da escola. A ausência de interesse pela formação técnico-científica em nosso país é, antes de tudo, histórica, reportando-nos às marcas irreparáveis da ordem escravocrata que aqui se desenvolveu (ROMANELLI, 2007). Soma-se a isso a tradição educacional jesuítica de supervalorização das humanidades e literatura, desfavorecendo quase por completo o acesso ao conjunto de saberes científicos e artísticos disponibilizados na época.

Desta forma, reiteramos nossa convicção de que a desigualdade entre nações e indivíduos deve-se, sobretudo, aos processos históricos de domínio e relações desiguais entre classes. Como já exposto anteriormente, a educação, vista como um projeto social ampliado, de intenções e questões de aparências restritas às questões do aparelho do ensino, não se exime de tais atributos, pois, no caso brasileiro, sempre serviu como meio de manutenção das desigualdades sociais.

Os princípios da educação científica e tecnológica orientam-se, nestes termos, pela superação de descompromissadas políticas de governo, tendo em vista a defesa livre e democrática de efetivas políticas de Estado, ao considerar, nos seus múltiplos aspectos, dimensões primeiras de atenção ao humano e, por conseqüência, ao social.

Cada vez mais, constata-se a relevância social e cultural da ciência numa sociedade científica e tecnológica como a nossa. Esta, marcada, ao mesmo tempo, pelo esquecimento às formas de assegurar a integralidade humana e pela privação generalizada de direitos essenciais à sobrevivência da grande maioria, destaca, no caminho dos desenvolvimentos científico-tecnológicos, as dimensões humana, social, cultural e econômica. Neste sentido, reveste-se a educação científica e tecnológica de um papel estratégico na superação do tratamento acrítico de problemas reais e emergentes interpostas aos diferentes grupos sociais. Mais do que sensibilizar, cabe a ela fortalecer "a consciência de estudantes-cidadãos" (CACHAPUZ; PRAIA, 2005), fundamentada numa visão global que avalie riscos e os possíveis resultados de ações, seja a médio ou a longo prazo.

No contexto do projeto, a tese central aqui defendida é a de já não nos é permitido pensar a ciência no contexto atual, bem como suas bases de validação e desenvolvimento, fora dos processos que determinam os arranjos da sociedade (cindida em classes), e que, integrada por força da "modernização do arcaico" (FERNANDES, 1981 *apud* FRIGOTTO, 2007), vê-se refém da dependência tecnológica e intelectual estrangeira. Diante do exposto, pensar os princípios da educação científica e tecnológica implica: i) oferecer aos jovens uma formação que permita o diálogo entre ciência, cultura e trabalho; ii) promover o interesse dos educandos em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os acontecimentos que se desenvolvem em seus cotidianos; iii) garantir o posicionamento crítico diante do uso de tais artefatos aliado a suas reais necessidades para o conjunto da sociedade; iv) destacar as implicações de cunho ético e ambiental do uso da ciência como potência material agregada ao trabalho produtivo. De forma gradual, a educação brasileira, historicamente pautada pelo descompasso em relação ao progresso tecnológico produzido no país, reformularia seu projeto enquanto política social de rompimento com a colonização intelectual "para a construção de uma nação autônoma, soberana e solidária na relação consigo mesma e com outras nações." (BRASIL, 2002, p. 4).

É preciso legitimar a educação como direito fundador dos sujeitos históricos e coletivos, reconhecendo-a como princípio que estabelece as bases de compreensão das relações que a sociedade estabelece entre si e com a natureza.

3.2.1.3 Metodologia do projeto

Para a execução desse projeto, é prevista uma metodologia de trabalho que aproxime os professores do NUPEC dos engenheiros da EEC. De modo a facilitar o entendimento, a metodologia aqui apresentada está resumidamente estruturada em atividades, de acordo com a versão original apresentada à época de concorrência do edital, observadas as alterações devidas para aquelas que já se efetivaram.

A primeira etapa do projeto dedicou-se à integração das equipes originárias do NUPEC e da EEC. O objetivo dessa integração foi permitir que os professores da EEC e do NUPEC pudessem trocar informações e experiências, possibilitando, de forma colaborativa, a aproximação dessas duas áreas do conhecimento, na perspectiva de levar convergências conceituais aos conteúdos do ensino médio.

Oportunamente, relacionamos esse novo momento vivido de aproximação entre profissionais do ensino de ciências e da engenharia civil, na dinâmica coletiva de elaboração de propostas interdisciplinares para quatro escolas públicas e o Centro Federal Tecnológico de Goiás (CEFET-GO), com as etapas comumente detectadas durante a formação das equipes de trabalho dessa natureza (SANTOMÉ, 1998).

Segundo Santomé (1998), a primeira etapa acontece quando os integrantes do grupo se encontram para “cantar as velhas canções” (p. 77). Nesse estágio, os diálogos giram em torno de apresentações individuais ou de comentários sobre os trabalhos desenvolvidos por cada membro das equipes. É comum que muitos grupos não passem dessa etapa, a começar pelos de pouca duração.

A partir daí, outras etapas se seguem, como a constatação de que “todos os que estão do outro lado são imbecis”, a simplificação de problemas pelos “refúgios em abstrações”, “a ameaça do grande fracasso” e as “tentativas de se conhecer o inimigo” a partir de suas estruturas conceituais e procedimentos. Para o

autor referido, essas etapas apenas preparam o caminho que, finalmente, levará ao "verdadeiro começo" do trabalho interdisciplinar.

Assim, torna-se possível compreendermos por que, apesar de dispormos do elemento vontade de cada participante, o investimento em trabalhos dessa natureza é tão difícil e demorado.

Estão sendo realizados encontros periódicos entre os professores do NUPEC (tanto da área de ciências quanto da engenharia civil), os professores do ensino médio (não vinculados ao núcleo) e alunos de graduação e mestrado. Nessas reuniões são discutidas questões de natureza pedagógica e de conteúdos específicos, relativos: às atividades experimentais propostas, às visitas a serem realizadas em obras civis e laboratórios da EEC, ao funcionamento de barragens e aos métodos de tratamento de água e esgoto, aos filmes sobre obras de engenharia e processos ambientais exibidos, ao conteúdo das informações disponibilizadas no sítio etc.

Neste trabalho está prevista a participação de alunos de licenciatura em Química, Física, Biologia e Matemática que acompanharão e auxiliarão, em estágio curricular ou em pesquisas de iniciação científica, esses professores de ensino médio na execução dos projetos nas escolas. Cada reunião tem metodologia variada dependendo do que se objetive com cada uma, valorizando as especificidades de cada espaço de trabalho. Estas podem ser de apresentação de conteúdos, de discussão de temas já selecionados, de planejamento de atividades experimentais, de elaboração de estratégias de ensino para com os alunos, entre outras.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 A PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada no âmbito das ações desenvolvidas pelo **Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Goiás – NUPEC – UFG**. Nesse contexto, quinze reuniões foram programadas pelo núcleo para todo o ano de 2007 (ver Quadro 1). Após o primeiro encontro, destinado à apresentação da versão aprovada do projeto para todos os integrantes do NUPEC, seguiram-se três momentos de estudo de temas relacionados ao ensino de ciências, em continuidade ao que havia sido programado pelo grupo no ano anterior, 2006. Em um desses encontros (reunião 3), o núcleo contou com a presença de um dos engenheiros participantes do projeto, acolhendo deste sugestões de temas vinculados à engenharia que, por sua vez, permitissem o desenvolvimento de subprojetos viáveis em cada uma das cinco escolas envolvidas. Feito isso, o cronograma das atividades do NUPEC para aquele ano teve de ser redefinido, pois, a partir daquele momento, a tarefa inovadora de aproximação da engenharia civil ao ensino de ciências ganhava formas, criava expectativas e desafiava a todo o conjunto: professores formadores (**PF**), professores do ensino médio (**PM**), alunos de graduação (**A**) e mestrado (**PG**) – incluindo o autor desta investigação – e professores formadores engenheiros (**PFE**).

Após indicações feitas pelos próprios professores do núcleo, o estudo de certos temas mostrou-se indispensável ao desenvolvimento futuro dos subprojetos nas escolas. A proposta final, acordada pelo grupo, previa as contribuições que alguns participantes do NUPEC poderiam dar (professores da educação básica que, na época, encontravam-se vinculados a algum programa de mestrado, alunos de iniciação científica, professores formadores do ensino de ciências e professores engenheiros) a partir de uma abordagem crítica e contextualizada de diferentes temas ligados ao ensino, além de garantir momentos de estudo coletivo.

Quadro 1: Cronograma geral das reuniões do NUPEC em 2007

Reunião	Data	Atividades desenvolvidas	Principais temas	Participantes	Observações
1	09/3/07	Apresentação do projeto por **PF1** aos integrantes do NUPEC. Início do planejamento das ações e discussão sobre a necessidade da integração entre NUPEC e EEC-UFG.	Projeto "O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído".	**PF1**, **PF3**, **PG1**, **PG2**, **PM1**, **A1**, **PM3**, **A2**, **PG8**, **PF2**, **PM4**, **PG7**, **PM6**, **PG5**, **A5**, **PF6**, **A7**, **PF7**.	Neste dia foi elaborado um quadro de distribuição dos participantes do NUPEC por escola.
2	13/4/07	Discussão do texto "Hacia un enfoque más critico del trabajo de laboratorio", de Derek Hodson.	Experimentação no Ensino de Ciências.	**PM2**, **PF1**, **PG3**, **A5**, **PF3**, **PG1**, **PG7**, **PM1**, **PM3**, **A2**, **PF6**, **PG9**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PG5**, **PM6**, **PG8**, **PM8**, **A7**.	Alguns **PG**, **PM** e **A** tiveram dificuldade em entender o texto.
3	27/4/07	1° Momento: Discussão do texto "O papel da experimentação", de Marcelo Giordan. 2° Momento: Participação de **PFE1** (esta foi a primeira participação de um professor formada engenheiro nas reuniões).	Experimentação no Ensino de Ciências. Levantamento de atividades que podem ser executadas nas escolas.	**PM2**, **PF1**, **PF3**, **PG1**, **PG2**, **PM7**, **A1**, **PG7**, **PM3**, **PM1**, **A2**, **PG9**, **PF6**, **PF2**, **PG4**, **PM4**, **PG8**, **PF5**, **PM6**, **PFE1**.	Algumas atividades sugeridas nesse dia: construção de ponte, reaproveitamento da água, estudo dos materiais, estruturas.
4	11/5/07	Continuação da discussão do texto "O papel da experimentação", de Marcelo Giordan.	Experimentação no Ensino de Ciências.	**PM2**, **PF1**, **PG3**, **PF3**, **A5**, **PG1**, **PG2**, **PM7**, **A1**, **PM3**, **PM1**, **PF6**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PF5**, **PG5**, **PG8**, **PM6**.	Alguns conceitos presentes no texto eram desconhecidos por alguns **PG**, **PM** e **A**.
5	15/6/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PG1**. 2° Momento: Conversa com **PM1**.	Interdisciplinaridade Projeto sobre água de uma das escolas participantes.	**PM2**, **PF1**, **PG3**, **PF3**, **PG1**, **PG2**, **PM7**, **A1**, **A7**, **PM1**, **PM3**, **PF6**, **PG9**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PF5**, **A6**, **PG8**, **PF4**, **PM6**.	Apesar de nesta reunião ser discutido o conceito de interdisciplinaridade, só participaram dela professores da área de ensino de ciências

Continuação - Quadro 1: Cronograma geral das reuniões do NUPEC em 2007

6	29/6/07	Discussão conceitual coordenada por **PG1**.	Interdisciplinaridade.	**PM2**, **PF1**, **PF3**, **A5**, **PG1**, **PG2**, **A1**, **A7**, **PM3**, **PG6**, **A2**, **PF6**, **PG9**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PF5**, **PG5**, **PG8**, **PF4**, **PM6**, **PM9**.	Apesar de nesta reunião ser discutido o conceito de interdisciplinaridade, só participaram dela professores da área de ensino de ciências
7	10/8/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PF3**. 2° Momento: Apresentação da plataforma *moodle* por **PF5** e por **PF3**.	Tecnologias educacionais.	**PM2**, **PF1**, **PF3**, **A5**, **PM5**, **PG1**, **PG2**, **PE1**, **A1**, **PG6**, **A2**, **PF6**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PF5**, **PG5**, **PF4**, **PM6**.	Discussão da ciência e dos seus artefatos tecnológicos no ensino.
8	24/8/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PFE1** e por **PFE2**. 2° Momento: Discussão feita por **PF2** e por **PM2** sobre o subprojeto de uma das escolas. Nesta, o tema escolhido para investigação foi "Água no Cerrado".	Panorama da Engenharia Civil: construção civil, estruturas, geotecnia, hidráulica, saneamento, recursos naturais, transporte, legislação. Uso e reuso da água.	**PM2**, **PF1**, **PF3**, **PG1**, **PG2**, **PFE1**, **PFE2**, **A1**, **PM1**, **PG6**, **A2**, **PF6**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PG5**, **PG8**, **PF4**, **PM6**, **PM9**.	Abordagem de questões conceituais e objetos de estudo das ciências da engenharia. A partir desta reunião a participação dos professores da engenharia foi mais freqüente.
9	14/9/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por por **PG2**. 2° Momento: Discussão feita por **PG2** e por **PM4** sobre o subprojeto de uma das escolas.	Pesquisa-ação Construção de um coletor de energia solar.	**PM2**, **PF1**, **PG3**, **PF3**, **A5**, **PM5**, **PG1**, **PG2**, **PFE1**, **PFE2**, **PM3**, **PM1**, **PG6**, **A2**, **PG7**, **PM4**, **PG5**, **PG8**, **PM6**.	Tema: A natureza da pesquisa-ação e sua relação com a educação.
10	28/9/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PFE3**. 2° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PM5**.	Aspectos ambientais da engenharia civil. Pesquisa-ação.	**PF1**, **PG3**, **PF3**, **A5**, **PM5**, **PG1**, **PFE1**, **A1**, **PG7**, **PM3**, **PM1**, **PG6**, **PF6**, **PG4**, **PM4**, **PG5**, **PFE3**, **PG8**, **PM6**.	Os temas foram longamente discutidos pelo grupo. Houve muita participação de todos os presentes.

Continuação - Quadro 1: Cronograma geral das reuniões do NUPEC em 2007

11	5/10/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PG3**. 2° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PF2**.	Educação especial. Atividades lúdicas.	**PF1**, **PG3**, **PF3**, **PG1**, **PG2**, **PFE1**, **PM7**, **A1**, **PG7**, **PM3**, **PM1**, **PG6**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PG5**, **PG8**, **PF4**, **PM8**.	Neste caso, o lúdico foi apresentado como possível ferramenta a ser utilizada por **PM** nas escolas, para a construção de maquetes e artefatos ligados à prática das engenharias.
12	19/10/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PE1**.	Ambiente construído.	**PM2**, **PF1**, **PG3**, **PG1**, **PFE1**, **A1**, **PM1**, **PG6**, **A2**, **PF6**, **PG4**, **PG5**, **PF4**, **PM6**.	Abordagem dos campos de atuação de um engenheiro civil, perfil do profissional, perspectivas de mercado, grandes construções.
13	20/10/07	Apresentação do NUPEC e do projeto por **PF1** e Discussão conceitual coordenada por por **PFE1** em uma das escolas.	Ambiente construído.	**PF1**, **PF4**, **PG1**, **PG6**, **PFE1**, **PFE3**, **A1**, **A4** e mais trinta e cinco **PM** da escola visitada.	Segunda visita dos integrantes do NUPEC a essa mesma escola. Destaque para a ativa participação dos **PM** nas discussões que se seguiram.
14	9/11/07	1° Momento: Discussão conceitual coordenada por **PG4**, **PG5** e **A2**. 2° Momento: Discussão feita por **PM3** sobre o subprojeto de uma das escolas.	Educação de jovens e adultos.	**PF1**, **PF3**, **PM5**, **PG2**, **PFE1**, **PFE2**, **PM7**, **A1**, **PM3**, **PM1**, **PG6**, **A2**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PG5**, **PG8**, **PF4**, **PM6**.	-
15	23/11/07	Avaliação	Atividades do NUPEC ao longo do ano de 2007.	**PM2**, **PF1**, **PG3**, **PF3**, **PG1**, **PG2**, **PFE1**, **A1**, **PF7**, **PM3**, **PM1**, **PG6**, **A2**, **PF6**, **PG4**, **PF2**, **PM4**, **PG5**, **PFE3**, **PF4**, **PM6**, **PF8**, **PM13**.	Até esse momento nenhuma parte dos recursos tinha sido repassada ao NUPEC pela Finep.

Para cada escola participante do projeto, vislumbrou-se, pelo menos, a presença de um **PF**, um **PFE**, um **PG** e um **A**, além do **PM**, responsável imediato pelas ações a serem desenvolvidas por cada subprojeto. É importante destacar que, para a definição das temáticas apresentadas no Quadro 1, todos os presentes às reuniões de planejamento foram ouvidos acerca do que gostariam de estudar nos encontros futuros[16]. Nessa perspectiva de entendimento, argumenta-se que

> [...] se os professores não participarem, de alguma forma, no desenvolvimento das pesquisas educacionais, eles não serão capazes de compartilhar, verdadeiramente, dos seus resultados. Ao não se reconhecer isso, as pesquisas realizadas, mesmo aquelas que envolvem situações e professores do ensino médio e fundamental, circulam no meio acadêmico e não chegam às escolas, ao menos na forma de mudança das práticas de sala de aula. (MALDANER, 2000, p. 87).

Em sua maioria, tanto os professores formadores, quanto os alunos de pós-graduação e os professores do ensino médio reconheceram desconhecer questões específicas da área de engenharia que, por sua vez, poderiam ser abordadas pelos professores engenheiros. Desta especialidade, foram destacados: o estudo do *ambiente construído*, a abordagem dos *aspectos ambientais da engenharia civil*, os fundamentos das *estruturas*, a *profissão do engenheiro*, entre outros.

Sobre os aspectos relacionados ao ensino e ao viés pedagógico dos trabalhos, foram apontados eixos temáticos como: *interdisciplinaridade*, *tecnologias educacionais*, *pesquisa-ação*, *educação especial*, *educação de jovens e adultos* e *atividades lúdicas*.

É oportuno dizer que essas escolhas feitas pelo conjunto de professores não foram casuais. De certa forma, todos os temas indicados surgiram das necessidades formativas que o projeto apontava no momento, bem como daquelas que foram surgindo ao longo de todo o processo, revelando o caráter dinâmico que constitui esse espaço de interação. Somado a isso, há que se considerar o fato de que, mesmo antes de orientar seus trabalhos pela aproximação com a engenharia, o NUPEC, em anos anteriores, já dedicava esforços para compreender esses eixos

[16] O número de participantes nas reuniões não era regular. Nem sempre todos os integrantes do núcleo compareciam sendo, para estas situações, disponibilizadas, por correio eletrônico, as atas produzidas ao final de cada encontro.

temáticos por meio de outras pesquisas desenvolvidas nas escolas que sempre estiveram vinculadas ao núcleo.

Todas as reuniões descritas no Quadro 1 foram filmadas em VHS e as falas transcritas posteriormente. A dinâmica dos encontros, de duração média de 4h, previa dois momentos: o primeiro, de estudo das temáticas escolhidas e o segundo, de discussão coletiva sobre o andamento dos subprojetos nas escolas. Neste caso, o grupo expunha os avanços e as dificuldades encontradas na execução dos trabalhos, confirmando a idéia de que, à medida que os professores (neste caso, os professores do ensino médio) estabelecem as bases para uma prática reflexiva, novos desafios surgem, entre eles, os entraves da burocracia escolar (SCHÖN, 1997).

À época dos primeiros encontros dedicados às discussões acerca dos caminhos a serem tomados em cada subprojeto, as escolas apresentavam questões diversas, específicas de cada realidade, que interferiam diretamente no "fazer" coletivo. Atentos aos condicionantes da prática, os grupos percebiam a necessidade de assegurar a todos os envolvidos nessas atividades (professores, diretores, coordenadores e alunos) o conhecimento efetivo dos princípios gerais do projeto para, a partir daí, estabelecerem suas estratégias de ação.

Logo verificou-se a necessidade de que algumas reuniões do núcleo acontecessem também nas escolas. Assim, de acordo com a disponibilidade de tempo conquistada pelos professores junto à coordenação e direção, muitos encontros aconteciam no próprio período das aulas (geralmente aos sábados ou na última aula de um dos turnos, após dispensa dos alunos).

Reuniam-se, portanto, no próprio espaço escolar, professores formadores, professores do ensino médio, professores engenheiros e alunos de graduação formulando, ali, estratégias, cronogramas, discussões, planejamentos, enfim, atividades que, posteriormente, seriam socializadas nos encontros do NUPEC. Essa é mais uma iniciativa representativa da filosofia do núcleo, ao prever momentos em que a escola vai à universidade e outros momentos em que a universidade vai à escola.

Do total de quinze reuniões que compuseram as dinâmicas de trabalho do ano de 2007, seis delas foram selecionadas para análise nesta pesquisa, a saber: reuniões **5**, **6**, **8**, **10**, **13** e **15**. Os critérios de escolha desses encontros seguiram três determinantes: i) o estudo das bases epistemológicas da interdisciplinaridade pelos

participantes do NUPEC (reuniões **5** e **6**); ii) a aproximação entre os professores engenheiros e os demais participantes do núcleo (reuniões **8**, **10**) e iii) a aproximação entre os professores engenheiros e os professores de uma das escolas (reunião **13**). Foi analisada também a última reunião do ano, com vistas à avaliação das ações nesse período (reunião **15**), fornecendo inúmeros subsídios para as considerações que ora serão apresentadas.

Esta pesquisa tem por finalidade identificar as possíveis dimensões das relações e interações entre os especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil que hoje compõem o Núcleo de Pesquisas em Ensino de Ciências – NUPEC – UFG, na compreensão do caminho epistemológico de construção da interdisciplinaridade nesse espaço de formação.

Este trabalho se caracteriza metodologicamente como uma pesquisa participante. O modelo de investigação apresentado insere-se no campo da pesquisa prática, como uma "alternativa epistemológica na qual pesquisadores e pesquisados seriam sujeitos ativos da produção do conhecimento" (VEIGA, 1985, *apud* NORONHA, 2002). Aqui, o estudo e o conhecimento da realidade, mediatizados pelas estruturas do pensamento, tornam-se condição necessária de intervenção na dinâmica de relações estabelecidas na sociedade, como forma de transformá-la. Analisar significa revelar os diferentes aspectos da realidade, ligada, principalmente, à existência histórica dos grupos sociais envolvidos.

A pesquisa participante destaca-se por sua dimensão política, onde os caminhos de investigação buscam, sob a forma de uma nova compreensão do objeto pesquisado, a construção de instrumentos efetivos de intervenção social.

Nesses termos, para os fins pretendidos por essa opção metodológica, há que se valorizar os diferentes perfis de todos os grupos de sujeitos envolvidos na pesquisa, criando meios de oferecer a essas pessoas oportunidade de expressarem concepções de mundo construídas ao longo de suas experiências individuais de vida, reconhecendo, de cada lugar de onde se fala, importantes elementos que qualifiquem os níveis das interações alcançadas. Para Freire (2005, p. 106-107):

> [...] é como seres transformadores e criadores que os homens, em suas permanentes relações com a realidade, produzem, não somente os bens

> materiais, as coisas sensíveis, os objetos, mas também as instituições sociais, suas idéias, suas concepções. Através de sua permanente ação transformadora da realidade objetiva, os homens, simultaneamente, criam a história e se fazem seres histórico-sociais.

Os objetivos de qualquer ação educativa convergem para a importância de, em todas as etapas de seu desenvolvimento, serem produzidos novos conhecimentos que potencializem as capacidades humanas para a tomada de decisões, possibilitando uma reconstrução reflexiva e crítica da realidade, estimulando o conjunto da população a visualizar para si uma participação mais ativa, responsável, ética e consciente diante da mesma.

Neste caso específico de pesquisa participante, ligada à práxis, o conhecimento científico é construído deliberadamente para fins de intervenção. Por meio da colaboração ativa do investigador deste trabalho (**PG1**), também professor, o questionamento – sistematizado e, posteriormente, validado – reconstrutivo das interações promovidas entre professores de ciências e professores formadores engenheiros no âmbito de um núcleo de pesquisa visa prover novos níveis de compreensão a esses profissionais sobre suas formas de pensar, atuar e se relacionar nos caminhos investidos de contínua formação.

4.2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DO PROCESSO DE ANÁLISE

Da necessidade de novos diálogos e da transformação do conhecimento da complexidade em pensamento da complexidade delineiam-se os pressupostos teóricos que fundamentam o processo de análise dos dados. Sendo a ciência uma atividade de investigação e de pesquisa, acreditamos que “não existe uma única rede formal de relações, há *realidades*, que não são essências, que não são uma única substância, são compósitos, produzidos pelos jogos sistêmicos, mas, entretanto, dotados de uma certa autonomia.” (MORIN, 2005b, p. 49).

Como já referido anteriormente, o estudo das relações e interações de natureza interdisciplinar, sob o viés da complexidade, pressupõe a construção do conceito de interdisciplinaridade a partir de uma iniciação epistemológica prévia do seu entendimento.

No âmbito educacional, por exemplo, muitas vezes utiliza-se a palavra “interdisciplinaridade” no tratamento de problemas sem a preocupação necessária com o estudo ou a explicação do termo. E quando não se explica, não se chega a lugar algum.

Por outro lado, ainda nesse contexto de análise, há que se entender que, mesmo sem fazer uso de profundas reflexões teóricas aportadas por produções acadêmicas e científicas próprias da área educacional, o professor recorre a seus saberes constituídos na prática, nas experiências acumuladas de seu ofício enquanto tal, que lhe permitem a realização de atividades de natureza interdisciplinar. E isso não é um problema em si. Não basta exigir dos professores posicionamentos reflexivos e independentes em relação aos problemas que surgem no seu trabalho diário, se, anterior a isso, é preciso que se assegure “uma tradição de pensamento e de reflexão que possa apoiar esse esforço.” (POPKEWITZ, 1997, p. 42).

Existe uma grande polissemia em relação ao termo “interdisciplinaridade”, que confirma, neste caso, a importância do debate coletivo por qualquer grupo de trabalho, valorizando, do lugar de onde se fala, diferentes necessidades e entendimentos a respeito. Não se faz interdisciplinaridade de cima para baixo nem de baixo para cima, logo, a negociação é central em todo o processo.

Consideradas as relações existentes entre os aspectos discursivos e epistemológicos, cada ponto de vista pode refletir uma dimensão epistemológica diferente, ligada, sobretudo, à cultura. Nesse sentido, acreditamos que

> A proposição dessas formas coletivas de pensar é conseqüência de trabalharmos com a hipótese vigotskiana de que o pensamento individual tem sua origem nas interações sociais nas quais o indivíduo participa, sendo formado pela internalização da cultura e das ferramentas culturais. (AMARAL; MORTIMER, 2006, p. 241).

Certos de que o conhecimento científico admite, necessariamente, uma dimensão reflexiva, é importante recuperá-la nesse estágio do debate. Embora reconheçamos o papel da ciência enquanto empreendimento disciplinarmente validado no seio das diferentes sociedades, torna-se imperativo tratá-la como um construto racional capaz de aperfeiçoamentos.

Assim sendo, em situações caracterizadas por aproximações de natureza interdisciplinar, compreendemos a importância atribuída ao diálogo de uma especialidade com outra e de uma especialidade com ela mesma, onde o “conhecer-se a si mesmo” representa a percepção da totalidade que somos, de nossa natureza fundamentalmente histórica.

Por essa razão, discordamos de Fazenda (2002) que defende a noção de conhecimento como construção autobiográfica e individual, indicando, pois, que o movimento da interdisciplinaridade dar-se-ia do nível das idéias para a realidade. A nosso ver, essa visão não considera as demandas que o real nos apresenta e não nos permite apreender a realidade como totalidade dinâmica.

A mentalidade formada a partir da excessiva compartimentalização do conhecimento nos impede de perceber, dentro da própria dinâmica de desenvolvimento impulsionado pela ciência, os problemas advindos dessa disjunção do sujeito e do objeto, tornando-nos cegos diante das múltiplas dimensões do real. Para Morin (2005c, p. 72):

> A partir do momento em que se operou a disjunção entre, de um lado, a subjetividade humana, reservada à poesia ou à filosofia, e, de outro lado, a objetividade do saber, característica da ciência, o conhecimento científico desenvolveu os modos mais refinados para conhecer todos os objetos possíveis, mas se tornou completamente cego para a subjetividade humana; tornou-se cego em relação ao próprio avanço da ciência, que não pode conhecer-se nem se pensar com os métodos de que dispõe.

Concordando com a fertilidade dessa perspectiva, reiteramos nossa compreensão de que a coerência do pensamento da complexidade legitima-se no processo do “pensar-se criticamente”, sendo o sujeito (professor, por exemplo) enquanto especialista por formação, mais do que reprodutor de verdades parceladas, capaz de enxergar nas suas ciências possibilidades não esgotadas de produções teóricas demandadas socialmente. Somado a isso, cabe destacar que, no tratamento comum de uma mesma problemática por disciplinas diferentes, cada especialidade vê-se impelida a transpor seu sistema de representações para o campo de experiências do outro. Dessa forma, atingem-se as bases principais da produção de cada saber demandado sem descaracterizar ou rejeitar os princípios que os definem como tal.

Em trabalhos de equipe dessa natureza, cada sujeito, imbuído de teorias pessoais, suscita processos dinamizados de ressignificação dos saberes ora trazidos e disponibilizados pelo grupo. Como toda pesquisa, a de natureza interdisciplinar tem o intuito de reelaborar conhecimentos, em virtude da necessidade de serem encontradas soluções para os questionamentos postos sobre o objeto investigado. Nesse movimento, novos construtos teóricos surgem com as contribuições vindas das diferentes disciplinas ou ciências demandadas.

Prosseguindo a análise, apontamos Leff (2007, p. 97) que, sobre o tema afirma:

> O intercâmbio de idéias que gera um processo interdisciplinar faz com que surjam perguntas a partir de uma especialidade para outras; estes questionamentos não só apresentam inquietações sobre o potencial aplicativo dos conhecimentos destas disciplinas, mas também podem levar a reformular problemas teóricos e práticos que não surgem do desenvolvimento interno dos paradigmas das ciências e do saber disciplinar normal [...]

A análise de determinada problemática dentro de uma perspectiva interdisciplinar oferece uma visão mais abrangente sobre os caminhos e as possíveis estratégias de superação, disponibilizando indícios e soluções mais globais do que aquelas obtidas por uma abordagem individualizada do objeto em questão.

Por outro lado, é mister ressaltar que as produções científicas não se desenvolvem apenas da necessidade imediata de aplicação de seus conhecimentos, seja por um pesquisador individualmente ou por uma equipe de trabalho. Mais do que nunca, tal empreendimento alimenta-se também da reflexão teórica, que dota os sujeitos de saberes fundamentais para compreenderem a complexidade dos processos envolvidos sob o viés histórico-político-cultural e das relações conflitantes estabelecidas no seio da sociedade atual.

4.3 CATEGORIAS DE ANÁLISE

A partir do conjunto de dados – transcrição das falas manifestadas ao longo de seis reuniões do NUPEC – construídos e selecionados para análise, em diálogo crítico com os pressupostos teóricos que assumimos (DEMO, 1995), foram

estabelecidas três categorias (ver Quadro 2) que orientaram os caminhos de investigação deste trabalho.

Quadro 2 – Categorias construídas para análise dos dados

Número da categoria	Nome da categoria	Descrição
I	Concepções de interdisciplinaridade.	Caracterização das falas dos participantes do NUPEC a respeito da interdisciplinaridade nos seus aspectos: histórico-político, epistemológico e pedagógico.
II	Aproximação entre o ensino de ciências e a engenharia civil.	Nesse cenário, como os diferentes especialistas, do ensino de ciências e da engenharia, refletem sobre si mesmos, sobre sua formação e sua prática cotidiana?
III	Contribuições da aproximação entre Ensino de Ciências e Engenharia Civil.	Quais os novos problemas/conhecimentos que surgem a partir dessas relações?

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CATEGORIA I

5.1.1 Reunião 5, de 15/6/2007

Conforme visualizamos no cronograma geral das reuniões do NUPEC ao longo do ano de 2007 (Quadro 1), neste primeiro encontro selecionado para a análise, foi discutido, sob a coordenação do autor desta investigação (**PG1**) o tema "interdisciplinaridade", a partir de indicações feitas pelos demais participantes do núcleo. Para o início dos trabalhos naquele dia, foram retomadas algumas questões já debatidas nos encontros anteriores, como as razões primeiras desse estudo conceitual. A esse respeito, já no turno[17] 3, **PF1** afirma que:

> **3 – PF1:** [...] *Na última reunião ficou mais ou menos consensual que abordaríamos um tema, que seria interdisciplinaridade, não é? Depois eu mandei um e-mail* [...] *Todo mundo recebeu, não recebeu? Então* [...] *por que esse tema? Esse tema tem a ver com todos os projetos. O "projeto FINEP"*[18] *no qual o NUPEC está envolvido tem uma natureza interdisciplinar. Já na própria gênese dele, na própria elaboração tem a química, a física, a biologia, a matemática, engenharia. Então, ele é interdisciplinar e ele será interdisciplinar nas escolas. Então, por isso, pensamos* [...] *que seria um tema interessante* [...]

Nessa breve exposição do professor formador, certos aspectos iluminam nosso intuito inicial de compreender os reais motivos que definiram a opção metodológica de estudo sistematizado das bases epistemológicas da interdisciplinaridade pelos participantes do NUPEC, como medida deflagradora para a futura elaboração e execução dos respectivos subprojetos nas escolas envolvidas.

Inicialmente, percebemos que o que acreditamos ser uma "opção", na verdade, representa uma imposição teórico-metodológica advinda da própria filosofia do núcleo que, por constituir-se de uma natureza eminentemente interdisciplinar,

---

[17] Neste trabalho, entendemos por turno cada uma das falas manifestadas pelos participantes durante as reuniões.

[18] Ao longo de todas as reuniões do NUPEC, o projeto "O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído" é chamado "projeto FINEP", em referência direta à sua financiadora. Esta expressão foi criada espontaneamente pelo grupo como forma de facilitar os diálogos a seu respeito.

busca promover estudos e discussões fundamentadas, intervindo diretamente tanto na formação inicial quanto continuada desses professores. Definir, “na forma de coletivos organizados” (MALDANER, 2000, p. 22) como o NUPEC, estratégias viáveis de superação dos problemas que afetam o ensino de ciências, impõe, por si só, a construção crítica de instrumentos conceituais, operacionais e institucionais pelo grupo.

Essa articulação de saberes plurais possibilita ainda, além da valorização de cada procedimento (pontos de vista e conhecimentos historicamente construídos pelas diferentes especialidades), a identificação de novos problemas à luz desses mesmos saberes compreendidos e reconstruídos nas interações sociais. A fala desse professor formador, em atenção à totalidade complexa do real, dos objetos teóricos da ciência e de nossas ações, pode ser melhor compreendida com as palavras de Leff (2007, p. 86) quando este afirma que:

> A falta de bases epistemológicas sólidas para pensar as condições de articulação das ciências desconhece a materialidade dos processos discursivos (científicos e ideológicos) que determinam as múltiplas determinações e inclusive a ambigüidade de conceitos em suas funções teóricas e práticas.

Como já referido no capítulo II, esse projeto, que visa despertar vocações para as áreas de engenharia, ciência e tecnologia em alunos de ensino médio da rede pública de ensino, por meio da aproximação entre o ensino de ciências e as engenharias, foi orientado, entre outros determinantes, por um edital que, apesar de não configurar o cerne do conjunto de políticas públicas priorizadas nos planos de desenvolvimento historicamente assumidos pelo Brasil, refletem intencionalidades e razões ligadas, mormente, ao período histórico vivido.

Segundo dados apresentados pela Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes)[19], de cada 800 alunos

[19] Os dados aqui apresentados foram extraídos de uma pesquisa, ainda em desenvolvimento, realizada pela Andifes, que visa relacionar o papel da pós-graduação com o desenvolvimento do país (para obtenção desse trabalho, estabelecemos contato direto com a assessoria de comunicação da Andifes). Segundo esse documento, a pós-graduação é um importante instrumento do desenvolvimento da nação, ao assegurar o crescimento dos números de docentes e pesquisadores com formação de qualidade. Alguns números focalizam as assimetrias do sistema, revelando, no caso da engenharia, uma situação de baixa procura diretamente relacionada à forma como as carreiras ligadas às ciências naturais e à engenharia são vistas pelos estudantes brasileiros que concluem o ensino médio. Em 2005, obtiveram a graduação em engenharia 41.556 alunos e foram titulados 1.212. Isso quer dizer que, em relação aos alunos matriculados no ensino fundamental

matriculados no ensino fundamental em nosso país, somente um opta por cursar engenharia após concluir o ensino médio. Em 2006, de todos os formandos em algum curso de instituição de ensino superior, apenas 5,6% deles graduaram-se nas áreas de engenharia (que, no caso do Brasil, inclui a arquitetura e o urbanismo). Se considerarmos as céleres assimetrias, tanto do ponto de vista regional, intra-regional e entre estados, esses números tornam-se ainda mais preocupantes. Os índices de muitos países economicamente desenvolvidos e em vias de desenvolvimento traduzem a importância do investimento maciço na produção interna de ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento de suas regiões. Na Coréia do Sul, por exemplo, nos últimos anos, 26% de todos os formandos no país são da grande área de engenharia, no Japão, esse índice chega a 19,7% e no México, a 14,3%.

Neste sentido, o Brasil hoje enfrenta a problemática do déficit do número de engenheiros necessários ao crescimento e manutenção de setores estrategicamente importantes para todo o país. Ao mesmo tempo, constata-se também a inescusável defasagem entre o que realizamos em termos de educação tecnológica e científica vinculada, sobretudo, à nossa herança político-cultural de desvalorização da área e as demandas que se fazem ao coletivo da sociedade em termos de formação para enfrentar os problemas que se interpõem num mundo complexo e interligado como o nosso.

Como é possível observar, as razões que ora identificamos para o estudo da interdisciplinaridade pelo grupo refletem os aspectos históricos e políticos que também consubstanciam seu entendimento. Fomentar e difundir a alfabetização científica nas diferentes culturas e sociedades impõe, cada vez mais, uma abordagem crítica e reflexiva dos seus determinantes, recuperando, nessa componente basilar da educação, sua natureza política, histórica, social e cultural.

Segundo Romanelli (2007) o descaso das políticas nacionais com relação às possíveis contribuições sociais da ciência conformou padrões de dependência científica e tecnológica para o país. Como condição *sine qua non*, esta discussão implica que não é suficiente apenas ter boa vontade, mas inspira a adoção de decisões fundamentadas.

A aproximação pretendida, nesse novo momento vivido pelo NUPEC, entre o ensino de ciências e a engenharia responde, nestes termos, a uma

---

nesse período (33.534.704 alunos), apenas 0,13% obtiveram o título de doutor em outras áreas e 0,02% obtiveram o doutorado especificamente em engenharia.

necessidade histórica e politicamente colocada de redução da dependência científica e tecnológica que hoje vive o país, em que, por meio de uma proposta inovadora, o governo brasileiro visa despertar, em jovens estudantes do ensino médio, vocações que atendam ao fortalecimento desses setores.

Aliado a tudo isso, outra preocupação peremptoriamente verificada nesse momento inicial de lançamento das novas diretrizes para as ações do NUPEC, refere-se à maneira como todos esses fatores são percebidos e compreendidos pelo conjunto de professores, gerando, como conseqüência, iniciativas efetivamente interdisciplinares nas escolas:

> **3 – PF1:** [...] *Como que é possível ser interdisciplinar numa escola? Porque é um tema que se fala muito, mas* [...] *efetivamente, têm poucos exemplos de interdisciplinaridade. Bom, esse foi um dos motivos que nos levaram a escolher esse tema, né?* [...]

O professor formador entende que é na escola que acontecerá a interdisciplinaridade. Essa inquietação surge como forma de provocar, nos professores do ensino médio, a manifestação de idéias e concepções próprias acerca dos caminhos visualizados por eles para abordagens futuras, que se pretendem fazer interdisciplinares, de temas ligados às engenharias e ao ensino de ciências. Como mostra Floriani (2000, p. 101):

> A interdisciplinaridade necessita de uma intenção deliberada, assentada em trocas intersubjetivas sistemáticas, a partir do confronto de saberes disciplinares, que leve em conta uma ou mais problemáticas na relação sociedade-natureza.

No que diz respeito à maneira como o professor do ensino médio recorrerá à identificação desses condicionantes da prática em suas ações cotidianas, respeitadas, sobretudo, as particularidades apresentadas por cada instituição escolar, algumas considerações podem ser feitas no sentido de justificar o surgimento de tais questionamentos. Em primeiro lugar, é preciso dizer que as condições de trabalho experimentadas por cada uma das cinco escolas envolvidas no projeto não são as mesmas. Por mais que todas elas sejam de responsabilidade do poder público (neste caso, quatro escolas são de responsabilidade do governo estadual e uma de responsabilidade do governo federal, a saber, o CEFET-GO),

algumas características as diferenciam, como: maior ou menor participação dos diretores e coordenadores; relação quantitativa: professores de cargo efetivo/professores de cargo temporário; infra-estrutura (qualidade das salas, presença ou não de laboratórios de ciências e informática); nível de formação dos professores; turno de desenvolvimento dos trabalhos (se diurno ou noturno).

Para Sacristán (2000, p. 204), “os ambientes escolares se caracterizam por uma série de peculiaridades que é preciso levar em conta na hora de pensar as competências básicas dos professores para mover-se dentro deles.”

Um segundo aspecto a ser considerado, de extrema importância nessa análise, relaciona-se ao caráter excessivamente disciplinar com que o ensino tem se configurado, representando, a partir do que vislumbra o projeto, um desafio a ser superado. De certa forma, as intenções de cada subprojeto desestabilizam as “zonas de conforto” erigidas no trabalho docente, além, é claro, de incluir uma nova dimensão (a da engenharia) no planejamento pedagógico dos professores.

Ao contrário do que defende Nóvoa (1997), a formação desses professores não passou por processos de investigação articulados às práticas educativas como está acontecendo com os professores em formação, alunos da UFG, participantes do NUPEC. Esses modelos de formação, comumente acompanhados pelos princípios da racionalidade técnica (SCHÖN, 1998), ao dicotomizar teoria e prática, estabelecem um fosso epistemológico difícil de ser alterado, separando em última instância a reflexão da ação.

Como conseqüência imediata, percebemos que esse novo desafio gera inseguranças e incertezas, pois ainda convivemos com a “naturalizada” separação entre a concepção e a execução de projetos nas escolas. Em maior ou menor grau, qualquer inovação que seja altera as bases conceituais dos professores e gera, diante de tais procedimentos, atitudes de resistência. Por mais que um projeto seja “bem intencionado” em suas ações, o professor não o coloca em prática apenas por simples recusa.

Segundo Sacristán (2008, p. 176), “a mediação do professor no currículo é complexa” e não pode ser vista “como uma mera operação de mutilar ou acrescentar.” Se para os professores do NUPEC, envolvidos permanentemente com a pesquisa e as discussões conceituais relativas ao ensino de ciências, o projeto apresenta inúmeros desafios, para os demais da equipe de trabalho, isolados no

espaço limitado da escola, torna-se, certamente, muito mais difícil (ECHEVERRÍA; SOARES, 2007).

Dessa necessidade teórica de tratamento do(s) conceito(s) de interdisciplinaridade para os propósitos previstos inicialmente pelo núcleo, um outro aspecto a ser considerado diz respeito ao envolvimento dos professores e dos futuros professores (no caso, os ainda alunos de graduação) participantes do NUPEC na elaboração e na realização dos subprojetos nas escolas. Observa-se que estes, antes de tudo, apresentam compromisso político com a educação, não restringindo sua prática apenas ao domínio da técnica. Assim, o exercício autônomo da profissão docente é vislumbrado, também, pelo reconhecimento deste campo conflituoso em contextos perpassados por lutas políticas, jogos de poder e interesses que escapam as fronteiras do universo puramente pedagógico.

Como é percebido na fala de **PG1** e, com vistas a dispor aos demais integrantes do núcleo novas perspectivas teóricas, a pesquisa por ele conduzida torna-se um importante instrumento para a formação de professores:

> **4 – PG1:** [...] *Eu pretendo, no papel de professor da rede pública de ensino discutir com vocês esse tema que será bastante ilustrado por mim nos próximos dois anos e quem sabe posteriormente. Então, eu vou falar hoje sobre a interdisciplinaridade: um pouco da história, das suas abordagens e alguns debates* [...] *Nós, enquanto professores ou enquanto alunos de graduação, ou mestrado, que freqüentamos o NUPEC, precisamos estar atentos a essa discussão e tentar trazê-la para o nosso universo que é o ensino de ciências, ou seja, a física, a química, a biologia, a matemática, as engenharias e a informática.*

Tal reconhecimento, manifestado pelo autor desta investigação (que também é professor), reflete iniciativas de um profissional que identifica, nele mesmo e no grupo do qual participa, condições de repensar seu próprio espaço de trabalho, sua especialidade de domínio e seus aspectos mais significativos, com vistas a uma transformação coletiva das relações pedagógicas vigentes. Pelos próprios caminhos da formação acadêmica, calcada na dicotomia ensino/pesquisa, torna-se dificultoso convencer os professores de que “eles também são, ou podem vir a se tornar, pesquisadores em ação.” (MALDANER, 2000, p. 242). De certa forma, o afastamento da sala de aula vivenciado por esse professor durante o período de cumprimento das atividades do mestrado permitiu ver de longe, com mais clareza, os problemas da escola, do ensino e das questões educacionais como um todo.

Em continuidade com os propósitos que justificaram a profundidade deste tópico, retomamos aqui nossas intenções de análise. Em determinado momento da reunião, todos os presentes foram convidados a expressar suas concepções individuais a respeito do conceito de interdisciplinaridade. Após a formulação e o registro dessas idéias feito pelos participantes, foi destinado um tempo para socializações, conforme apresentadas a seguir:

> **7 – PF4:** *É* [...] *uma tentativa de abordar determinado assunto utilizando conhecimento de áreas, entre aspas, diferentes: física, química, biologia, etc.*
> **8 – PF2:** *São as possíveis relações existentes entre as várias áreas do conhecimento, salientando que essas relações devem ser reais, ou seja, que sejam importantes.*
> **9 – PM1:** *É uma forma de ação, né, na hora de resolver determinado problema da sociedade. Eu coloquei aqui que é uma forma que permite trabalhar em equipe. Exemplo: como resolver o problema da poluição de um rio a partir de conhecimentos físico, químicos, biológicos, geográficos.*
> **10 – PG4***: Eu acho que "casa" com a idéia que o PM1 colocou. A partir de um tema-gerador, uma abordagem de diferentes aspectos de cada disciplina, mesmo, né. O mesmo tema perpassando todas as disciplinas.*
> **11 – PM3:** [...] *No meu entender, a interdisciplinaridade não é acabar com a disciplinaridade.*
> **13 – A1:** *Eu coloquei assim: é a associação entre duas ou mais disciplinas, que levam interações reais fortes, gerando, assim, crescimento e mudanças em ambas as partes.*
> **17 – A3:** *É o estudo, abordagem, análise de um problema levando em conta a complexidade, as múltiplas facetas da sua realidade. É um alerta contra os perigos da especialização do conhecimento.*

Em conformidade com as idéias de Santomé (1998), verificamos, pelos diálogos, que a noção de interdisciplinaridade está longe de qualquer consenso. Dos diferentes lugares de onde se fala, percebemos noções diferenciadas ligadas, sobretudo, às dimensões epistemológica e pedagógica da interdisciplinaridade.

A partir das manifestações de **PF4** e **PF2**, seguidas das falas de **PM1** e **PM3** e de **A1** e **A3**, buscamos identificar o que caracteriza as opiniões de cada um desses grupos. Em relação às falas dos professores formadores, identificamos, no primeiro caso (turno 7), uma definição que conforma ao papel da interdisciplinaridade a tentativa de se abordar determinado assunto a partir da aproximação entre diferentes campos de conhecimento, ou seja, entre diferentes ciências. Nessa perspectiva de entendimento, a interdisciplinaridade reveste-se da condição de definir a própria natureza do conhecimento a ser construído, contando, para isso, com as contribuições das diferentes especialidades disponíveis em um

grupo. Aqui, percebemos uma compreensão epistemológica do papel da interdisciplinaridade. Na fala do professor formador manifestada no turno 8, identificamos compreensão semelhante a do primeiro, reconhecendo na interdisciplinaridade a possibilidade de serem estabelecidas relações sólidas entre as disciplinas. Mais uma vez, prevalece a dimensão epistemológica do conceito de interdisciplinaridade, considerando a área de atuação desses professores, a saber, o ensino de ciências.

Analisando o conteúdo das falas dos professores do ensino médio, identificamos atribuições diferenciadas para o papel da interdisciplinaridade, relacionadas, *grosso modo*, às perspectivas pedagógicas e às especificidades do trabalho em sala de aula. É nesse contexto, pois, envolvido pelos condicionantes da prática, que novas idéias pedagógicas surgem e chegam *aos* professores como mais um termo da moda a se juntar a tantos outros já existentes. O grande problema é que muitas vezes altera-se apenas o nome ou a aparência de muitos projetos *para* as escolas, permanecendo, no entanto, a mesma abordagem superficial e distanciada de suas realidades.

Diante disso, concluímos que as ações do NUPEC privilegiam a construção de propostas pedagógicas integradas *com* os professores e as escolas, não os reconhecendo como meros articuladores de atividades pensadas por agentes externos. É neste sentido que a pesquisa educacional como princípio constitutivo, tanto dos processos de formação inicial quanto continuada de professores, configura-se como atividade indissociável dos caminhos da profissionalização docente, sendo esta entendida como instrumento efetivo para a autonomia do professor. Sabemos que, pelo menos no meio escolar, a investigação da própria prática docente não é um fato comum. “Essa prática precisa ser criada e isso é um desafio!” (MALDANER, 2000, p. 92).

Tendo os professores do ensino médio, reconhecida importância na elaboração e execução de cada subprojeto pelas escolas, faz-se necessária a valorização, já neste momento inicial de discussões conceituais sobre a interdisciplinaridade, dos saberes constituídos nas suas práticas de sala de aula enquanto elementos que os caracterizam como tal. Em certos momentos das reuniões, percebemos nesses profissionais uma preocupação constantemente voltada para a “visualização” de tudo o que era discutido no plano teórico, para o seu correspondente prático, no plano da ação, atendendo a uma série de expectativas

geradas em suas situações de trabalho. Para esse grupo específico, portanto, a noção de interdisciplinaridade está diretamente relacionada à aplicabilidade desse conhecimento como forma de resolver possíveis problemas relacionados ao ensino, destacando, principalmente, a dimensão pedagógica do termo.

As opiniões dos alunos de graduação refletem, de certa forma, uma combinação dos aspectos até agora levantados sobre o que caracteriza as falas dos dois primeiros grupos analisados. Notamos que, embora esses licenciandos ainda não disponham do conjunto de saberes constitutivos da prática docente, predomina uma preocupação com as questões relativas ao desenvolvimento e às interações entre disciplinas (turno 13).

Por outro lado, a referência feita nesse relato às possibilidades de "mudança" e "crescimento" vislumbradas para os construtos disciplinares agrega também a essa concepção uma abordagem epistemológica da interdisciplinaridade, centrada nas relações desta com a própria natureza do conhecimento. No segundo exemplo deste grupo (turno 17), identificamos um nível mais elaborado no tratamento do conceito da interdisciplinaridade, fundamentando-o com os referenciais teóricos da complexidade e da crítica aos perigos da hiperespecialização do conhecimento (MORIN, 2005c).

5.1.2 Reunião 6, de 29/6/2007

Com o intuito de compreendermos melhor o movimento de idéias visualizado no conjunto de falas da primeira reunião selecionada para análise, prosseguiremos com nossos objetivos iniciais de investigação a partir deste segundo momento de discussões conceituais sobre a interdisciplinaridade.

Quinze dias após o último encontro (reunião **5**), decidiu-se que o grupo retomaria as discussões a partir de um texto sobre o tema, disponibilizado via correio eletrônico, para todos os participantes interessados. Sobre isso, **PG1** aborda o grupo:

> **2 – PG1:** [...] E*u gostaria de começar desse ponto. Alguém chegou a ler o texto?* [...] *Eu queria saber as impressões que vocês tiveram do texto* [...] *Pode ser? Alguém imprimiu e trouxe hoje para a reunião? O texto se chama "Interdisciplinaridade e práxis pedagógica emancipadora". É do Bianchetti e do Jantsch. Chegou pra vocês, não?* [...] *Bom, eu então eu*

> *gostaria de começar daí* [...] *Ou, um pouco mais. Alguém pesquisou outros materiais?* [...] *Porque a idéia era essa, né? Não é esgotar o assunto, mas deflagrar uma discussão que é de extrema importância para o NUPEC e para o "Projeto FINEP". Vai chegar o momento em que eu vou dedicar um pouco mais aos projetos. Só adiantando, eu gostaria de ressaltar que a iniciativa do NUPEC em fazer uma discussão teórica sobre interdisciplinaridade é uma* [...] *ação* [...]*, uma iniciativa inovadora, porque poucos grupos se preocupam em ter esse aporte teórico inicial. Já vão diretamente na ação etc. etc. Então, eu vou começar assim mesmo, pode ser?*

Como a maioria das pessoas presentes à reunião respondeu que não havia lido o texto, **PG1** retomou alguns pontos discutidos no encontro anterior, redirecionando, de certa forma, seu planejamento para o momento em questão. Este, sem dúvida, é um importante aspecto a ser observado, pois revela as dificuldades encontradas em se promover, mesmo na dinâmica interna esperada em um núcleo de pesquisa, debates que contribuam efetivamente ao processo de formação e capacitação dos seus integrantes.

Ao mesmo tempo, argumentamos também acerca da dificuldade que muitos participantes encontram em conciliar, as atividades assumidas individualmente na vida cotidiana, com as exigências de um grupo de pesquisa. A presença voluntária de cada integrante (em horários de plena atividade nas escolas ou nos respectivos departamentos da universidade), em meio a rotinas de jornada dupla ou tripla de trabalho, dificuldades de acesso ao *campus* da universidade, além do acúmulo de tarefas a serem cumpridas pelos alunos de graduação e mestrado, merece a devida valorização nesse debate. Nessa perspectiva apresentada, seguiremos nosso estudo apontando, ao final, algumas de suas implicações para os propósitos previstos pelo NUPEC.

Chama-nos a atenção o fato de que, do total de 159 turnos transcritos desta reunião, apenas 23 deles referiam-se a intervenções dos professores do ensino médio ou dos alunos de graduação e mestrado. O restante, mais de 85%, envolveu falas dos professores formadores, do autor desta pesquisa e de um professor do ensino fundamental (**PEF1**), mestre em Educação, excepcionalmente presente à reunião neste dia a convite de um professor participante do núcleo, tendo em vista a proximidade do seu tema de pesquisa com o que era discutido especificamente naquele momento.

Sobre a importância do debate e da necessidade de todos os participantes se envolverem nesse caminho de reflexão teórico-conceitual, **PF1** afirma:

> **24 – PF1:** *Eu estou gostando porque ele (PEF1) está pondo para polemizar. É isso o que a gente precisa, né, que é a filosofia do NUPEC. Que não é uma pessoa falando e a outra assistindo. Isso aqui não é uma aula, é uma polêmica* [...] *O interessante é que a gente tem que ficar atento aos termos e, uma coisa que eu gostei muito que PEF1 falou: 'de onde a pessoa está falando* [...]' *O que eu quero dizer, é que a gente tem que ficar muito atento ao lugar de onde fala a pessoa.*

Comentava-se anteriormente que, por mais que se reconheça a importância do professor assumir posicionamentos reflexivos e independentes em relação aos problemas gerados no interior de sua profissão, essa dimensão, em nenhuma instância da sua formação como tal, tem sido satisfatoriamente contemplada. No dizer de Maldaner (2000, p. 53) "a formação ambiental dos professores é muito forte e eles tendem a reproduzi-la, de forma tácita, em suas atividades profissionais [...]"

É certo que tais posicionamentos dos professores do ensino médio não são independentes de concepções mais amplas, da cultura profissional em si, das crenças generalizadas e dos estilos de ensino já definidos por suas experiências em todos os estágios da formação. De modo geral, esses professores não tiveram muita oportunidade de abordar dimensões de natureza epistemológica do conhecimento e nem de refletir sua prática profissional, permitindo a eles mesmos, novas perspectivas de realização.

Diante do exposto, acrescido dos aspectos já sinalizados no item anterior, concordamos com Pimenta (2006) no que se refere à instrumentalização aportada pela teoria nos processos de formação docente. São desta autora (p. 24) as seguintes palavras:

> [...] o saber docente não é formado apenas na prática, sendo também nutrido pelas teorias da educação. Dessa forma, a teoria tem importância fundamental na formação dos docentes, pois dota os sujeitos de variados pontos de vista para uma ação contextualizada, oferecendo perspectivas de análise para que os professores compreendam os contextos históricos, sociais, culturais, organizacionais e de si próprios como profissionais.

Os limites impostos pela redução de todo o saber docente a sua dimensão prática, excluindo a profundidade de sua dimensão teórica, impossibilita esse professor de reconhecer as conseqüências de sua ação social. É certo, pois, que esse conhecimento permite a realização prática do trabalho do professor, serve como parâmetro das suas estratégias de ação e tomada de decisões, mas não há

como restringi-lo apenas a isto. Nestes termos, mais uma vez, corremos o risco de elidir as soluções dos problemas que se interpõem no espaço da sala de aula.

Nosso entendimento é o de que falas puramente pedagógicas, manifestadas em sua maioria pelos professores do ensino médio, fragilizam futuras ações, tendo em vista a ausência de reflexões teórico-conceituais consistentes. Com efeito, a ação pedagógica também precisa ser epistemológica e política. A interdisciplinaridade demanda assumirmos a realidade como complexidade em que, aliada à dinamicidade das relações entre teoria e prática, enceta, em contextos formativos acompanhados pela pesquisa (como é o caso do NUPEC), posturas de questionamento crítico e problematização da própria prática pedagógica.

Assim sendo, nesse primeiro aspecto observado de construção da interdisciplinaridade a partir da aproximação entre os especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil, buscamos compreender, inicialmente entre os primeiros, características que elevam o papel de cada um dos “grupos de sujeitos” que compõem o NUPEC, destacando os aspectos histórico-político, epistemológico e pedagógico do conceito de interdisciplinaridade. Tal iniciativa ajuda a perfilar o nível das interações entre esses grupos, contribuindo na análise posterior da dinâmica de aproximação dos educadores em ciências com os professores engenheiros (reuniões **8**, **10** e **13**), apontando, inclusive, que novos problemas/conhecimentos surgirão a partir dessas relações (reunião **15**).

5.2 CATEGORIA II

5.2.1 Reunião 8, de 24/8/2007

Admitindo que as bases de construção do conhecimento científico impõem, necessariamente, uma dimensão reflexiva de seus múltiplos determinantes, buscamos, na categoria que se segue, analisar o movimento de idéias manifestadas pelos participantes do NUPEC, na ocasião de estudo coletivo de questões relacionadas ao ramo da engenharia civil, à profissão do engenheiro e aos aspectos ambientais dessa grande área de conhecimento (ver seção 3).

Sobre a dinâmica de trabalho adotada para esses encontros, coordenados por professores formadores engenheiros da EEC–UFG, é imperativo destacarmos o intenso envolvimento desses profissionais nas discussões realizadas pelo coletivo do NUPEC, resultando, como conseqüência imediata, um volume indubitavelmente maior de falas vindas daquele grupo.

Em que pese tais circunstâncias, assumimos o pressuposto de que as reuniões desse núcleo proporcionam “sempre a interação entre pessoas e por isso as constitui” (MALDANER, 2003, p. 22), em correspondência aos processos previstos por sua natureza de formação e pesquisa, detalhada na seção 3.1 deste trabalho. Um menor quantitativo de falas (o que não significa menor envolvimento) manifestadas pelos demais integrantes do núcleo reflete a importância desse momento de aprendizado coletivo, sendo demandada, dos professores engenheiros, maior disponibilidade de tempo na apresentação dos aspectos principais de sua especialidade.

Nos caminhos da investigação que possibilita compreendermos o processo de construção da interdisciplinaridade a partir da aproximação entre o ensino de ciências e a engenharia civil no âmbito de um núcleo de pesquisa, optamos por analisar os níveis dessa comunicação com base num pensamento complexo da realidade (MORIN, 2005a, p. 140).

Como já referido anteriormente, a coerência do pensamento da complexidade legitima-se no processo do “pensar-se criticamente”, onde os sujeitos participantes do NUPEC, especialistas por formação, ao apresentarem seus campos de conhecimento uns aos outros (seja por meio de novas perspectivas teóricas ou

pelo conhecimento tácito, acumulado individual ou coletivamente na prática), conformam visões epistemológicas, filosóficas, culturais, sociais e políticas de suas ciências, permitindo-nos identificar, em outro momento, as possíveis contribuições resultantes dessa nova configuração do núcleo.

A partir dos primeiros diálogos realizados entre os professores formadores engenheiros e os demais participantes do núcleo, algumas considerações já podem ser tecidas, no sentido de iluminar nossas intenções atuais de análise dos dados. Assim, logo no primeiro turno de falas, **PFE1** conversa com o grupo e logo se seguem alguns questionamentos:

> **1 – PFE1:** *Pra que a gente faz pesquisa, por exemplo, na área de* ***estruturas****? Que tipos de estruturas são essas em algumas vigas de concreto ou em algumas vigas metálicas? A gente tem uma cultura, aqui na nossa região, de usar estruturas de metais leves, chamados perfis leves. Vocês já devem ter visto por aí. Normalmente são aquelas chapas de aço, que a gente compra da usina* [...] *Só que, qual é primeira coisa que é importante nisso aqui? É a questão* ***geométrica*** [...] *Aqui não dá pra ver, mas aqui tem uma peça em "U", aqui outra peça em "U" e soldo as duas. O que a gente chama de* ***perfil-caixa****. Isso aumenta sensivelmente a resistência da peça naquela região* [...] *Coloco uma laje de concreto em cima e isso me dá uma resistência elevada* [...] *O que eu vejo que está por trás disso aqui? Simplesmente,* ***geometria*** [...] *Esta peça de concreto aqui, por exemplo, um concreto maciço. Isso aqui pesa 2500 quilos por metro cúbico. Imagina um bloquinho de um metro, por um metro, por um metro: um metro cúbico. Pesa 2500 quilos! Duas toneladas e meia. Isso aqui que é uma chapa de aço, e se você pegar um bloco de aço, também de um metro cúbico, ele pesa 7850 quilos. Dez toneladas e oitocentos se isso tudo aqui fosse feito em aço* [...] *Então, esse é um tipo de estudo que a gente faz em termos de comportamento estrutural e de elementos da construção civil.* (grifos nossos).

Um dos primeiros aspectos identificados nessa exposição de **PFE1** sobre temas específicos do ramo da engenharia civil refere-se à importância dispensada à apresentação de conceitos próprios da área, como etapa que define o momento de "apresentação" inicial das pessoas. Aqui, mais uma vez recuperamos as idéias de Santomé (1998), ao visualizarmos, no conjunto das etapas comumente observadas na composição de equipes de trabalho dessa natureza, comportamentos semelhantes aos referidos pelo autor.

A apropriação feita dos instrumentos culturais sistematicamente constituintes de uma especialidade pela outra favorece a comunicação pretendida entre as áreas. A base do diálogo entre os diferentes campos de conhecimento está na abertura de uma ciência para a outra, a partir dos elementos que justamente as

definem como tal. No entanto, tal abertura não significa a diluição ingênua de suas fronteiras, mas o tratamento crítico e aprofundado de suas estruturas. Nas palavras de Jantsch e Bianchetti (2001a, p. 14):

> A interdisciplinaridade, enquanto princípio mediador entre as diferentes disciplinas, não poderá jamais ser elemento de redução a um denominador comum, mas elemento teórico-metodológico da diferença e da criatividade. A interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão dos seus limites, mas, acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade.

A valorização dos conteúdos e conceitos que aparecem na fala desse professor formador engenheiro revela, segundo os pressupostos que adotamos, a necessidade de se considerar a natureza dos objetos e dos problemas pertencentes a esses saberes disciplinarmente construídos, como forma de se estabelecer os limites e as possibilidades de futuras propostas com orientação interdisciplinar. Sobre isso, acreditamos que, o fato do ensino de ciências e da engenharia civil apresentarem, em termos conceituais, proximidades reconhecidas de seus respectivos campos de conhecimento, conduziu, de certa forma, tal aproximação. O que não quer dizer, sob pena de tudo o que já discutimos até aqui, que este aspecto a tornou mais fácil.

No que diz respeito à forma de interlocução de **PFE1** com os demais grupos de sujeitos presentes à reunião, apontamos um segundo aspecto de extrema relevância para esta investigação. Em dois momentos distintos da fala desse professor engenheiro, identificamos certa atenção voltada à forma com que os outros participantes estão acolhendo os novos conteúdos apresentados por ele. Se, por duas ocasiões, o detalhamento de questões específicas do ramo da engenharia é sintetizado por uma analogia com as “formas geométricas” pertencentes ao estudo da matemática, subentende-se que esse recurso discursivo, utilizado por PE1, visa a uma clarificação maior do que está sendo explicado, de forma a tornar o assunto mais próximo dos campos de representação de todos. Sobre isso, destaca Etges (2001, p. 64):

> A exigência desta comunicação para os outros impele o cientista a transpor, a deslocar, a traduzir, constante mas assistematicamente, seu sistema para o campo de suas representações e experiências familiares, para assim atingir as representações e experiências familiares dos outros.

> Ora, é isto que acontece com ações interdisciplinares, ações entre disciplinas. A interdisciplinaridade consiste precisamente na transposição, no deslocamento de um sistema construído para outro.

Comentávamos anteriormente que, além de dispor aos participantes do núcleo novas perspectivas teóricas vinculadas às ciências da engenharia, é esperado também dos professores engenheiros contribuições de seus saberes produzidos a partir da prática profissional, assim como já sinalizado em relação à participação dos professores da área de ciências. Aceitamos, assim, o pressuposto de que tais aspectos, inerentes à formação profissional – seja do professor engenheiro ou de qualquer outro profissional –, estão sempre historicamente situados diante de circunstâncias ligadas ao contexto político, social, histórico e econômico vivido.

É sabido que as pessoas têm compreensões diferentes sobre os mesmos fenômenos, pois "dependendo de nossos antecedentes disciplinares, papéis organizacionais, histórias passadas, interesses e perspectivas econômicas e políticas, abordamos situações problemáticas de formas diferentes." (SCHÖN, 2000, p. 16).

Para nós, esta maneira diversa de ver o mundo e sua totalidade complexa, torna-se um importante ponto de partida para discussões mais aprofundadas. Com isso, não queremos dizer que as questões conceituais passem a ser consideradas arbitrariamente pelas pessoas, mas entendemos, contudo, que nos caminhos de constituição da prática docente, por exemplo, é preciso considerarmos a maneira como o professor articula o saber pesquisado (teórico, conceitual) com a sua prática, "interiorizando e avaliando as teorias a partir de sua ação, na experiência cotidiana." (GHEDIN, 2006, p. 135). Neste sentido, reconhecemos alguns desses elementos nas falas que se seguem:

> **1 – PFE1:** *Em termos de engenharia o que você propõe é a peça mais resistente possível com o menor peso possível, isso é o sonho de todo engenheiro!* [...] *Uma coisa que a gente precisa muito na engenharia* [...], *não só na engenharia, mas em toda área de trabalho hoje em dia, é rapidez.*
> **7 – PFE1:** *Então, como é que você pega um negócio desse e consegue fazer e dar a mesma resposta do resultado experimental? Isso é pura matemática! Afinal de contas, o nosso meio é regido pela matemática. Esses dias eu estava até conversando com um aluno meu sobre essa história* [...] *Quando você procura beleza em uma pessoa, você procura simetria. Isso é matemática. Então, isso aqui é regido por equações*

> *matemáticas, devidamente comprovadas* [...] *O que está por trás disso aqui são os chamados modelos construtivos. São baseados em modelos da termodinâmica* [...] *Precisa de muita matemática, para chegar nisso daí.*

Em relação às intervenções feitas por esse professor engenheiro no turno 1, constatamos, de início, uma visão eminentemente pragmática do papel da engenharia. A máxima reprodutora do *just-in-time*[20], fortemente presente no ideário de empresários e industriários das décadas de 50 e 60, ganha novas formas ao orientar, na situação que analisamos, modelos de construção civil pautados pela economia de tempo e recursos em todo o processo de execução. Resumidamente, entende-se que: quanto menor o tempo gasto em uma obra, maiores as chances de serem garantidos novos postos de trabalho, portanto, novas construções. Diante disso, cabe-nos sinalizar os pressupostos que, inerentes ao conjunto de relações desiguais e contraditórias da sociedade, conformam tal visão de mundo.

Vinculado à lógica dominante de reprodução ampliada do capital, o emprego altamente produtivo da ciência e da técnica pode, ao contrário do que defendemos, servir à intensificação do trabalho e do aumento da produtividade da força de trabalho das classes trabalhadoras (NEVES; SANT´ANNA, 2005, p. 20) revelando, com isso, que desenvolvimento tecnológico não significa, necessariamente, desenvolvimento humano.

Tal modelo de alfabetização científica, revestido do discurso de oferecer ao conjunto da população competências e habilidades qualificadas para o cumprimento dos fins estabelecidos pelo mercado, na verdade, legitima a manutenção do *status quo* ao encobrir os verdadeiros interesses humanos pela retórica desenvolvimentista. Dito de outro modo é preciso que desse contexto, no qual se fazem as discussões acerca da importância de se promover a engenharia civil em escolas de nível médio de ensino, sejam desveladas as reais orientações que ditam as “novas” formas de segregação, pois, antes mesmo de chegar à comunidade escolar, é preciso que se pense o perfil do profissional engenheiro que precisa ser promovido.

---

[20] Segundo Santomé (1998, p. 16), os novos modelos de organização do trabalho dos idos de 50 e 60, orientados pela máxima reprodutora do *just-in-time*, vislumbravam como medidas principais, a utilização planejada de “menos espaço, menos materiais acumulados, menos pessoal, menos maquinaria e menos estoque” ao longo de todo o processo. Essa concepção, com vistas ao fortalecimento da chamada “produção enxuta”, ficou conhecida como “toyotismo” ou ohnonismo”, em referência ao engenheiro-chefe da empresa Toyota, Taichi Ohno.

Em continuidade, destacamos no turno 7, outras perspectivas fortemente presentes nas falas de **PFE1**. Nesse professor, a visão predominante de ciência é a positivista-empirista-lógica, revelada pelo grande apelo à linguagem matemática como forma de entender o mundo e como recurso fiel na mensuração da experiência e dos dados obtidos pela observação dos fatos.

Segundo essa linha teórica, as únicas referências significativas sobre o mundo físico são aquelas orientadas pela observação empírica, utilizando como critério da verdade a correspondência entre os enunciados e a evidência dos fatos. Nas palavras de Schön (1998, p. 41), para a filosofia positivista, dominante na segunda metade do século XIX:

> [...] havia a concepção de que a ciência empírica não era tão somente uma forma de conhecimento, senão a única fonte de conhecimento positivo do mundo [...] Havia a intenção de limpar a mente humana do misticismo, da superstição e das outras formas de pseudoconhecimento [...] Finalmente, havia um programa para estender o conhecimento científico e o controle tecnológico para toda a sociedade humana [...] (tradução nossa).

À luz da doutrina positivista, o princípio da racionalidade técnica diz que os profissionais dominam, sob o peso da formação, a solução de problemas instrumentais bem-delineados por meio da seleção de instrumentos técnicos, especificamente criados para esses fins. Ao profissional caberia, portanto, recorrer à teoria (conhecimento sistematizado) como recurso aplicativo às questões postas pela realidade, como forma de super-valorização da observação empírica. Como manifestado na fala seguinte, à formação do engenheiro caberia, dentro do ideário positivista, tão somente a aquisição mecânica de um conjunto de regras e fundamentos pré-definidos teoricamente (já validados pela manipulação da prática), suficientes para a sustentação e o desenvolvimento da área, supostamente pronta e acabada:

> **161 – PFE1:** *A gente tem um problema sério com isso. Digamos que seja um problema existencial. Como é que a gente vai fazer um engenheiro acompanhar essa tecnologia que cresce muito rapidamente? No meu ponto de vista, o que a gente tem que ensinar para o engenheiro é exatamente a base, pois as tecnologias são muito rápidas. O que a gente precisa ensinar pra eles é a base, os fundamentos da matemática, da física, da química. Porque é tudo isso que tem fundamento. Eu sempre falo pra eles serem capazes de aprender fundamento. Isso que é engenharia: aprender fundamento. Ser capaz de usar esse fundamento pra transformar a*

> *sociedade, um material ou em alguma coisa útil pra sociedade. Ele é um engenheiro. Desde que ele tenha o fundamento, ele é capaz de rapidamente absorver uma nova tecnologia e aplicar essa tecnologia com rapidez, eficiência e qualidade.*

Embora tenham sido mencionados todos esses aspectos sobre o tema, localizamos em determinado momento da reunião uma concepção aparentemente ligada ao reconhecimento da imprevisibilidade de alguns processos, no que diz respeito aos problemas que porventura surgem em uma obra de engenharia. Quando iniciada essa discussão a partir do questionamento feito por um professor formador do ensino de ciências, especificamente sobre um acidente de grandes proporções ocorrido nas obras de construção do metrô de São Paulo em janeiro de 2007, que resultou na morte de sete pessoas, os diálogos registrados foram:

> **49 – PF2:** *E o caso do metrô de São Paulo?*
> **50 – PFE1:** *Sobre o metrô, ainda não tem nada conclusivo. Mas eu posso dizer a minha opinião: eu acho que foi fatalidade!*
> **51 – PF2:** *Acontece mesmo* [...]
> **52 – PFE1:** Acontece. E é outro conceito que a gente tem que ensinar [...]
> **53 – PF1:** *Fatalidade?*
> **54 – PFE1:** *Fatalidade. É uma coisa que a gente ensina para os alunos de engenharia. Principalmente, no meu caso, que trabalho com projetos de estruturas.*
> **55 – PFE2:** *O projeto previne, mas não evita que aconteça. Você não leva tombo?*
> **56 – PFE1:** *É uma série de fatores não previstos com probabilidade muito pequena e que ocorreram ao mesmo tempo. Por que a gente fala isso? Isso se chama noção de segurança de estruturas. Eu ensino isso para os meus alunos. Então,qual que é o problema? Se você quiser uma estrutura 100% segura, não existe* [...] *Nós trabalhamos com a probabilidade de ruína. Qual é a probabilidade de uma pessoa sair de manhã e à noite estar morta sem problema nenhum de saúde?*
> **61 – PF2:** *Isso é o que a gente chama de erro indeterminado na Química Analítica. Tem um erro que você não consegue determinar. Ele vai acumulando, acumulando e acumulando. Ele é impossível de você achar e vai dar na análise.*
> **62 – PFE1:** *Essa é uma discussão séria que a gente tem, porque, para a sociedade, há a intenção de que todas as estruturas sejam 100% seguras. Não existe estrutura 100% segura!*
> **63 – PF1:** *Não existe 100% em nada!*
> **64 – PFE1:** [...] *Então, a engenharia é a mesma coisa. A gente trabalha com níveis de tolerância, ou seja, qual é o nível que eu posso permitir que a estrutura vai agüentar.*

A partir de uma abordagem epistemológica do conhecimento apresentado, procuramos entender, à luz da literatura existente, o que significa, dentro das concepções de ciência já apresentadas por **PFE1**, considerar o elemento

“fatalidade” como a explicação possível para os imprevistos de uma obra civil, configurando este, inclusive, importante tema a ser ensinado nos cursos de formação de engenheiros.

Para Chalmers (1993, p. 41), esse “recuo para a probabilidade” se tornou, no interior da teoria indutivista de elaboração do conhecimento científico, uma espécie de artifício que pudesse persistir a tentativas de enfrentar alguma crítica. De acordo com o pensamento indutivista, todas as dimensões do conhecimento científico são construídas pela indução, tendo na observação pura e simples a base segura para sua realização. Neste sentido, a opção de recorrência à noção de probabilidade torna-se a mais viável, pois:

> Conhecimento científico não é conhecimento comprovado, mas representa conhecimento que é provavelmente verdadeiro. Quanto maior for o número de observações formando a base de uma indução e maior a variedade de condições sob as quais essas observações são feitas, maior será a probabilidade de que as generalizações resultantes sejam verdadeiras. (ibidem, p. 41).

Ainda sobre esse aspecto, torna-se desafioso compreender de que forma, num sistema de formação “desejado” para engenheiros, pautado pelo repasse de fundamentos técnicos da área (turno 161), a noção de “fatalidade” alcança esse mesmo nível de “objetividade”, merecendo o *status* de uma componente curricular.

Prosseguindo a análise, percebemos no turno 61 o esforço desse professor formador do ensino de ciências, no sentido de melhor compreender a exposição feita pelo professor engenheiro, ao carregar sua fala com situações análogas à sua área de formação. Reconhecemos em tal iniciativa, de movimento de uma especialidade em direção à outra, uma das formas de se construir a interdisciplinaridade a partir do nível de comunicação alcançado pelos participantes, onde uma ciência destaca dimensões possíveis de serem acessadas pelas demais.

Em outro momento da reunião, o professor de ensino médio de uma das escolas envolvidas no projeto aborda os professores engenheiros a partir de alguns problemas vividos na sua comunidade, acolhendo destes possíveis temas de estudo vinculados à área de engenharia civil, de forma a selecionar alguns aspectos dessa realidade para serem discutidos em sala de aula. Na ocasião, **PM2** informava os problemas enfrentados em decorrência do local escolhido para construção da escola, a saber, uma região da cidade voltada para o grande comércio, com fluxo

intenso de carros e pessoas, tendo como vizinhos uma agência bancária e um hospital:

> **105 – PM2:** *Eles [funcionários do banco] reclamam do barulho da escola.*
> **106 – PF1:** *O pessoal do banco?*
> **107 – PM2:** *É.*
> **108 – PF2:** *E o pessoal da escola reclama do barulho da rua.*
> **109 – PM2:** *Do movimento, sabe? É estacionamento de um hospital* [...] *A escola tinha uma banda [de música] e tiraram. Mandaram embora, porque o hospital exigiu que tirasse. Bem, por causa desse problema lá que eu estou falando, da poluição sonora.*
> **110 – PF2:** *É um problema ambiental.*
> **111 – PM2:** *É um problema ambiental. E os alunos questionaram o porquê. Eles querem saber por que eles tiraram a banda. Por causa do hospital que reclamava tanto? Por que isso nunca foi resolvido?*
> **114 – PF1:** *Como?*
> **115 – PF4:** *É justa essa reivindicação dos alunos.*
> **116 – PF1:** *Como eles tiraram a banda?*
> **117 – PM2:** *Tirou. A banda foi doada pra outra escola.*
> **120 – PF2:** *PFE1, PFE2, isso é um problema da engenharia também, não é?*
> **121 – PFE2:** *Olha, o que eu posso dizer é o seguinte: qual a relação da engenharia com isso aí? A rigor, quando vai se fazer uma obra de* [...] *por exemplo, transporte* [...] *Vamos pegar uma obra que a gente conhece, por exemplo, tinha a 85 e depois eles construíram a 85-A, certo? Então, quando se faz um projeto desses, há um estudo das interferências que essa obra vai ter no meio ambiente. E também têm os aspectos ambientais que envolveriam a questão* [...] *das populações do entorno daquela obra. Isso é um aspecto, né? Tem também o aspecto econômico. Qual que é mais barata? Qual que é mais cara? Tem isso também. Têm obras melhores, só que são muito caras! Seriam ambientalmente perfeitas, mas* [...] *Então, você tem que ponderar essa questão social, ambiental, econômica e levar em consideração, no projeto, todas essas variáveis. Isso é o que a gente ensina, a rigor* [...] *Essa é a formação que a gente dá para o nosso engenheiro civil, hoje, né? O engenheiro civil de antigamente, quando fiz engenharia, por exemplo, a gente tinha uma única disciplina que se chamava Ciências Ambientais, né? Não é, PFE1?*
> **122 – PFE1:** *É.*
> **123 – PFE2:** *Mas hoje há uma formação muito mais ampla. Há uma visão muito maior da forma de ver o meio ambiente. Primeiro, porque o mundo mudou na forma de ver as coisas. Então, eu acho que antigamente um engenheiro, quando projetava uma barragem, não estava nem aí pra peixe. Eu falo assim: construía a barragem e não fazia a escada pra peixe, né? E os peixes chegavam à beira da barragem e ficavam querendo subir. Daí, ficava aquele monte de peixe na beira da barragem e não conseguia subir. Bom, aí a engenharia mudou. Hoje eles não projetam uma barragem sem pensar em fazer escada pra peixe. Então, a engenharia foi evoluindo também, em relação a esses conceitos.*

Do fragmento selecionado, observamos que os professores formadores engenheiros instrumentalizaram teoricamente o professor de ensino médio com conhecimentos específicos de engenharia, de forma a serem levados para a escola.

Dessa ciência, é esperada uma leitura qualificada da realidade apresentada segundo seus conceitos e possibilidades viáveis de intervenção.

5.2.2 Reunião 10, de 28/9/2007

Sendo o ambiente construído uma das dimensões de estudo levadas a cabo por todas as escolas envolvidas no projeto, decidiu-se pela participação, em uma das reuniões do NUPEC, de um professor formador engenheiro (**PFE3**) que há muito se dedica a pesquisas sobre o tema, como forma de apresentar aos demais integrantes princípios e aspectos ambientais da grande área de engenharia civil.

Como forma de deflagrar as discussões daquela tarde, **PFE3** apresentou aos participantes um pequeno documentário sobre a problemática do Mar de Aral. Este grande lago de água salgada, localizado no interior da Ásia, chamou a atenção de todo o mundo para as possibilidades destrutivas de intervenção humana sobre o meio ambiente:

> **2 – PE3:** *Esse filme se chama Mar de Aral. A idéia é que a gente comece o nosso papo a partir dessa experiência. Bem, o que aconteceu lá? É um empreendimento voltado para a área de agronomia. Empreendimento esse proposto* [...] *para aumentar a produção de arroz e aumentar a produção de algodão. A idéia é essa. Só que ninguém pensou quais eram os reflexos desse tipo de ação* [...] *Nós temos também exemplos no Brasil. Então, com isso, vocês percebam o seguinte: foi uma decisão política! E essa decisão política tem reflexos econômicos e seríssimos reflexos ambientais.*

Considerando os momentos de fala dos demais professores formadores engenheiros também vinculados ao NUPEC, **PFE1** e **PFE2**, analisados na seção anterior, identificamos nesta comunicação uma visão ampliada do assunto. Além de apresentar brevemente o filme, **PFE3** motiva todo o grupo a refletir sobre certos aspectos não abordados no vídeo e que, em sua opinião, respondem pelas ações lá executadas.

De certa forma, é possível argumentar que a abordagem crítica conduzida por esse professor, de apontar o cenário político como arena de decisões que, aparentemente, foram sustentadas apenas por especialistas (considerando o caráter das intervenções feitas no Mar de Aral), visa despertar o aprofundamento analítico necessário sobre acontecimentos reais que envolvem o fluxo natural do meio e as

contraditórias demandas de crescimento da sociedade. Assim, o movimento de construção do saber ambiental não se restringiria à aquisição simples de conhecimentos técnicos e distanciados da realidade, mas, ao contrário, impõe uma dimensão investigativa considerando o momento histórico vivido e as prioridades estabelecidas pelos diferentes grupos sociais.

Em outro momento da reunião, **PFE3** manifesta sua opinião a respeito do papel da engenharia civil, sinalizando alguns conceitos, quais seus objetivos e princípios basilares:

> **2 – PFE3:** [...] *O objetivo dela é o atendimento de questões básicas que visam o bem-estar, a proteção ambiental e o desenvolvimento da sociedade. Quer dizer, é isso que norteia, é isso que estabelece, é isso que dá base para a engenharia civil. É o que nós chamamos de princípios norteadores. Para a engenharia civil atuar, para a formação de um engenheiro civil, é preciso que haja alguns princípios que norteiem. Como em qualquer profissão. Quer dizer, tem que primar pela responsabilidade, tem que primar pela segurança. Pela segurança do usuário, pela segurança do trabalhador. Além da funcionalidade. E uma outra coisa, em última instância, a questão da economia. É importante colocar a economia como um dos aspectos da engenharia.*

Com o intuito de superar visões restritamente ecologistas ou de apelo à consciência naturalista dos problemas ambientais, o professor vislumbra possibilidades de intervenção a partir do lugar de onde fala, neste caso a engenharia.

Embora ressalte as atribuições típicas dessa ciência, como o seu caráter desenvolvimentista e o de promotora do bem-estar social, aliado à funcionalidade e praticidade de seus resultados, identificamos na exposição de **PFE3** a necessidade da engenharia repensar novas formas de construção, questionando-se mormente sobre o próprio conceito de crescimento, no sentido de que uma outra racionalidade oriente novos processos de desenvolvimento humano e social.

Entendemos ser este um importante momento de reflexão teórica sobre o papel da engenharia civil na sociedade atual, colocado para os demais integrantes do NUPEC. Como mostram Bazo e Menestrina (2008, p. 6), “é necessário redefinir e redimensionar o papel da engenharia nos projetos de modernidade, estabelecendo reflexões sobre a sua missão e as suas articulações com os demais segmentos.”

Feitas por um de seus representantes atento às relações contraditórias e complexas do real, as discussões aqui apresentadas dialogam com uma

preocupação comum a todos os subprojetos: repensar o perfil do profissional de engenharia civil, sob os princípios de um outro ideal de sociedade. A luta pelo estabelecimento de novas ordens na relação homem/mulher-natureza, no atual cenário de degradação e exploração dos recursos naturais, integra, em última instância, um dos maiores desafios da sociedade moderna. Assim, ainda segundo aqueles autores (ibidem, p. 6):

> As ações, em Engenharia, conectam-se inteiramente com a existência humana, da mesma maneira que dela dependem. Concordar com esta interdependência é comprometer-se como engenheiro e, principalmente, como docente engenheiro na formação diferenciada dos novos profissionais. É interpretar o ambiente a fim de orientar, nortear e concretizar os planejamentos, os sonhos, os projetos que são solicitados pela coletividade. Essa ação está atrelada à cultura, à evolução do meio cultural e às oportunidades para sua efetivação.

Em continuidade com o debate a respeito dos atributos do profissional de engenharia e da área em si, percebemos que a partir de um dado momento **PFE3** aproxima o conteúdo de sua fala com o universo vivido pelos professores de ciências presentes à reunião, tanto formadores quanto da educação básica, como forma de fazê-los visualizar diferenciadas possibilidades de ação, a partir de seus respectivos saberes disciplinares:

> **2 – PFE3:** *O primeiro item que eu acho importante colocar pra vocês é que ela é uma ciência aplicada, fruto da integração de diversas áreas do conhecimento. Então, não dá para eu trabalhar com a engenharia, falar da engenharia civil, sem dizer pra vocês que a mistura da massa de concreto é fruto da reação de inúmeros materiais, de reações químicas, e isso dá mais ou menos resistência etc. Então, a engenharia trabalha com conteúdos de química, pois direta ou indiretamente eu preciso saber como isso funciona. Eu trabalho com conhecimentos de matemática, trabalho com conhecimentos de física. Na área ambiental, trabalho com conhecimentos da biologia e* [...] *é isso que sustenta. Então, são esses conhecimentos todos associados que geram a possibilidade de aplicação. Depois que agrupamos tudo isso, juntamos tudo isso, promovemos essa modificação. Então, é importante que a gente tenha isso claro.*

Nesse processo coletivo de construção interdisciplinar, tanto dos referidos subprojetos quanto das relações mobilizadas para tal, o esforço de aproximação entre o ensino de ciências e as ciências da engenharia, revelado por esse diálogo de valorização das diferentes disciplinas, representa um importante passo na realização de tal perspectiva, uma vez que cria um canal epistemológico de comunicação entre

essas duas ciências. Segundo Phillipi Jr. (2000, p. 5), “as pesquisas relacionadas com o meio ambiente raramente ultrapassam os limites de uma cultura de disciplinas estanques.” Isto reafirma a importância desse projeto onde, profissionais da área de engenharia, em aproximação com o ensino de ciências, constroem juntos caminhos de investigação que incluam a dimensão epistemológica de cada especialidade.

Nas palavras de **PFE3**, a engenharia configura uma ciência eminentemente interdisciplinar, ao mobilizar diferentes campos disciplinares e contar com situações reais, percebidas no cotidiano das pessoas e que devem, antes de chegar às escolas, ser objetos de investigação por parte de todos os envolvidos nos subprojetos, em momentos como esse de aproximação das áreas.

Para grupos dessa natureza, observamos que as ciências representadas por seus participantes não são apenas uma possível forma de ler o real e suas múltiplas determinações, mas o principal canal de comunicação desses profissionais acerca das problemáticas construídas pelo núcleo. O enfoque epistemológico torna-se, portanto, central em todo o processo, ao valorizar os diferentes tipos de saberes e experiências disciplinares de cada indivíduo.

Apesar disso, é notável observar que a iniciativa de oferecer aos professores da educação básica meios de aproximação de suas disciplinas com as bases da engenharia nem sempre alcançava tais objetivos. Algumas intervenções desses profissionais, por exemplo, buscavam respostas para situações simples do cotidiano de obras de engenharia, pouco alicerçadas por reflexões conceituais mais aprofundadas. Para o professor da educação básica, dispor-se a uma nova leitura da realidade, seja de aspectos específicos da sala de aula ou de seus inúmeros desdobramentos, não foi um exercício fácil.

É certo que os problemas acima apontados não são atribuições exclusivas dos professores do NUPEC. Sabemos que a maioria dos modelos de formação de professores de ciências tem pouco contribuído para alterar concepções anteriores formadas no período escolar ou mesmo em sua passagem pela universidade. Em sala de aula, a prática de muitos professores limita-se ao cumprimento de conteúdos pré-estabelecidos, sem grandes esforços de propor para si e para seus alunos reflexões sobre questões mais amplas da sociedade, à luz do pensamento científico. Tal perspectiva de análise traz implicações importantes para o núcleo, pois

> Dificilmente, um professor ou professora poderá orientar a aprendizagem de seus alunos como uma construção de conhecimentos científicos, isto é, como uma pesquisa, se ele próprio não possui a vivência de uma tarefa investigativa. (CARVALHO, 2006, p. 62).

Para **PFE3** a necessidade de estabelecer um diálogo maior com os professores da educação básica é, a todo o momento, reafirmada em suas comunicações. Por parte dos professores formadores engenheiros, o fato de estarem envolvidos há pouco tempo com os integrantes do NUPEC os impele a criar meios de integração eficientes, não só para "acompanharem" a lógica de funcionamento de um grupo que já existia, como também para garantirem o desenvolvimento do projeto:

> **2 – PFE3:** *Então, a partir daí, nós vamos tentar conversar um pouquinho sobre isso. Quer dizer, onde é que nós estamos, uma vez que este grupo pretende interagir. Falarmos, pelo menos, a mesma linguagem. Tentarmos nos entender. Então, é preciso pensar um pouco mais amplo. E gente, isso é um exercício!*

O apelo à formação de uma nova racionalidade ambiental (LEFF, 2007) compõe boa parte das falas de **PFE3**. Se estabelecermos um paralelo entre as bases epistemológicas e pedagógicas defendidas neste trabalho para o ensino de ciências, com as questões centrais que iluminam o enfrentamento dos problemas ambientais, propostos por esse professor, percebemos alguns correspondentes teóricos em seus princípios. Neste sentido, temos:

> **5 – PF1:** *Eu gostaria de dizer que está sendo muito boa essa interação com a engenharia. Cada vez que vocês vêm aqui, nós morremos de aprender. Agora* [...], *a pergunta é a seguinte? Do jeito que você colocou, que é preciso conhecer a natureza do solo, que são necessárias muitas coisas* [...] *Eu penso mais ou menos como um sinal de conhecimento. Eu preciso conhecer isso, preciso levar em conta isso* [...] *Preciso, fazer aquilo* [...] *E aí, a gente não dá conta de tudo. Vamos lidar com aquilo que a gente dá conta* [...] *Outro dia, por exemplo, PFE2 esteve aqui e disse que qualquer coisa que a gente faça em engenharia vai gerar um impacto. Mesmo que façamos com o maior critério, com maior conhecimento. Mesmo que a gente não comenta as barbaridades que fizeram lá no Mar de Aral. Ou mesmo aqui no Cerrado que, mesmo sendo a nascente de tantas bacias, estão plantando soja. Mas, o que está sendo posto na discussão de educação ambiental, que eu tenho participado* [...] *é que, além de tudo isso, nós precisamos de uma outra racionalidade. E aí, como é que fica? Como é que ficamos? Por que parece que precisamos de uma outra forma de viver.*
> **6 – PFE3:** *Bem, outro dia eu tava comentando que a educação ambiental é uma filosofia de vida. Eu acho que é uma outra forma mesmo. Eu acho que*

> *é uma outra forma de ver a natureza, quais são os valores envolvidos aí. Porque se nós pensarmos na quantidade de materiais que precisamos, da quantidade de recursos que a gente precisa, para atender a nossas necessidades, a nossos desejos, exige mesmo outra forma de pensar. Porque tudo isso que estamos passando é fruto de uma forma de ver o mundo. É uma relação que nós estabelecemos com a natureza e que muitas vezes as pessoas acham que ela tem essa capacidade de se refazer o tempo todo. Então, é mesmo outra forma, é um exercício que a gente precisa fazer.*

O exercício a que se refere **PFE3**, em diálogo permanente com o que discutimos neste trabalho, implica, segundo Morin (2005a), a necessidade de uma verdadeira "reforma do pensamento". O surgimento de novas dimensões no trato das questões ambientais revela a complexidade do ambiente onde nós, seres humanos, não somos apenas agentes em potencial de transformação, mas também por ele transformados.

A produção de novos conhecimentos e a formação de recursos humanos conscientes de tais relações tornaram-se os motores epistêmicos de uma época em que, cada vez mais "temos de olhar para o modo como concebemos a ordem e para nós mesmos olhando para o mundo, isto é, incluir-nos em nossa visão de mundo". (ibidem, p. 197). O reconhecimento, por parte de um professor formador engenheiro, de que qualquer ação promovida pela engenharia sobre o ambiente gera algum tipo de impacto é o indicativo de que as propostas de intervenção que emergirem dos subprojetos nas escolas devem buscar formas de eliminar ou, pelo menos, reduzir os impactos *negativos* de tal interferência.

Em espaços de formação como o NUPEC, alicerçados pela pesquisa, reconhecemos como elemento de inovação o investimento em projetos pedagógicos que despertem em seus integrantes iniciativas conscientes sobre o papel da ciência como construção humana e coletiva, na busca por novas possibilidades de enfrentamento dos problemas que hoje caracterizam as sociedades. Numa perspectiva progressista, torna-se decisiva a necessidade de humanização do conhecimento com o qual os jovens entram em contato na escola (SANTOMÉ, 1998), considerando a ciência como uma dessas possibilidades.

5.2.3 Reunião 13, de 20/10/2007

Nesta seção, analisaremos um dos primeiros encontros promovidos pelo NUPEC em uma das escolas participantes do projeto[21]. Além de grande parte do quadro de professores pertencentes à escola[22], estiveram presentes à reunião alguns integrantes do NUPEC, representando tanto o ensino de ciências quanto a área de engenharia civil (ver Quadro 1, seção 4.1). Essa reunião visava apresentar à escola: o núcleo de pesquisa, alguns de seus participantes e, em linhas gerais, o projeto "O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído". Pela proximidade com o fim do ano letivo, buscava-se, a partir daquele contato, subsidiar a escolha do tema de engenharia a ser desenvolvido na escola pela equipe de professores e pelos alunos, bem como o caminho a ser seguido durante todo o ano seguinte.

Inicialmente, foram apresentados à equipe de professores os princípios teóricos que orientam as ações do NUPEC, bem como um pouco da sua história, da sua trajetória enquanto projeto de extensão da universidade, destacando para todos os presentes seus objetivos e as razões daquele encontro. Em seguida, **PFE1** apresentou a estrutura central do projeto, constituída de: objetivos, justificativa, escolas participantes, metodologia sugerida, resultados esperados etc.

Em ambos os casos, observamos pouca participação dos professores da escola. Praticamente nenhum questionamento a respeito da dinâmica de funcionamento do núcleo ou sugestões de atividades para o desenvolvimento do projeto foram apresentados. Comparado com processos semelhantes desenvolvidos em outras escolas integradas ao NUPEC, o pouco envolvimento dos professores desta escola é um elemento de análise que a diferencia das demais.

Nesse momento, **PFE1** reafirma as intenções principais do projeto, ressaltando que:

---

[21] Esta foi a segunda visita feita pela equipe do NUPEC a essa escola depois do início das discussões sobre o projeto. Para fins de organização das atividades do núcleo, o autor desta investigação (PG1) acompanhou, sistematicamente, apenas os trabalhos dessa escola. Além de contribuir com os debates, a presença de PG1 visava também colher dados e informações relevantes para a realização deste trabalho.

[22] Para que essa reunião contasse com o maior número possível de professores, foi destinado um dos sábados letivos de avaliação, estudo e planejamento normalmente utilizado pela escola em sua dinâmica interna de funcionamento.

> **2 – PFE1:** *Um dos objetivos desse projeto é: vislumbrar oportunidades, a partir da nossa tentativa de inserir esse aluno na engenharia. Dessa forma, é aproximar as engenharias do aluno do ensino médio e mostrar a esse aluno o que é engenharia. É levar esse aluno a se interessar pela ciência das engenharias e não só por elas, mas todas aquelas das ciências naturais e biológicas. Então, esse é o objetivo do projeto e essa é a sua razão de existir. A gente espera, que ao final desses dois anos aqui, o número de alunos que se interesse pela engenharia, pela física, pela química, tenha aumentado. E isso passa necessariamente pelos professores.*

Embora as palavras de **PFE1** explicitem o objetivo maior desse projeto nas escolas e reafirmem a relevância da temática abordada (aspectos já discutidos neste trabalho), alguns trechos sugerem novas perspectivas de análise, ao ressaltar a participação do professor da educação básica nesse processo.

Tendo em vista os objetivos comuns que pautam a elaboração de cada subprojeto, o professor formador engenheiro identifica, no professor de educação básica, um importante agente de transposição entre o que precisa ser planejado e o que pode ser feito. No entanto, em nossa opinião, é preciso que não se projete sobre esse professor a responsabilidade pela execução e êxito do projeto.

É certo de que o NUPEC, ao propor uma dinâmica inovadora de trabalho, pautada por princípios que visam aproximar os jovens da ciência e da engenharia, a partir da melhoria do ensino de ciências, espera envolver toda a comunidade escolar nesse processo. Porém, tal perspectiva apenas alcançará êxito se o professor, envolvido em toda essa dinâmica, vislumbrar em seu trabalho o sentido demandado pela nova proposta.

Para que esse professor integre em seus planejamentos futuros, novos conhecimentos de engenharia, adquiridos durante os momentos de estudo coletivo com os professores engenheiros, é preciso, mais que domínio técnico dos elementos dessa ciência. Para o professor da educação básica, a elaboração de novas metodologias de trabalho para suas disciplinas, a partir de um enfoque epistemológico e pedagógico das engenharias, não é um exercício fácil. Como “toda escola atua ideologicamente através do currículo” (SILVA, 2007, p. 31), é necessário que a própria comunidade escolar conscientize-se desse papel, refletindo sobre os princípios e o modelo de ensino que visa promover.

Em continuidade aos propósitos iniciais de investigação deste trabalho e que motivaram a criação desta segunda categoria de análise, é preciso que sejam reconhecidas as dificuldades de se estabelecer, nesse espaço escolar, perspectivas

de análise sob o enfoque epistemológico da interdisciplinaridade a partir da aproximação entre os profissionais da engenharia civil e do ensino de ciências. Sobre isso, algumas considerações podem ser tecidas.

Diferentemente das outras três escolas públicas e do CEFET–GO, o professor de ciências dessa escola vinculado ao NUPEC apresentava pouca experiência com os caminhos da pesquisa no ensino de ciências. Nas demais escolas, apesar de todas as dificuldades que acompanharam a execução dos subprojetos, as discussões avançavam mais e certas iniciativas sinalizavam os primeiros resultados previstos pelo projeto principal, como a definição dos temas de engenharia a ser desenvolvidos pelas escolas e a elaboração conjunta dos subprojetos.

Como já referido anteriormente, o autor desta investigação (**PG1**) acompanhou, por meio de relatos feitos durante as reuniões do NUPEC, o andamento dos trabalhos das outras escolas envolvidas. Desse processo, conclui-se que, as atividades conduzidas diretamente pelos professores de ciências participantes do NUPEC, que há mais tempo dedicam-se à pesquisa em ensino de ciências e às reflexões conceituais promovidas pelo núcleo em seus encontros, conseguiram mobilizar de forma mais acentuada suas respectivas comunidades escolares.

Especificamente na escola analisada, percebíamos que os professores em sua maioria pouco contribuíam com os debates, em especial com aqueles relacionados à natureza epistemológica, tanto do ensino de ciências, quanto da área de engenharia civil. Nesse sentido, o viés epistemológico ou mesmo pedagógico de construção interdisciplinar, na dinâmica de aproximação entre essas áreas, pouco emergiu do âmbito geral das discussões.

Ao mesmo tempo, observamos também que, em virtude da relevância social do tema proposto para estudo nas escolas, as discussões conseguiam envolver de início, não apenas os professores de ciências, mas de todas as áreas do conhecimento. Muitas vezes, as atividades eram propostas por professores de história, de língua portuguesa, de artes ou de espanhol. E isso, de certa forma, apresentou-se como um elemento novo dentro das intenções inicialmente traçadas pela equipe do NUPEC.

Prosseguindo a análise, destacamos, em outro momento da reunião, uma seqüência de diálogos realizados acerca dos perfis profissionais que geralmente constituem a mão-de-obra empregada nos canteiros de obras de engenharia:

> **28 – PFE1:** *Eu não fiz a conta, mas pelos dados aqui, a gente percebe que quase 10% do PIB do Brasil passa pela engenharia civil. Muito dinheiro é empregado com salários. Mas o salário médio do trabalhador da construção civil ainda é um salário baixo. É um setor que emprega muita mão-de-obra, mas temos aí muitos problemas. Eu estou aqui com alguns dados de uma pesquisa mundial sobre a construção civil. Esses são alguns dados de 1998 e mostram que o nosso profissional da engenharia civil é predominantemente do sexo masculino, de procedência rural, analfabeto, desqualificado profissionalmente, baixa escolarização e tem precárias condições de trabalho. Essa é a nossa mão-de-obra da construção civil. Aquele profissional que está trabalhando nas obras todos os dias. Nas obras 55% são serventes, 22% são pedreiros, 13% são ferreiros e 7% são carpinteiros.*
> **29 – PM11:** *Existe aí um grande problema, pois o nosso aluno do ensino médio que optar pelo curso tem apenas essa visão. Eles não sabem qual o papel da engenharia civil. Muitas vezes, eles podem até trabalhar com isso, mas não sabem o que é.*
> **30 – PFE1:** *Sim. A gente sabe que essa situação aqui tem que mudar. Ainda segundo os dados, apenas 2% tem o nível secundário completo! Tem que mudar, porque se não, nossas obras não vão ter qualidade, se esse profissional não for qualificado. Então, eu acho que primeiro, eles têm que ter uma qualificação com o ensino médio e depois uma qualificação profissionalizante. O cara que for assentar o primeiro tijolo na minha obra não pode ser um cara que não saiba nem ler nem escrever. Ele tem que ter, pelo menos, o ensino médio. E depois um curso profissionalizante no SESI ou no SENAI pra poder ser pedreiro da construção civil. Então, a gente tem que fazer isso para melhorar a qualidade da construção civil. Agora, isso não muda porque o ramo da construção já tem uma imagem aceita de que ele deve receber apenas pessoas sem qualificação. Por isso ainda não mudou.*
> **31 – PM11:** *E o que fazer para mudar?*
> **32 – PFE1:** *Algumas coisas precisam evoluir. Nós, enquanto sociedade, não exigimos qualidade do nosso profissional. Muitas construtoras ensinam o profissional no canteiro de obras. Ou seja, fazem da obra uma escola. Em vez de pagar apenas cursos para esses profissionais, os empresários deveriam investir também na escolarização dessas pessoas. Vou dar um exemplo. Qualquer um de nós que vá fazer qualquer reparo em casa. Aí, eu vou e chamo o encanador pra arrumar lá. E aí, quem de nós está preocupado se ele tem algum curso no SESI ou no SENAI? Quem de nós está preocupado se ele tem algum curso profissionalizante? Aí, vem outro problema: se ele tiver curso profissionalizante, ele vai cobrar mais, porque tem a qualificação necessária. Será que nós queremos pagar mais caro por ele?*
> **33 – PF1:** *Isso é uma discussão que nós precisamos fazer. Porque, realmente, uma pessoa qualificada* [...] *Bom, não precisa ser um engenheiro. Uma pessoa que fez um curso técnico cobra mais mesmo. E ele vai cobrar sim mais caro, mas o trabalho dele vai durar mais.*
> **34 – PM12:** *Eu acho que o grande desafio é juntar a questão da qualificação profissional, com a questão salarial e com a qualidade do trabalho. Por que a idéia que se tem do trabalhador da construção civil é questão da exploração, da falta de condições* [...] *E é um trabalho muito pesado mesmo.*

> **35 – PM11:** *Eu mesma tenho alunos que são menores de idade e trabalham na construção civil. Quer dizer, eles às vezes deixam de vir para a escola para ir trabalhar.*

Como é possível observar, a dimensão de engenharia levantada por **PFE1** contou com uma participação ativa dos demais presentes à reunião. Fazer uma leitura da dimensão social da área de engenharia civil, por mais que não seja um exercício diário dos professores dessa escola, torna-se possível a partir do momento que alguns de seus desdobramentos (como a constatação de que ambos os setores, escola e construção civil podem ter público em comum) tornam-se um meio de aproximação entre as áreas.

Os números apresentados por **PFE1** revelam um problema cristalizado no seio da sociedade capitalista. Como já referido anteriormente (ver seção 3.2.1.2.1), é preciso que se priorize um modelo de formação que una a profundidade do trabalho intelectual, com as exigências do trabalho manual.

Inserida num contexto de estreita relação com as questões maiores da contraditória dinâmica social, a escola, por meio desse conjunto de provocações trazidas pelo NUPEC, abre-se a um debate que, provavelmente, não faria sozinha. A realidade apresentada em números, acerca do perfil dos profissionais de engenharia civil, coloca para o grupo a importância de serem estabelecidos caminhos efetivos de execução dos subprojetos alicerçados pelo aprofundamento das bases científicas, em diálogo permanente com esse todo complexo. Como sabemos, "o mercado nunca foi tão exigente em termos de formação humana, nunca." (ARROYO, 2002, p. 276).

Nas palavras de **PFE1** (turno 30), o problema da desqualificação técnica e científica dos profissionais de engenharia civil encontra meios de solução a partir de um modelo controverso de formação bastante conhecido em nosso país, que sempre priorizou a regulamentação de "formas fragmentadas e aligeiradas de educação profissional em função das alegadas necessidades do mercado" (FRIGOTTO *et al.,* 2005, p. 25). Por outro lado, o viés de análise trazido por **PM12** (turno 34), indica exatamente o contrário: é preciso oferecer ao trabalhador da engenharia uma formação que permita o diálogo entre ciência, cultura e trabalho.

Comentava-se anteriormente que a visão propedêutica conferida à escola segmenta a educação, pois determina como parâmetros os setores produtivos e as

profissões, prevendo um tipo de formação para a universidade e outro para a formação profissional e tecnológica.

Assim, diante de todos os aspectos observados, argumentamos em favor da valorização, pelos participantes do NUPEC, da dimensão social da engenharia no corpo dos debates que pretendem viabilizar o andamento do projeto. No caso da escola analisada, esta dimensão foi apontada como um importante tema de debate pelo grupo e isso, mais do que nunca, pode integrar o conjunto das decisões a serem tomadas naquele espaço. No caminho de reconhecimento do caráter complexo da realidade, “será difícil avançar na resolução de um problema ou de um tópico se antes não são esclarecidas as informações, perspectivas, posições etc., daqueles que estão fazendo o trabalho” (SANTOMÉ, 1998, p. 65).

5.3 CATEGORIA III

5.3.1 Reunião 15, de 23/11/2007

Para a reunião que ora analisamos, definiu-se como objetivo principal submeter procedimentos e métodos programados para o ano de 2007 pela equipe do NUPEC, no caminho de discussão e elaboração dos subprojetos pelas escolas. Para este encontro, foi utilizada como referência a mesma pauta definida para outra reunião do núcleo (precisamente, agosto de 2007), momento em que foram definidos os procedimentos e métodos anteriormente citados. No transcorrer de nossa análise, os principais temas discutidos pelos participantes serão citados neste trabalho.

O primeiro tópico levantado referia-se às dificuldades de utilização da plataforma *moodle* pelos professores do NUPEC. À época de sua implantação, esse recurso foi apontado como um facilitador na comunicação do grupo, já que suas reuniões aconteciam com intervalos de quinze dias ou mais. No início desse mesmo semestre, foi destinado um encontro para a capacitação e cadastro dos professores junto à plataforma, acompanhado de discussões conceituais acerca de tecnologias educacionais (ver Quadro 1, reunião 7). Nas semanas seguintes, foram criados fóruns de discussão por meio da plataforma *moodle*, abordando temas debatidos pelo grupo, bem como disponibilizados textos e outras produções referentes ao projeto. Nesse contexto, os diálogos que se seguem avaliam a não-adaptação dos professores do NUPEC ao uso da plataforma e apontam as possíveis causas desse resultado:

> **14 – PF1:** *E o moodle? Por que a gente não usou o moodle? Porque tivemos uma reunião em que todo mundo aprendeu como lidar com aquilo e a gente não usou o moodle para discutir. Poucas pessoas entraram. E era um grande instrumento.*
> **15 – PF7:** *E continua sendo* [...]
> **16 – PF6:** *Talvez também, como a gente discute muito as coisas aqui, talvez não surgiu a necessidade. Talvez num grupo menor, talvez funcionasse melhor, e não como um todo. Eu também sou meio velha pra isso. Talvez para os mais novos, né.*
> **18 – PM3:** *Eu mesma. Tentei entrar no moodle, fazer uma senha, não consegui e desisti.*
> **19 – PF8:** *Então. Tem que ter uma pessoa que domina e que tenha um horário pra fazer funcionar. Aí, à medida que os outros vão aprendendo, aí*

> *vai ficando mais fácil e não precisa recorrer a ele. Mas quando dá um problema mais complicado. E agora? Como fazer?*
> **30 – PF1:** *Talvez quando o projeto tiver andando mesmo lá nas escolas, talvez a gente utilize mais.*

O uso de ambientes virtuais pelos professores do NUPEC constituía uma das primeiras ações previstas pelo projeto. Apesar de pouco utilizado como canal efetivo de discussões, a equipe avaliou que o recurso eletrônico deveria ser mantido e que novas propostas seriam feitas para o seu aprimoramento. Sobre as dificuldades apresentadas, **PFE1** lembra o grupo que:

> **35 – PFE1:** [...] *É preciso pensar melhor sobre isso, porque uma das idéias desse projeto é criar esse ambiente virtual para integrar as escolas. Se a gente não consegue integrar aqui, que é um grupo pequeno* [...] *É preciso a gente pensar como integrar um grupo pequeno, para depois a gente pensar em integrar cinco escolas.*

Na fala de **PFE1**, identificamos certa preocupação com uma das etapas de operacionalização do projeto, mas que representa, segundo a própria dinâmica de avaliação da proposta, a iniciativa de contrapor o que fora planejado com o que efetivamente aconteceu. Sobre isto, nas várias etapas de desenvolvimento do projeto, os professores formadores engenheiros demonstraram, em sua maioria, maior rigidez no cumprimento das atividades previstas inicialmente pelo núcleo.

Entendemos que a utilização do recurso citado não deva necessariamente ser incorporada às ações do NUPEC, apenas por estar prevista no planejamento inicial do projeto. Por outro lado, percebemos também que seu uso somente será efetivado se a equipe de professores se dispuser a tal atividade. É importante dizer que, no pouco tempo de manutenção dos fóruns de discussão na plataforma *moodle*, apenas professores formadores manifestavam opiniões referentes ao projeto.

Nesse período, nenhum professor da educação básica contribuiu com os debates, embora todos estivessem cadastrados. É provável que, mesmo que o grupo contasse com uma pessoa mais experiente (como sugeriu **PF8**) para auxiliar os demais professores em suas dificuldades de operar a plataforma, a iniciativa de acesso e de participação ativa desses profissionais não alteraria. Em nosso entendimento, a resistência dos professores da educação básica em contribuir com as discussões propostas nos fóruns sinaliza para as dificuldades deste grupo, já

apontadas por este trabalho, de estabelecer reflexões conceituais mais aprofundadas. É certo de que tais dificuldades estão carregadas de significados, muitas vezes ligados à insegurança quanto a própria formação, às hierarquias estabelecidas no grupo, bem como ao viés inovador sugerido por este trabalho, que propõe formas alternativas de percepção da realidade.

Como afirma **PFE1** (turno 35), o grupo necessita redefinir os caminhos propostos de aproximação pois, se entre os próprios integrantes do NUPEC algumas dificuldades persistem nesse sentido, certamente será muito mais trabalhoso mobilizar outros profissionais que não dominam as mesmas bases conceituais sobre o projeto. Segundo Santomé (1998, p. 80), "a interdisciplinaridade pode e também deve servir como estratégia para uma maior fluência entre o trabalho teórico e o prático". Esse momento oportunizado pelo núcleo, de retomada objetiva de estratégias e procedimentos, contribui de forma substancial com o processo auto-reflexivo de seus integrantes, seja no âmbito da ação coletiva ou individual. O esforço demandado na compreensão da realidade como ela se apresenta é o primeiro passo para a visualização de novas possibilidades.

Outro ponto debatido nessa reunião referia-se ao método de trabalho do NUPEC. As perguntas motivadoras foram: i) A escolha de reuniões com discussões teóricas seguidas das discussões sobre escola por escola, foi uma boa escolha? ii) As discussões contribuíram para os trabalhos? iii) Há outros temas que podem ser discutidos?

A esse respeito, temos que:

> **41 – PF2:** *Eu não achei que teve assim* [...] *grandes problemas. Eu gostei muito da forma como foi dirigida. Eu senti mais falta de alguns direcionamentos da engenharia. De a gente entender mais algumas coisas de engenharia. Eu gostei muito da fala de PFE1 lá na escola* [...] *Eu acho que poderíamos incluir mais coisas da engenharia. Eu me senti mais incluído, com uma capacidade maior de enxergar algumas coisas, depois daquela fala dele. Eu acho que poderíamos mesclar um pouco mais também. Discutir alguns tópicos de engenharia com da educação também. Na maioria das vezes aqui falamos mais das questões da educação.*
> **44 – PM3:** [...] *Para o nosso trabalho, ajudou bastante o tema que PFE3 apresentou, que foi a questão do meio ambiente, da compostagem. Isso ajudou bastante a gente. Agora eu acho que todas as discussões ajudam, de uma forma ou de outra. Muitas vezes não ajuda diretamente no projeto, mas com o que a gente faz na escola. Para a nossa formação também.*
> **53 – PM4:** *Eu pensei que no próximo ano poderíamos fazer uma discussão sobre currículo. Como construir um currículo na escola. Porque os professores vão ter que fazer seus planejamentos e vão ter que modificar o*

> *currículo que eles estão acostumados a utilizar. Eu acho que tem que ter essa discussão.*

O aspecto abordado por **PF2** enfatiza a importância das contribuições disciplinares nos processos de aproximação interdisciplinar. Como sabemos, a especialização, sozinha, não abarca a realidade complexa. O reconhecimento desse professor formador, de que a apropriação conceitual de elementos da engenharia civil é fundamental para o entendimento do seu próprio trabalho, enquanto especialista do ensino ciências, sinaliza uma importante contribuição dessa aproximação. Novos conhecimentos, portanto, são produzidos e reconstruídos nas interações sociais. Assim como Demo (2001, p. 143), destacamos que:

> Para que os especialistas consigam dialogar, no sentido preciso de aprenderem uns dos outros e poderem colaborar reconstrutivamente, carecem retocar decisivamente sua formação especializada, desde a internalização do compromisso de abertura para uma realidade sempre maior e mais complexa do que o recorte pesquisado, até o estudo sempre renovado de metodologias comuns e de temas que forcem o trabalho em equipe.

Para **PM4**, novas perspectivas de compreensão do projeto, a partir do estudo sistematizado das teorias do currículo pelos professores de sua escola, são postas para o núcleo. Para essa professora, que já teve a oportunidade de desenvolver outros projetos em parceria com o NUPEC, com formação em mestrado na área de ensino de ciências e responsável pelo andamento do projeto em uma das escolas, o aporte oferecido aos seus colegas de trabalho, por meio de reflexões teóricas consistentes, é uma importante contribuição na formação profissional dos professores de nível médio.

Nesse sentido, outro ponto trazido pelos professores em suas avaliações referia-se à dinâmica de aproximação universidade/escola. Esta prática, que constitui uma das idéias principais da filosofia de criação do NUPEC, e reforçada pelas demandas do projeto, foi trazida pelo professor de uma das escolas envolvidas:

> **66 – PM13:** *Todas as vezes que nós recebemos os professores da UFG, como PF2 e PFE3, quando vão lá, a gente vê na escola que o respaldo é maior por parte dos outros professores. Os professores da escola acreditam mais no projeto e é conseguido passar melhor a idéia do projeto pra eles. É*

> *tanto que na nossa escola, começamos com dois, já são cinco* [...] *Estamos caminhando e pegando professores do ensino fundamental* [...] *Isso por quê? Porque a cada quinze dias, PFE3 e PF2 estão lá fazendo a reunião. Pra mim, isso é o importante.*
> **69 – PF2:** *Isso o que você está falando, eu concordo. Sabe por quê? Eu me lembro que quando fomos à escola de PM1, eu, PF1 e PE1, houve depois um grande ânimo depois daquela reunião, não foi?*

Como é possível observar, o *status* atribuído por **PM13** à universidade, enquanto instituição responsável pela produção e socialização do saber sistematizado, contribui para um processo de auto-afirmação da própria escola. Entendemos que essa concepção não representa a opinião da maioria dos professores da educação básica acerca das contribuições que a universidade costuma oferecer ao trabalho docente. Assim, o modelo de formação profissional defendido pelo NUPEC, balizado por sua natureza assimétrica e interdisciplinar, é reafirmado pelo reconhecimento da potencialidade do trabalho dos seus diferentes grupos de sujeitos, na dinâmica de apropriação coletiva de níveis ressignificados de consciência dessa realidade.

Certos diálogos travados pelos participantes da reunião revelam, de certa forma, "o caminho das pedras" encontrado pelos especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil, no conjunto das relações estabelecidas pelo núcleo:

> **83 – PF1:** *E na escola de engenharia? Voltando ao ponto que PFE1 colocou, sobre reuniões na escola de engenharia* [...] *Eu concordo com isso.*
> **84 – Todos:** *Eu também.*
> **85 – PFE1:** *Isso também faz com que eles* [demais professores formadores engenheiros] *se interajam com o NUPEC. E a melhor forma é indo lá. Isso faz com que haja mais participação no NUPEC.*

A observação feita por **PFE1** sugere que falta uma mobilização ainda maior por parte dos professores engenheiros, no que diz respeito à efetivação das atividades previstas pelo projeto. Na opinião desse professor, a realização de algumas reuniões do NUPEC nas dependências da Escola de Engenharia Civil da UFG é uma maneira de envolver mais especialistas dessa área, uma vez que, até aquele momento, poucos profissionais têm participado das discussões feitas pelo núcleo. Como vemos, essa dinâmica de aproximação interdisciplinar revela inúmeras dificuldades, de forma que o menor envolvimento dos professores formadores da

área de engenharia traz importantes implicações de natureza epistemológica e pedagógica para o conjunto das ações.

Em certo momento da reunião, cada professor de educação básica, responsável direto pelo projeto na escola, foi convidado a fazer um breve relato sobre o andamento das atividades previstas por essas instituições. Algumas questões motivadoras orientaram a avaliação: i) As estratégias de apresentação do projeto para as escolas estão adequadas? ii) Os temas de trabalho para cada escola já estão definidos? iii) O que fazer enquanto o dinheiro não é liberado pelo governo? iv) Passada a definição dos temas, como fazê-los permear o currículo das escolas? v) A idéia de deixar um professor da Escola de Engenharia responsável por cada escola é adequada?

Sobre isso, os professores afirmam:

> **119 – PM1:** *Antes de falar sobre a definição do tema lá na minha escola* [...] *Bom, quando PFE1 fala sobre a idéia de deixar um professor da Escola de Engenharia responsável por cada escola, eu acho que sim. Por exemplo, aquela primeira parte, aquele primeiro estágio, foi a apresentação do projeto, da idéia, não é. Foi quando PFE1 foi lá na escola. Agora, vão surgir outras necessidades. Por exemplo, a questão ambiental com PFE3* [...] *Mais a parte de estruturas, definir um pouco mais, de acordo com o que a gente quer falar. Então, eu acho que é interessante sim, um professor pra cada escola.*
> **120 – PFE1:** *Isso já muda um pouco a idéia inicial. Nós não tínhamos a idéia de que deveria haver um professor específico pra cada escola. Depois que a gente viu que talvez fosse interessante colocar um professor em cada escola. Aí a gente vê se realmente precisa ou não* [...]
> **121 – PF1:** *Sim. Outro dia PF2 reclamou que deveria haver alguém da engenharia. Ele até disse: "eu estou sentindo falta do pessoal da engenharia. Eles têm que ir mais às escolas!".*
> **122 – PF2:** *Eu acho que melhorou demais. Depois da presença de PFE3, já que eu tenho mais contato com ela* [...] *Eu acho que deu um novo direcionamento.*
> **123 – PM2:** *Sim, um novo direcionamento* [...]
> **124 – PF2:** *Porque não serve só a gente saber o que a gente sabe em termos de educação. É preciso também o engenheiro ali. Eles têm uma visão mais pragmática, mais objetiva* [...] *Então, é muito interessante!*
> **125 – PM2:** *Eu concordo com o que foi dito. Eu acho que foi extremamente interessante. Depois da presença de PFE3, eu percebo que algumas idéias que nós tínhamos anteriormente, dialogando com a visão dela de engenharia, nos fez repensar algumas ações. De repente, nós queríamos fazer um coletor de água* [...] *Aí, dentro da visão dela, com a parte da engenharia, nos fez repensar. Por exemplo, sobre economia de água, ela nos disse: "se vocês querem economizar água, é preciso pensar em quem mais utiliza essa água. Quem trabalha diretamente com água na escola? Não são as meninas da limpeza? Então, vamos englobá-las também dentro das ações do projeto"! Aí, PM13 convidou e começou a trazê-las. Então, as reuniões passaram a englobar desde os professores até as meninas da limpeza. Isso começou a existir a partir de que momento? A partir da aproximação de PFE3.*

> **126 – PM13:** *Então, assim* [...] *Nós tínhamos a intenção inicial de colocar um coletor, não é?*
> **127 – PF1***: Sim.*
> **128 – PM13:** *Aí, PFE3 destacou os principais pontos: "onde estão os principais desperdícios de água na escola? Vocês querem economizar água, mas são os primeiros a desperdiçar!". Então, primeiro, disse ela, vamos começar por esses pontos. E isso deu ânimo pra nós começarmos a levantar outros pontos do trabalho e o projeto poder seguir.*

Diferentemente do que havia sido previsto pela versão original do projeto, a presença de um professor formador engenheiro por escola revelou-se como uma necessidade emergente, percebida tanto pelos professores da educação básica quanto pelos professores formadores da área de ensino de ciências. Segundo as manifestações de **PM1** e **PF2**, a presença dos professores engenheiros nas escolas contribuiu para o redirecionamento das ações do projeto, sinalizando, em consonância com a filosofia do NUPEC, a importância de contextos interativos como esses na ressignificação da leitura da realidade. Mais do que nunca, percebemos que a dinâmica de grupo interdisciplinar "produz estímulos para o avanço do conhecimento inclusive dentro de cada disciplina" (LEFF, 2007, p. 98).

No exemplo citado (turno 125), observamos que a intenção inicial dos professores da escola era construir um coletor para armazenamento de água da chuva. A idéia, portanto, previa sua utilização em serviços cotidianos da escola, que não demandassem o uso direto de água potável. Na concepção desses professores, uma vez identificadas possibilidades viáveis de intervenção para os problemas apontados pela escola, como a construção do coletor de água, cabia ao projeto apenas prever o planejamento das ações necessárias a esse fim. No entanto, a partir do olhar do professor formador engenheiro, outras medidas precisam acompanhar a simples construção do dispositivo, a começar pelo trabalho junto às pessoas que fazem uso constante desse recurso. Na visão de **PFE3**, a complexidade do saber ambiental pressupõe o abandono da maneira linear e fragmentada de conceber a causalidade das coisas.

Nesse sentido, é possível afirmar que os questionamentos trazidos pelo especialista da engenharia, sobre o tema demandado para estudo por essa comunidade escolar, conformam novas formas de intervenção sobre o ambiente pelos professores da escola.

A esse respeito, os diálogos que se seguem apontam outras dimensões dessa aproximação:

> **129 – PF2:** *Tem um ponto que não há o que discutir. E aí, com a convivência, a gente acaba comparando* [...] *O engenheiro é mesmo mais pragmático e objetivo! E isso ajuda demais. Não tem jeito: a gente não é pragmático nem objetivo. A gente tenta, mas não é. Por exemplo, quando a gente começa a trabalhar* [...], *como eu comecei a trabalhar com PFE3, a gente vê que não é mesmo, não. A gente até tenta* [...] *Mas é diferente. Deve estar na formação. Faz parte da formação.*
> **130 – PF1:** *Mas a gente precisa tentar. A gente precisa dialogar.*
> **131 – PF2:** *É por isso que eu acho importante. Eu mesmo melhorei muito a minha visão em relação a algumas coisas, depois de todas essas discussões. Bom, eu acredito que até ela também* [PFE3] *passou a enxergar coisas que antes ela não via.*
> **139 – PFE3:** *Mas é muito rica essa aproximação. Eu percebi lá na escola de PM2, todas as dificuldades que a gente encontra numa escola. E o pessoal tem uma energia, uma vontade, uma criatividade* [...] *E eles criam naquele espaço, de um jeito, do outro* [...] *Lá, eles já estão planejando o programa de 2008, para inserir um tema. Então, é algo assim que satisfaz. É uma coisa boa, não é! Então, isso é docência. A arte de ensinar, a arte de trocar. E eu acho que eu nem atuei muito no ramo da engenharia, mas muito mais no foco ambiental. Em certo momento lá eu percebi uma torneira pingando* [...] *Daí eu perguntei: como economizar e continuar gastando? Por exemplo, eu vim aqui para a reunião e as pautas estão em cada folha de papel, sendo que poderiam estar na mesma folha* [...] *Então, isso é o exercício que a gente fala pra eles dos 3 "R". Na verdade, não é bem engenharia. Muitas vezes a gente precisa pontuar algumas coisas, para depois a gente trocar. E ao final das reuniões na escola a gente fica nutrido, pensando em como será minha aula, como eu vou preparar* [...] *Como serão as visitas, o que vão observar* [...] *Então, é uma troca muito boa, muito gostosa.*

Reconhecemos que a mudança identificada por **PF2**, na sua maneira de lidar com determinados aspectos da realidade, parte de uma visão mais pragmática do cotidiano, muitas vezes necessária. Segundo esse professor, sua aproximação com o profissional da engenharia trouxe novos elementos de apreensão do real, indicando os aspectos positivos de posturas mais objetivas e pragmáticas na leitura de tais contextos. No caso da elaboração dos subprojetos pelas escolas, muitos problemas relacionados aos temas estudados emergirão e as medidas a serem tomadas demandarão conhecimentos construídos no plano da experiência docente, tanto do ensino de ciências quanto da engenharia civil. O plano da experiência do professor formador foi alterado no movimento de aproximação analisado. E isso precisa ser valorizado.

Finalmente, identificamos a mesma perspectiva de análise na fala de **PFE3**, na transposição feita por esse professor engenheiro de elementos da outra especialidade para a sua. Aqui também são manifestadas algumas contribuições da dinâmica de interações entre diferentes especialistas. Todo esse processo está ajudando esse professor formador a rever sua prática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo analisado no presente trabalho está diretamente ligado ao panorama educacional brasileiro deste início de século, em especial, ao momento registrado de atual crise do ensino de ciências (CACHAPUZ *et al*, 2005a). Dada a reconhecida importância dispensada à criação de grupos constituídos por diferentes especialidades, no esforço coletivo de enfrentamento de problemáticas comuns a setores distintos da sociedade, objetivamos investigar a construção de tais relações no âmbito de um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências – NUPEC – UFG, em seu trabalho de promoção da ciência das engenharias em cinco escolas públicas de nível médio. Subsidiados por compreensões ampliadas acerca da natureza epistemológica complexa da interdisciplinaridade no ensino de ciências e por perspectivas teóricas que discorrem sobre os desafios impostos pelo caráter complexo e impreciso da realidade (MORIN, 2005a, 2005b), teceremos, desse contexto, algumas considerações.

De início torna-se imperativo contrapor o senso comum e perceber que, para que haja interdisciplinaridade, é preciso que se assegure a existência das disciplinas (SANTOMÉ, 1998). Na ocasião de serem definidos os caminhos de discussão e elaboração do projeto citado pelas escolas, a dinâmica de reuniões promovidas pelo NUPEC, analisada neste trabalho, aponta para a importância do estabelecimento de estruturas disciplinares mínimas que permitam lugares de pesquisa interdisciplinar (FOLLARI, 2001). A articulação de saberes plurais promovida pelo núcleo possibilitou, além da valorização de cada procedimento (pontos de vista e conhecimentos historicamente construídos pelos diferentes especialistas), a identificação de novos problemas à luz desses mesmos saberes compreendidos e reconstruídos nas interações.

Identificamos nesta investigação que não há uma receita pronta para o exercício da interdisciplinaridade. Nesses termos, não se faz interdisciplinaridade de cima para baixo nem de baixo para cima, logo, a negociação é central em todo o processo. Assim, argumentamos sobre a importância de que outros esforços sejam demandados pelo grupo, como a construção crítica de instrumentais conceituais, operacionais e institucionais acerca do tema pesquisado. Embora bastante abordado pela literatura (FAZENDA, 1979; SANTOMÉ, 1998), o estudo classificatório dos

diferentes níveis de interdisciplinaridade, seja *multi*, *pluri* ou *trans*disciplinaridade, a partir da dimensão etimológica dos termos, pelos participantes do NUPEC em suas reuniões de estudo, pouco contribuiu com o trabalho efetivo dos professores. Ao contrário, tal abordagem gerou no grupo maior insegurança acerca do trabalho a ser desenvolvido, de modo a tornar esses profissionais "vigilantes" ao que o marco teórico previa, e não à visualização de questões mais amplas acerca do projeto. O conceito, portanto, precisa ser construído.

Em consonância com a literatura existente (SANTOMÉ, 1998), verificamos, pelos diálogos dos professores do núcleo, que a noção de interdisciplinaridade está longe de qualquer consenso. As discussões realizadas mostraram fortemente a polêmica dessa proposição. Dos diferentes lugares de onde se fala, percebemos noções diferenciadas ligadas, sobretudo, às dimensões epistemológica e pedagógica da interdisciplinaridade. Nesse caminho, é interessante perceber como cada especialista busca para sua área de domínio as supostas explicações para diferentes questões. Mesmo entre os professores formadores que compõem este núcleo, as visões sobre o trabalho interdisciplinar no ensino de ciências não estão suficientemente elaboradas.

Para os professores da educação básica, a noção de interdisciplinaridade está diretamente relacionada à aplicabilidade desse conhecimento na resolução de problemas relacionados ao ensino, evidenciando, principalmente, a dimensão pedagógica do termo. Nos professores formadores, reconhecemos, principalmente, compreensões ligadas ao viés epistemológico do papel da interdisciplinaridade. Para os alunos de graduação e mestrado (professores em potencial), as duas abordagens perfazem a maioria dos seus discursos.

Nosso trabalho aponta para o fato de que, falas puramente pedagógicas, manifestadas em grande parte pelos professores do ensino médio, fragilizam ações inovadoras, no que concerne à ausência de reflexões teórico-conceituais consistentes. Com efeito, a ação pedagógica também precisa ser epistemológica e política. Assim como Leff (2007), observamos que a falta de bases epistemológicas seguras, na dinâmica de articulação entre as ciências (leia-se, disciplinas), compromete a materialidade dos viéses científicos e ideológicos dos discursos, reproduzidos em tais aproximações.

Dentre as razões que justificam a atual aproximação entre os especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil no âmbito das atividades desenvolvidas pelo NUPEC, reconhecemos a importância de serem considerados os aspectos históricos e políticos desse processo. Assim, sinalizamos que no horizonte de perspectivas assumidas por equipes de trabalho dessa natureza, as ações não se resumem à vontade restritamente subjetiva dos seus participantes ou a projetos de parceria, no sentido apontado por Fazenda (1979), visto que:

> Abdicar da percepção histórica significa conceber o conhecimento como um estranho "sopão epistemológico e metodológico", no qual se confundiriam o objeto – como algo secundário – e o sujeito – como mera soma de indivíduos aleatoriamente distribuídos nas diversas ciências e/ou disciplinas. (JANTSCH; BIANCHETTI, 2001a, p. 17).

No caso do projeto desenvolvido pelo núcleo, é imperativo que se coloque em discussão as implicações de tal iniciativa, de modo que sejam vislumbrados novos contornos sobre a histórica dependência científica e tecnológica do Brasil, para além das funções que atendam à aligeirada lógica do capital humano.

Esta investigação registra que, em diferentes momentos das reuniões analisadas, a opção teórico-metodológica de interação entre os professores formadores engenheiros e os especialistas do ensino de ciências do NUPEC, a partir do enfoque epistemológico das diferentes ciências demandadas, ao mesmo que serviu como meio efetivo de comunicação entre esses profissionais, revelou-se como limite para novos diálogos. Se, para o movimento recíproco entre uma especialidade e outra, o diálogo se deu exatamente pela valorização de conceitos e métodos individual e historicamente construídos por seus representantes, por outro lado, não foi possível corresponder às expectativas de uma maior profundidade nas reflexões teórico-conceituais, especialmente relacionados aos professores do ensino médio. Neste caso, localizamos os limites impostos pela redução de todo o saber docente a sua dimensão prática. Como Pimenta (2006), entendemos que o saber docente também é constituído pelas teorias educacionais. A experiência do NUPEC mostra e o projeto analisado corrobora a necessidade premente de que a formação continuada de professores seja permanente.

O empreendimento intelectual demandado no estabelecimento das bases epistemológicas de um projeto de natureza interdisciplinar contribui não apenas para tornar possível o diálogo entre seus especialistas. A aproximação que possibilita o conhecimento sistematizado das relações estabelecidas em um presente de inúmeras indagações define os contornos de um futuro com reflexos bem definidos dessas construções.

A investigação realizada sobre o diálogo de uma especialidade com outra e de uma especialidade com ela mesma apontou para o surgimento de perguntas que visavam não apenas vislumbrar o potencial dos conhecimentos dessas ciências, mas, conjuntamente, a redefinição de problemas que não emergiriam do desenvolvimento interno do saber disciplinar (Leff, 2007).

A análise de determinada problemática dentro de uma perspectiva interdisciplinar gera uma visão mais abrangente sobre os caminhos e as possíveis estratégias de superação, disponibilizando indícios e soluções mais globais do que aquelas obtidas por uma abordagem individualizada do objeto em questão.

Entendemos que a contribuição deste trabalho está na produção de conhecimentos que poderão iluminar a compreensão de diálogos interdisciplinares entre campos de conhecimento diferentes, levando em consideração seus aspectos epistemológico e pedagógico, na perspectiva de uma compreensão ampliada da realidade, apreendida enquanto totalidade dinâmica e complexa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E. M. R. de; MORTIMER, E. F. Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. *In*: SANTOS, F. M. T. dos; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias.** Ijuí, RS: Unijui, 2006.

ARROYO, M. Educação em tempos de exclusão. *In*: GENTILI, P.; FRIGOTTO, G. (orgs.). **A cidadania negada.** 3a. ed. São Paulo: Cortez; [Buenos Aires, Argentina]: Clacso, 2002.

BASO, W. A.; MENESTRINA, T. C. Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, vol. 1, n. 2, mai./ago., 2008.

BOITO JR., A. **Política neoliberal e sindicalismo no Brasil.** 1a. ed. São Paulo: Xamã, 1999.

BRASIL. GT Educação, Ciência & Tecnologia. **Uma escola do tamanho do Brasil.** São Paulo, ago. 2002.

_____. Censo da Educação Superior. INEP: 2004. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/superior/2004/censosuperior/Resumo_tecnico-Censo_2004.pdf>. Acessado em: 17 dez. 2008.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Indicadores nacionais de ciência e tecnologia: comparações internacionais/produção científica.** Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2078.html>. Acesso em: 16 set. 2008.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimentos. *In*: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005a.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS**, n. 6, vol. 2, dez. de 2005b.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B.; GUERRA, C. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso "ciência-tecnologia-sociedade". **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 27-49, mar. 2008.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências.** 8a. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CHALMERS, A. **O que é ciência afinal?** Tradução de Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos.** 2a. ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004.

_____. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 4a. ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2006.

DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais.** 3a. ed. rev. et amp. São Paulo: Atlas, 1995.

_____. **Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento.** 4a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACHA, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, 1999.

ECHEVERRÍA, A. R.; SOARES, M. H. F. B. Um núcleo de pesquisa em ensino de ciências (NUPEC) e as mudanças nos parâmetros de formação inicial e continuada de professores. *In*: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (orgs.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil.** Ijuí, RS: Unijuí, 2007.

ETGES, N. Ciência, interdisciplinaridade e educação. *In*: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito.** 5a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

FAZENDA, I. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** São Paulo: Edições Loyola, 1979.

_____. **A virtude da força nas práticas interdisciplinares.** Campinas, SP: Papirus, 1999.

_____. Reflexões metodológicas sobre a tese: “Interdisciplinaridade – um projeto em parceria”. *In*: FAZENDA, I. (org.) **Metodologia da pesquisa educacional.** 8a. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FLORIANI, D. Marcos conceituais para o desenvolvimento da interdisciplinaridade. *In*: PHILIPPI JR, A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; NAVEGANTES, R. (eds.). **Interdisciplinaridade em ciências ambientais.** São Paulo: Signus, 2000.

FOLLARI, R. Algumas considerações práticas sobre interdisciplinaridade. *In*: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. 5a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 46a. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. A gênese do Decreto n. 5154/2004: um debate no contexto controverso da democracia restrita. *In*: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (orgs.). **Ensino médio integrado: concepção e contradições.** São Paulo: Cortez, 2005.

FRIGOTTO, G. A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da educação básica. **Educação & Sociedade**. Campinas, vol. 28, n. 100 - Especial, p. 1129-1152, out. 2007.

GERMANO, J. W. **Estado militar e educação no Brasil (1964-1985)**. São Paulo: Cortez, 1993.

GHEDIN, E. Professor reflexivo: da alienação da técnica à autonomia da crítica. *In*: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito.** 4a. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito. *In*: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito.** 5a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001a.

_____. Universidade e Interdisciplinaridade. *In*: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito.** 5a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001b.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos da metodologia científica.** 23a. ed. Petrópolis: Vozes, 2006.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. 5a. ed. Tradução Célia Neves e Alderico Toríbio. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.

LAURELL, A. C. Avançando em direção ao passado: a política social do neoliberalismo. *In*: LAUREAL, A. C. (org.). **Estado e políticas sociais no neoliberalismo.** 3a. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental.** 4a. ed. rev. São Paulo: Cortez, 2007.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2000.

MALDANER, O.; ZANON, L. B.; HAMES, C.; BAZZAN, A. C.; PRADO, M. C. Formação de professores em espaços interativos: desenvolvimento curricular em química. *In*: **A pesquisa em educação química no Brasil: abordagens teórico-metodológicas.** 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Workshop: Divisão de Ensino. Poços de Caldas, MG: 2003.

MORIN, E. **Ciência com consciência.** Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. 8a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005a.

_____. **Introdução ao pensamento complexo.** Tradução de Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2005b.

_____. **O método 6:** ética. Tradução de Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2005c.

NEVES, L. M. W.; SANT´ANNA, R. Gramsci, o Estado Educador e a nova pedagogia da hegemonia. *In*: NEVES, L. M. W. (org.). **A nova pedagogia da hegemonia: estratégias do capital para educar o consenso.** São Paulo: Xamã, 2005.

NORONHA, O. M. Pesquisa participante repondo questões teórico-metodológicas. *In*: FAZENDA, I. (org.) **Metodologia da pesquisa educacional.** 8a. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docentes. *In*: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.

PHILIPPI JR, A. A interdisciplinaridade como atributo da C & T. *In*: PHILIPPI JR, A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; NAVEGANTES, R. (eds.). **Interdisciplinaridade em ciências ambientais.** São Paulo: Signus, 2000.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. *In*: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito.** 4a. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

POPKEWITZ, T. Profissionalização e formação de professores: algumas notas sobre a sua história, ideologia e potencial. *In*: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança.** Tradução de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.

ROMANELLI, O. O. **História da Educação no Brasil.** 31a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 4a. ed. Rio de Janeiro, Garamond, 2002.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática.** Tradução de Ernani F. da Fonseca Rosa. 3a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Tradução de Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências.** 4a. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação.** v. 12, n. 36, set./dez. 2007.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. *In*: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.

_____. **El professional reflexivo:** como piensan los profesionales cuando actúan. Traducción de José Bayo. Barcelona: Paidós, 1998.

SILVA, T. T. da. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo.** 2a. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Tradução de Francisco Pereira. 8a. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

VASCONCELLOS, M. J. E. de. **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência.** 6a. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas.** Tomo II, Madrid: Visor, 1995.

ZANON, L. B.; HAMES, C.; WIRZBICKI, S. M. (Re)significação de saberes e práticas em espaços interativos de formação para o ensino em ciências naturais. *In*: GALIAZZI, M. C.; AUTH, M.; MORAES, R.; MANCUSO, R. (orgs.). **Construção curricular em rede na educação em ciências:** uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2007.