



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

## INTERDISCIPLINARY DIALOGUES BUILDING AROUND APPROXIMATION BETWEEN CIVIL ENGINEERING AND SCIENCE'S TEACHING IN A UNIT OF RESEARCH

Agustina Rosa Echeverría<sup>1</sup>

César Augusto Paiva Gonçalves<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás/Mestrado em Educação em Ciências e Matemática,  
agustina@quimica.ufg.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás/ Mestrado em Educação em Ciências e Matemática,  
cleverces@yahoo.com.br

### Resumo

Este trabalho discute possíveis dimensões das relações entre especialistas do ensino de ciências e da engenharia civil no âmbito de um núcleo de pesquisa (NUPEC), na compreensão do caminho epistemológico de construção de diálogos interdisciplinares no ensino de ciências. Em aproximação com professores formadores engenheiros, o grupo desenvolve um projeto que visa despertar, em estudantes de nível médio, vocações para as áreas das ciências naturais e das engenharias. Ao longo de 2007 foram realizadas quinze reuniões do núcleo com a participação de professores de ciências de diferentes níveis e professores engenheiros. Seis dessas reuniões, filmadas em VHS e transcritas, foram selecionadas para a análise. 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 modernas, sejam promovidos nos diferentes níveis de produção e apropriação da ciência.

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

### Abstract

This study discusses the possible dimensions of relations between specialists in science's teaching and civil engineering's within a unit of research (NUPEC), in order to understand the epistemological way of building interdisciplinary dialogues into the science's teaching. Along with professors involved in engineers' teaching, the unit develops a project that aims arouse, in high school students, vocations to natural sciences and engineering. During the year of 2007 fifteen meetings of the unit took place with the participation of science teachers at different levels and engineer teachers. Among all, filmed in VHS and transcribed, six were selected for analysis. Considering the complex epistemological nature of interdisciplinary and the need for renewal in the science's teaching, our 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.

**Keywords:** science's teaching, engineering at high school, interdisciplinary, complexity.

## INTRODUÇÃO

O Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências – NUPEC, da Universidade Federal de Goiás – UFG, compreende, no âmbito de suas ações, tanto o caráter de pesquisa acadêmica como o de extensão universitária. De natureza interdisciplinar e assimétrica, o núcleo é constituído por três grupos de sujeitos em níveis de formação curricular articulados com a formação para o ensino de ciências (ZANON *et al.*, 2007): professores formadores dos cursos de formação de professores de ciências (física, química, biologia), professores de ciências da educação básica e alunos de graduação e mestrado, também dessa área de concentração.

Em aproximação com professores formadores da Escola de Engenharia Civil da UFG, o grupo desenvolve, desde o primeiro semestre de 2007, o projeto “O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído”, financiado por verbas oriundas do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT. Este projeto tem como objetivo principal promover a interação das ciências das engenharias com o ensino em escolas de nível médio, visando despertar, nos estudantes, vocações para essas áreas.

Nesse contexto, este trabalho tem por finalidade identificar 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 de diálogos interdisciplinares nesse espaço de formação.

Os debates acerca da natureza epistemológica complexa da interdisciplinaridade no ensino de ciências, subsidiados por perspectivas teóricas que analisam os desafios impostos pelo caráter complexo da realidade, diante da necessidade de uma verdadeira reforma do pensamento (MORIN, 2005a, 2005b), iluminam parte deste trabalho de investigação.

## A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA COMPLEXA DOS OBJETOS DE ESTUDO DA CIÊNCIA

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).

Por mais importante que seja o lugar da ciência na sociedade, 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.

Percebemos que a ciência precisa ser pensada como um empreendimento que, sem se fechar em si mesmo, possui elementos que o sustentem como um caminho diferente de todos os outros. 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.

Muito frequentemente 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. 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 dos novos membros da comunidade.

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. 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<sup>1</sup>.

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, 2001) pode-se inferir muita coisa.

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.

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.

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.

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.

Acreditamos que, por meio dessa breve discussão da natureza epistemológica complexa do conhecimento científico apresentada até aqui, relacionaremos tal movimento de

---

<sup>1</sup> Ibid., 2001.

idéias e questionamentos a questões centrais vividas pelo seu correspondente educacional, o ensino de ciências.

## **A COMPLEXIDADE E O DEBATE SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

O papel da interdisciplinaridade no 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 (FAZENDA, 2002; SANTOMÉ, 1998; JANTSCH; BIANCHETTI, 2001). Em nosso entendimento, é preciso uma iniciação epistemológica prévia para o entendimento da interdisciplinaridade. O conceito, portanto, precisa ser construído.

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).

No âmbito dos debates atuais que se fazem acerca de uma necessária renovação do ensino das ciências (CACHAPUZ *et al.*, 2005a), este, no bojo de tantas 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<sup>2</sup>.

Para o estudo da interdisciplinaridade, é importante o desvio de certas armadilhas, como a de confundi-la com a contextualização ou com a simples mudança do radical como a *multi*, a *pluri* e a *transdisciplinaridade*<sup>3</sup>. Os princípios da complexidade podem ser vislumbrados em aproximações interdisciplinares no ensino de ciências, nos momentos em que os conhecimentos disciplinarmente elaborados por seus especialistas (professores, por exemplo) são mobilizados 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).

---

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Sobre uma abordagem histórica da interdisciplinaridade, ver Santomé (1998).

O “ato de vontade” anteriormente mencionado, 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.

## **METODOLOGIA DA PESQUISA**

Ao longo de todo o ano de 2007, na ocasião de ser discutida a implementação do projeto “O ensino de ciências para a conservação dos recursos naturais e o ambiente construído” em quatro escolas públicas de nível médio e num centro tecnológico, foram realizadas quinze reuniões do NUPEC.

Feito o cronograma das atividades do núcleo para aquele ano, a tarefa inovadora de aproximação da engenharia civil e do ensino de ciências ganhava formas e desafiava a todo o conjunto: professores formadores de professores (**PF**), professores do ensino médio (**PM**), alunos de graduação (**A**) e mestrado (**PG**) e professores formadores engenheiros (**PFE**).

A primeira etapa do projeto foi dedicada à integração das equipes originárias do NUPEC e da Escola de Engenharia Civil - 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.

Torna-se oportuno dizer que os objetivos desta investigação estão diretamente relacionados aos objetivos do projeto. Na verdade, o trabalho aqui apresentado se propõe a compreender as dimensões de aproximação promovidos nessa primeira etapa, entre o ensino de ciências e engenharia civil.

A dinâmica dos encontros, de duração média de 4h, previa dois momentos distintos: 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 participantes do projeto) estabelecem as bases para uma prática reflexiva, novos desafios surgem, entre eles, os entraves da burocracia escolar (SCHÖN, 1997).

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 a partir de uma abordagem crítica e contextualizada de diferentes temas ligados ao ensino, além de garantir momentos de estudo coletivo. 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.

Temas como engenharia ambiental, interdisciplinaridade, investigação-ação, ambiente construído, educação especial, educação de jovens e adultos, foram abordados nesses encontros, ampliando, assim, o nível e o formato das discussões. Desses encontros, seis foram selecionados para a análise nesta investigação. Todas as reuniões foram filmadas em VHS e as falas transcritas para posterior análise.

Metodologicamente este trabalho de investigação se caracteriza como uma investigação participante (DEMO, 2008). 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.

Para fins de análise, as reflexões obtidas foram agrupadas em três categorias: i) as concepções de interdisciplinaridade dos diferentes grupos de sujeitos que compõem o NUPEC; ii) a dinâmica de aproximação entre o ensino de ciências e a engenharia civil; iii) as contribuições dessa aproximação.

## RESULTADOS

### CATEGORIA I: As concepções de interdisciplinaridade dos diferentes grupos de sujeitos que compõem o NUPEC

#### Reunião 5, de 15/6/2007

Em determinado momento desta reunião, todos os presentes foram convidados a expressar suas concepções 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<sup>4</sup>:

**7 – PF4:** *É [...] uma tentativa de abordar determinado assunto utilizando conhecimento de áreas, entre outras, 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.

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

---

<sup>4</sup> Neste trabalho, entendemos por turno cada uma das falas manifestadas pelos participantes durante as reuniões (representado pelos números que antecedem cada diálogo).

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 às perspectivas pedagógicas e às especificidades do trabalho em sala de aula.

Como sabemos, envolvido pelos condicionantes da prática, novas idéias pedagógicas (SAVIANI, 2008) surgem e chegam aos professores como mais um termo da moda a se juntar a tantos outros já existentes. Contrariamente a isso, no caso do NUPEC, a construção coletiva dos meios de efetivação do projeto mostrou que a discussão teórica sobre interdisciplinaridade aconteceu como meio de compreensão do próprio momento vivido pelo núcleo. 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).

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 esses licenciandos ainda não dispõem do conjunto de saberes constitutivos da prática docente, predominando uma preocupação com as questões relativas ao desenvolvimento e às interações entre disciplinas (turno 13). Daí, depreende-se que os licenciandos tiveram, ao longo do seu processo de formação inicial, acesso a estudos e reflexões mais aprofundadas sobre questões ligadas à epistemologia.

## **CATEGORIA II: A dinâmica de aproximação entre o ensino de ciências e a engenharia civil**

### **Reunião 8, de 24/8/2007**

Na investigação do processo de construção de diálogos interdisciplinares 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, 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.

Como apontado pela literatura (Santomé, 1998)<sup>5</sup> a aproximação entre campos diferentes do conhecimento começa pela apresentação dos conceitos da própria área, o que pode ser observado na fala do **PFE1** num dos primeiros diálogos com os outros integrantes do núcleo:

*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*

---

<sup>5</sup> Relacionamos esse novo momento vivido de aproximação entre profissionais do ensino de ciências e da engenharia civil, com as etapas comumente detectadas durante a formação das equipes de trabalho dessa natureza (SANTOMÉ, 1998).

*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?*

A apropriação feita dos instrumentos culturais sistematicamente constituídos 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 (ETGES, 2001).

Na fala anterior, percebemos que PFE1, além de oferecer aos participantes do núcleo novas perspectivas teóricas vinculadas às ciências da engenharia, também contribui com relações típicas de saberes produzidos na prática profissional<sup>6</sup>. A valorização dos conteúdos e conceitos que aparecem na fala desse professor formador engenheiro mostram, 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, possibilitou tal aproximação. O que não quer dizer que este aspecto a tornou mais fácil.

A abertura ao diálogo e ao estudo sistematizado das bases conceituais da ciência das engenharias por seus especialistas não significa a diluição ingênua de suas fronteiras, mas o tratamento crítico e aprofundado de suas estruturas. Nas palavras de Jantsch e Bianchetti (2001, 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.

### **CATEGORIA III: As contribuições dessa aproximação Reunião 15, de 23/11/2007**

Para esta reunião definiu-se como objetivo principal submeter à avaliação do coletivo os procedimentos e métodos programados ou realizados pela equipe do NUPEC ao longo do ano de 2007. Como já mencionado anteriormente, nesse período o núcleo promoveu os primeiros encontros entre os professores do ensino de ciências e da engenharia no intuito de conformar os subprojetos para cada uma das escolas participantes. A idéia da reunião, portanto, era promover um balanço das ações executadas levantando pontos de destaque para novos planejamentos.

Para este encontro, foi utilizada como referência a mesma pauta definida para a primeira reunião do segundo semestre de 2007.

Outro ponto debatido nessa reunião referia-se ao método de trabalho do NUPEC. As perguntas feitas 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?

---

<sup>6</sup> 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).

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 (FOLLARI, 2001). Como sabemos, a especialização, sozinha, não abarca a complexidade da realidade. 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.

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 nela desenvolvida. Alguns pontos 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. 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.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De início torna-se necessário 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 definidas as etapas de discussão e a elaboração dos projetos a serem desenvolvidos nas escolas, a dinâmica de reuniões promovidas pelo NUPEC, analisada neste trabalho, aponta para a importância do estabelecimento de estruturas disciplinares 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 (SANTOMÉ, 1998).

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. Isso foi percebido nos momentos de aproximação entre os professores do ensino de ciências e os professores engenheiros, uma vez que os primeiros deram muita importância à dimensão prática do trabalho docente.

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 tempo que serviu como meio efetivo de comunicação entre esses profissionais (ETGES, 2001), 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.

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). Nos diálogos manifestados na categoria II, tanto os professores das escolas quanto os professores engenheiros mobilizaram questões típicas de suas áreas de atuação que ajudaram a conformar um novo sentido aos problemas antes percebidos isoladamente por cada especialidade.

Como observado na categoria III, a análise de determinada problemática dentro de uma perspectiva interdisciplinar gera uma visão mais abrangente sobre as possíveis estratégias de superação, disponibilizando indícios e soluções mais globais do que aquelas obtidas por uma abordagem individualizada do objeto em questão.

## REFERÊNCIAS

- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. A emergência da didática 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.
- DEMO, P. **Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos.** 2a. ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2008.
- 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.
- 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. Reflexões metodológicas sobre a tese: “Interdisciplinaridade – um projeto em parceria”. *In: FAZENDA, I. (org.) Metodologia da pesquisa educacional.* 8a. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- 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.
- 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.
- KOSIK, K. **Dialética do concreto.** 5a. ed. Tradução Célia Neves e Alderico Toríbio. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.
- 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.
- 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.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança.** Tradução de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincadeira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.
- SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Tradução de Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SAVIANI, D. **História das idéias pedagógicas no Brasil.** 2a. ed. rev. Campinas, SP: Autores associados, 2008.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. *In: NÓVOA, A. (org.). Os professores e a sua formação.* Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.
- 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.