

A PARTICIPAÇÃO DA FÍSICA NA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

PHYSICS PARTICIPATION IN INTERDISCIPLINARY APPROACH

Ângela Maria Hartmann¹ (angelahart@unb.br)
Erika Zimmermann² (erika@unb.br)

RESUMO

A pesquisa aqui relatada foi realizada em uma escola pública de Ensino Médio do Distrito Federal, e consiste na análise documental de como os professores desenvolvem uma abordagem interdisciplinar no ensino da Física. Os critérios utilizados para a análise dos dados foram selecionados dos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Como princípio norteador da educação básica, a interdisciplinaridade coloca importantes desafios aos professores nas áreas de organização, de integração interpessoal e de conhecimentos. Apesar disso, ela tem ganho espaço na vida das escolas. A partir da identificação dos mecanismos que os professores utilizam para integrar a Física às outras disciplinas em determinada escola, levantamos elementos que permitem compreender como a interdisciplinaridade pode ser concretizada no ensino.

Palavras-chave: Física, Ensino Médio, interdisciplinaridade, pensamento e ação de professores.

ABSTRACT

This research was made in a middle school at Brasília, the Brazilian Capital, and it consists of a documental analyse about the ways teachers develop interdisciplinarity when teaching Physics. The criteria adopted to analyse the data were taken from the National Curricular Parameters for middle schools. As a guiding principle for basic education, interdisciplinarity creates important challenges for teachers as how to plan, how to behave and cooperate with other teachers. In spite of that, the use of interdisciplinarity have increased in middle schools. By analysing the mechanisms used by teachers of a certain school to integrate Physics with other disciplines, we could gather elements to understand how interdisciplinarity has been developed in school.

Keywords: Physics, middle school, interdisciplinarity, teachers' thought and action.

INTRODUÇÃO

Vincular a educação escolar ao trabalho e às práticas sociais é, atualmente, princípio e fim da educação nacional³. Essa vinculação impõe uma nova maneira de abordar o conhecimento escolar e de articular os objetos de estudo das diferentes disciplinas. A articulação deve ser feita por meio da interdisciplinaridade e a abordagem por meio da contextualização dos

¹ Professora de Física da SEE/DF e mestranda da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (UnB).

² Doutora em Educação, professora no Mestrado em Educação e do Mestrado em Ensino de Ciências da UnB.

³ Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96, artigo 2º, inciso XI.

conteúdos, dois dos princípios pedagógicos norteadores⁴ do trabalho escolar estabelecidos pelas novas diretrizes nacionais para a educação básica. As disciplinas, além de integrar seu foco de estudo, devem relacioná-lo ao cotidiano do aluno para que ele possa compreender os processos históricos, sociais, científicos e tecnológicos nos quais está inserido.

A proposta de interdisciplinaridade para o Ensino Médio prevê que o “aprendizado não seja conduzido de forma solitária pelo professor de cada disciplina” ou que os conteúdos componham uma lista de tópicos. Apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio – PCNEM, ela prevê que sejam incorporadas “metas educacionais comuns às várias disciplinas” e que competências e conhecimentos sejam desenvolvidos em conjunto, de modo que uma ação de cunho interdisciplinar articule o trabalho das disciplinas (PCN+, 2002:13).

O trabalho pedagógico, da forma como é previsto nos PCNEM, pressupõe que não cabe ao aluno realizar sozinho o esforço de ligar os objetos de estudo, mas que também é tarefa dos professores procurar pontos de contato, construir pontes e estabelecer o trânsito entre as disciplinas. A articulação entre elas não acontece, entretanto, apenas pela proximidade temática ou pelo desenvolvimento de competências, mas inclui “procedimentos e atividades comuns em sala de aula, ou extra-classe, baseados, sobretudo, na ação dos alunos”. (PCN+, 2002:135).

A interdisciplinaridade, por outro lado, deve surgir do contexto e da realidade social e cultural, associada aos problemas locais e atuais. A contextualização no ensino pressupõe que temas práticos e éticos do mundo contemporâneo sejam reconhecidos e discutidos pelas ciências naturais e sociais. Esses temas podem ser de âmbito geral ou fazer parte do universo particular de uma certa escola, região ou comunidade (PCN+, 2002).

A importância da interdisciplinaridade, como princípio norteador da educação brasileira, vai ficando clara à medida que ela inspira mais discussões e práticas escolares. Examinar como acontece, nas escolas, o processo cotidiano da interdisciplinaridade contribui para a construção de uma visão do que é real e possível no ensino e na aprendizagem, quando se tem por meta integrar o estudo de ciência e sociedade. Como em qualquer ciência, é preciso verificar empiricamente se a teoria é factível na prática.

À medida que a interdisciplinaridade é explorada como tema de pesquisa, novas questões são levantadas e a relevância do tema aumenta gradualmente na educação brasileira. A integração entre as ciências naturais (Química, Física, Biologia, Matemática) e as ciências humanas (História, Geografia, Filosofia e Sociologia) tornou-se uma busca cotidiana dos professores. Apesar dos desafios que a interdisciplinaridade representa em termos de organização e de integração interpessoal e de conhecimentos, ela tem ganho importância na vida das escolas.

A INTERDISCIPLINARIDADE NA PESQUISA CIENTÍFICA

O conhecimento ao qual temos acesso neste início de século XXI foi constituído pela integração de culturas e campos científicos diversos. Ver a realidade de forma holística, não fragmentada e o conhecimento como um todo, construído historicamente e socialmente pela humanidade, é parte de uma atitude frente à ciência e à sociedade que inverte a ordem estabelecida pela especialização, cujo crescimento trouxe como consequência o aumento da competitividade entre pesquisadores e a dificuldade de diálogo entre especialistas. Além disso, a especialização não promove o progresso da ciência da forma como se acreditava até o século XX. Pombo (2005:9) afirma:

[...] o progresso da ciência, a partir da segunda metade do século XX, deixou de poder ser pensado como linear, resultante de uma especialização

⁴ De acordo com a Resolução da Câmara de Educação Básica - CEB nº 3, de 26 de junho de 1998, artigo 6º, são três os princípios pedagógicos adotados como estruturadores do Ensino Médio: 1) Identidade, Diversidade e Autonomia; 2) Interdisciplinaridade; 3) Contextualização.

cada vez mais profunda, mas, ao contrário e cada vez mais, depende da fecundação recíproca, da fertilização heurística de umas disciplinas por outras, da transferência de conceitos, problemas e métodos – numa palavra, do cruzamento interdisciplinar.

Tendo concluído *A Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962, Kuhn (2003) apontava para a especialização crescente na ciência, mas essa é uma tendência que vem se descaracterizando desde o final do século XX. Vinte e cinco anos depois da sua análise, outro físico, Fritjof Capra, mostra que a mudança, a partir da física quântica, ocorre não apenas no âmbito da ciência, mas também, em proporções mais amplas, na área social. A física quântica mudou a concepção que se tinha de mundo. Com essa nova perspectiva, não se pode mais decompor o mundo em unidades elementares, pois a natureza mostra, em nível microscópico, uma complexa teia de relações entre as várias partes de um todo unificado (Capra, 1996).

Com a crescente degradação do ambiente natural, as diferentes áreas da ciência vêm trabalhando juntas para resolver problemas relacionados à saúde do planeta e o bem-estar dos seus ocupantes. Surgem novas áreas de pesquisa interdisciplinares como a biofísica, a bioquímica, a geofísica, a meteorologia, etc. Surgem também novas ciências, diferentes das disciplinas clássicas, como a cosmologia, que reúne dados da astronomia, da microfísica e da bioquímica, as ciências da terra, que reúnem dados da geologia, da meteorologia e da sismologia, e a ecologia, com seu conceito central de ecossistema. Essa tendência mostrou que é necessária também uma nova forma de educar as pessoas, não mais voltada para o conhecimento em si mesmo, mas para o seu uso ético e responsável.

A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO E NA FÍSICA

Vários autores (Fazenda, 1994; Lück, 1994; Fourez, 1995; Pombo, 2005) têm apresentado a sua interpretação de interdisciplinaridade e de como ela deve acontecer no ensino, além da que encontramos nos PCN (Brasil, 2002) e daquelas que os professores elaboram a partir de sua prática. Sintetizando as descrições sobre o sentido e o significado práticos atribuídos às atividades interdisciplinares, Lück (1994) agrupa-os em quatro pontos de vista.

Do ponto de vista *paradigmático*, a interdisciplinaridade é uma visão global e não fragmentada da realidade, em que as diferentes disciplinas científicas ou escolares, buscam associar-se para produzir e usar o conhecimento. Para os que entendem a interdisciplinaridade como um *processo*, é importante a instauração de um diálogo, que busque uma interação entre diferentes disciplinas, seja para resolver um problema ligado a uma ação ou decisão, ou para compreender as relações entre os conhecimentos. Por outro lado, para os que possuem uma visão *técnica* do tema, a interdisciplinaridade é uma ferramenta, na escola, para superar a fragmentação do ensino, e, na ciência, para a elaboração de novos conhecimentos. Finalmente, para os que estão em busca *de resultados*, ela é uma superação do saber disciplinar em que, como resultado das relações que são estabelecidas, atinge-se um nível mais abrangente da realidade, chegando até uma síntese de duas ou mais disciplinas.

Estas formas de entender a interdisciplinaridade existem simultaneamente dentro e fora da escola, influenciando-se mutuamente. Em uma escola, a ênfase em um ou outro aspecto, dentre os apontados por Lück (idem), é devida às concepções individuais, que podem ser mais filosóficas ou mais práticas. Podemos encontrar o reflexo disso nas atividades concretas produzidas pelos professores para promover a aprendizagem, que é o objeto desta pesquisa.

Contextualizando o sentido da interdisciplinaridade na educação, a autora a define como:

Interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do

currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. (Lück, 1994: 64)

Essa definição de interdisciplinaridade compartilha com os PCN a idéia de que, para superar a fragmentação do ensino, não é suficiente que as disciplinas se articulem entre si. A interação deve incluir aspectos da realidade, contextualizando a abordagem científica com aspectos sócio-culturais e promover a compreensão da linguagem utilizada na comunicação das informações. A formação integral está associada à capacidade de enfrentar problemas da realidade atual, o que exige que o estudo da ciência na escola esteja vinculado à tecnologia e aos impactos sociais e ambientais que esta tem produzido desde o seu uso intensivo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais não definem a interdisciplinaridade, mas trazem alguns pressupostos que auxiliam a compreensão de como este princípio pedagógico pode e deve ser aplicado no Ensino Médio - EM:

A interdisciplinaridade deve ir além da mera justaposição de disciplinas e, ao mesmo tempo, evitar a diluição delas em generalidades. De fato, será principalmente na possibilidade de relacionar as disciplinas em atividades ou projetos de estudo, pesquisa e ação, que a interdisciplinaridade poderá ser uma prática pedagógica e didática adequada aos objetivos do Ensino Médio. (Brasil, 2002a: 88)

Além de não eliminar o ensino das disciplinas, entendidas no documento como uma seleção de conhecimentos ordenados e organizados para a apresentação ao aluno, a sugestão é de que elas sejam integradas em um eixo que pode ser um objeto de conhecimento (estudo), um projeto de investigação (pesquisa), ou um plano de intervenção (ação). Os professores e alunos, desafiados a partir da necessidade sentida pelas escolas, devem “explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atraia a atenção de mais de um olhar, talvez vários” (Brasil, 2002a: 89).

Não há restrição ou limite de disciplinas envolvidas em qualquer atividade proposta pela escola, até porque seria “desastroso entender uma proposta de organização por áreas como fechada ou definitiva” (Brasil, 2002a: 91). As atividades são uma escolha autônoma e independente das escolas e não existe uma temática obrigatória. Ainda segundo o documento, a contextualização pode ser um recurso para se chegar à interdisciplinaridade.

O ensino, organizado para o desenvolvimento de competências e habilidades, deve permitir uma articulação do conhecimento nas disciplinas, entre elas e entre as três áreas em que estas estão distribuídas, de tal modo que:

De forma consciente e clara, disciplinas da área de linguagens e códigos devem tratar de temáticas científicas e humanísticas, assim como as disciplinas da área científica e matemática, ou da humanista, devem também desenvolver o domínio de linguagens. Explicitamente, disciplinas da área de linguagens e códigos e da área de ciências da natureza e matemática devem tratar de aspectos histórico-geográficos e culturais, ingredientes da área humanista, e, vice-versa, as ciências humanas devem também tratar de aspectos científico-tecnológicos e das linguagens. (PCN+, 2002:16)

Existem entre as diferentes disciplinas elementos de identidade como, por exemplo, conceitos, noções e temáticas comuns, procedimentos semelhantes, como a experimentação praticada nas ciências da natureza, e aspectos metodológicos comuns, como os exercícios de

criação nas linguagens e nas artes. Mas, na prática, alguns obstáculos precisam ser transpostos. A integração, seja entre as disciplinas, seja entre as áreas de conhecimento, exige que se encontrem pontos de contato reais, que se estabeleçam pontes, nem sempre interligadas da mesma forma. É preciso desfazer falsas semelhanças, traduzir linguagens diferentes usadas para o mesmo objeto ou distinguir linguagens iguais usadas para identificar conceitos diferentes (Brasil, 2002b).

A partir das convergências e divergências apontadas é preciso encontrar temáticas e métodos comuns para que se consiga realizar efetivamente uma educação interdisciplinar. Apesar da perspectiva ser promissora, as dificuldades não são vencidas apenas com a solução destes impasses. Entram em cena a criatividade e o compromisso do professor para que os obstáculos sejam transpostos e a teoria se transforme em uma prática pedagógica de sucesso.

A Física, como disciplina da área de Ciências da Natureza, ganhou novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM. O objetivo central no ensino da Física é formar um cidadão atuante e solidário que, após a conclusão do EM, apresente condições de compreender e participar do mundo em que vive, mesmo que não venha a ter mais qualquer contato formal com o conhecimento da disciplina. Para materializar esse objetivo, os PCNEM propõem que sejam desenvolvidas competências divididas em três blocos: *representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural* (Brasil, 2002b).

Essas competências especificam, de forma objetiva, que o ensino da Física deve levar em conta a articulação com as outras disciplinas do currículo para que o aluno, ao final da sua escolaridade básica, seja capaz de estabelecer relações entre conhecimentos disciplinares, entre estes conhecimentos e o mundo cotidiano, além de aplicá-los em situações que promovam a qualidade de vida e o uso responsável e ético da tecnologia (PCN+, 2002).

Ao mesmo tempo em que existem avanços em relação ao tratamento que deve ser dado às disciplinas, privilegiando a interdisciplinaridade como estratégia de articulação do conhecimento e de formação do aluno como um ser social íntegro, os PCNEM parecem dar um passo atrás quando afirmam que “o tratamento de diferentes campos de fenômenos implica preservar, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas” (PCN+, 2002:69). Interpretamos essa questão, que a princípio parece contraditória, se comparada à filosofia de integração dos conhecimentos e das disciplinas, como um obstáculo que será gradualmente superado à medida que se compreenda e coloque em prática a interdisciplinaridade.

A METODOLOGIA E O CONTEXTO DA PESQUISA

O trabalho de pesquisa, aqui relatado, tem o objetivo de contribuir para o estudo do mecanismo que professores de Ensino Médio têm encontrado para colocar em prática a interdisciplinaridade. A pesquisa constitui-se na análise documental de **como a Física pode participar de uma abordagem interdisciplinar**, e teve como objetivos:

- Examinar quais temáticas, abordadas no EM, integram a Física a outras disciplinas;
- Examinar com quais disciplinas a Física realiza atividades interdisciplinares;
- Examinar qual a metodologia empregada para promover a interdisciplinaridade;
- Examinar quais competências/habilidades são promovidas pelas atividades interdisciplinares.

A pesquisa documental, baseada na análise de projetos e avaliações produzidos por professores que procuram praticar a interdisciplinaridade, foi realizada em uma escola pública de EM, do Distrito Federal – DF. Os projetos e as avaliações foram elaborados durante o primeiro semestre de 2005 e aplicados em 14 turmas das três séries do EM: cinco turmas de 1º série; cinco de 2ª série; e quatro de 3ª série. Cada turma é composta, em média, por 40 alunos.

As escolas públicas de EM do DF possuem em sua grade curricular três aulas, de um total de trinta, no ensino diurno, previstas para a realização de projetos interdisciplinares. Estas aulas correspondem à Parte Diversificada do currículo.

Cabe a cada escola organizar seu projeto pedagógico, formulando de um a três projetos interdisciplinares de modo a contemplar essas três aulas. A responsabilidade pela elaboração desses projetos é da equipe pedagógica, da direção da escola e dos professores.

A escola elaborou o projeto *Integrando as Ciências* que está em execução desde 2003. O projeto tem por objetivo integrar as disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática entre si e, se possível, as disciplinas das outras duas áreas: Ciências Humanas e Códigos e Linguagens. Nesta pesquisa, fizemos uma análise documental dos roteiros e avaliações produzidas pelo grupo de professores responsáveis pelo projeto, por ser aquele em que a Física está inserida. O projeto é desdobrado em projetos estanques, um para cada bimestre que compõe o ano letivo das escolas públicas e um para cada série do EM. Considerando que são três as séries do EM e quatro os bimestres letivos, são produzidos, durante um ano, um total de doze projetos.

O projeto *Integrando as Ciências* é desenvolvido pelos professores de Biologia, Física e Química durante duas aulas da Parte Diversificada. Os projetos são planejados em reuniões entre os professores que atuam no turno em que estudam as turmas nas quais o projeto é desenvolvido. A condução das aulas, orientação e acompanhamento das atividades realizadas pelos alunos é responsabilidade dos professores mencionados. Os professores das outras disciplinas são convidados e estimulados a integrar-se aos projetos. A participação destes restringe-se ao planejamento, às sugestões temáticas e metodológicas, e a apresentar questões ou sugerir formas de avaliação das atividades interdisciplinares.

As atividades propostas pelos projetos são realizadas em grupos de quatro a oito alunos. O número de integrantes do grupo é negociado entre professores e alunos, de acordo com a conveniência para o projeto. A escolha dos participantes dos grupos é livre, mas todos devem realizar as atividades propostas nos projetos. No final do bimestre, os alunos fazem uma auto-avaliação do seu desempenho no grupo, ao mesmo tempo em que são avaliados pelos professores. A partir dessas duas avaliações se produz uma nota comum às disciplinas que participam do projeto. Essa nota comum corresponde a trinta por cento da nota bimestral de cada uma das disciplinas que participam do projeto.

O roteiro que explica o que deve ser feito pelos grupos é apresentado e discutido com os alunos pelos professores diretamente responsáveis pela atividade, nas aulas da Parte Diversificada. As atividades de consulta e pesquisa previstas nos projetos são realizadas fora do horário de aula, mas as avaliações e a apresentação de algum produto é realizado durante estas aulas e no final do bimestre. Durante o período de quatro a seis semanas em que os alunos executam as atividades propostas no projeto, as aulas da Parte Diversificada são utilizadas para práticas de laboratório de Biologia, Física e Química.

AS ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES

Para este estudo, selecionamos seis projetos interdisciplinares realizadas na escola durante o 1º semestre de 2005 que envolveram a Física com outras disciplinas. Esses projetos estão descritos nos roteiros distribuídos aos alunos, servindo de orientação para o que deve ser executado por eles. Analisamos também as avaliações (provas), previstas nos projetos e aplicadas no final dos bimestres.

A **Tabela 1** identifica os projetos analisados apontando: a) título do projeto; b) série a que se destina; c) bimestre em que foi desenvolvido o projeto; d) disciplinas envolvidas; e) número de professores que participaram do projeto. Nos projetos 1 e 2, o número de professores participantes excede o de disciplinas envolvidas porque as turmas de 1ª série são distribuídas entre dois professores de cada uma das disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática. Os títulos ilustram que as temáticas escolhidas pelos professores para os projetos são diferentes tanto entre as séries como entre os bimestres.

Os temas escolhidos para as 1ª séries foram: o movimento e sua descrição pelas diferentes ciências, e o universo, sua formação e as condições para a origem da vida como a conhecemos. O tema movimento faz parte do conteúdo da Mecânica que, tradicionalmente, é estudado nesta série. O tema universo, sendo mais geral, não faz parte de uma série em especial, mas sua abordagem costuma ser realizada na 1ª série quando é estudada a lei da gravitação universal de Newton e as teorias geocêntrica e heliocêntrica. Os dois temas são parte do conteúdo estudado pela Física neste nível de ensino.

Nos projetos para as 2ª séries, constatamos que o tema da evolução tecnológica foi associado ao estudo de máquinas térmicas, assunto tratado nesta série nas escolas do DF. O tema de mudanças climáticas parece, à primeira vista, ser próprio apenas da Geografia, mas constatamos que ele é relacionado aos fenômenos de propagação e transferência de calor.

Os projetos das 3ª séries apresentam um ponto em comum que é a eletricidade, estudada nesta série. O tema impulsos nervosos da Biologia relaciona-se a um conceito semelhante na Física que é o de impulsos elétricos. O nanomagnetismo, que parece ser um tema exclusivo da Física, encontra relação com outras disciplinas quando se estudam suas aplicações na saúde e na indústria.

Tabela 1: Identificação dos projetos interdisciplinares

Projeto	Título	Série	Bimestre	Disciplinas envolvidas	Nº de professores participantes
1	O movimento: descrições e concepções ao longo da história	1ª	1º	Geografia, Física, Biologia, Química, Arte, Filosofia, Matemática	11
2	A formação do universo e a evolução da vida no planeta Terra.	1ª	1º	Física, Biologia, Química, Geografia, Filosofia	8
3	A evolução tecnológica e as mudanças no estilo de vida brasileiro nos 500 anos de histórias mal contadas.	2ª	1º	Física, Biologia, Geografia, História	4
4	Mudanças climáticas	2ª	2º	Física, Biologia, Química, Geografia, Filosofia	5
5	Impulsos nervosos	3ª	1º	Física, Química, Biologia	3
6	Nanomagnetismo	3ª	2º	Física, Química, Biologia	3

Somando aos dados desta pesquisa, solicitamos aos professores e alunos que comentassem a diferença entre trabalhar disciplinarmente e interdisciplinarmente, apontando os prós e contras desta forma de ensino-aprendizagem. Seguem alguns comentários:

- *Para mim, acho que é uma forma dos alunos aprenderem mais e também aprender a trabalhar em grupo. [...] É importante porque faz ocorrer uma integração de matérias em torno de um só objetivo. [...] Mostra como uma matéria precisa da outra. [...] A gente pode fazer ligações entre as matérias. [...] É bom para o nosso raciocínio. [...] Faz com que entendamos mais porque é uma pesquisa feita por nós mesmos e a avaliação faz com que a gente reflita. [...] É puxado e requer muito da gente. (Depoimentos de alunos de 1ª série)*
- *O importante não é só ver como algo funciona em uma determinada matéria (Física) mas sim sua interação em outros ramos da ciência. [...] O tema proposto envolve todas as*

disciplinas e isso faz com que nós aprendamos não só a matéria, mas também as coisas que acontecem em volta da gente. [...] Quando as disciplinas estão interligadas, o assunto nos prende e nos leva a pesquisar outros temas, fazendo com que o nosso aprendizado seja melhor. Quando as matérias estão separadas não temos interesse em procurar saber mais. [...] Fica muito mais fácil de estudar quando as disciplinas estão interligadas. (Depoimentos de alunos da 2ª série)

- *Projetos integrados favorecem o desenvolvimento do raciocínio voltado para a resolução de problemas vivenciados pelos alunos. Com a máquina exercendo a função de trabalhos repetitivos, há a necessidade do desenvolvimento da capacidade humana de enfrentar situações novas e de raciocinar holisticamente. (Depoimento: professor de Filosofia)*
- *O aluno vivencia as várias disciplinas interligando os conteúdos e vendo a importância do uso do conhecimento em conjunto e não separadamente. Os professores se integram no contexto porque sabem o que os outros estão trabalhando em aula e podem usar isso em proveito da sua própria disciplina. (Depoimento: professor de Biologia)*
- *Professores e alunos passam a interagir mais entre si porque são levados a produzir atividades conjuntas, que fazem com que os alunos percebam as conexões entre os conhecimentos abordados pelas diferentes disciplinas e como eles têm relação com o cotidiano, tornando mais vivencial seu estudo. (Depoimento: professora de Física)*

ANÁLISE DOS DADOS

Reunindo os elementos que servem de indicadores da integração entre as disciplinas, criamos três categorias de análise: (a) metodologia, (b) elementos de integração e (c) competências, descritas a seguir.

a) Atividade: Uma possibilidade para a articulação entre as disciplinas, encontrada nas orientações contidas nos PCNEM, aponta para que os projetos interdisciplinares sejam de estudo, pesquisa ou ação (PCN+,2002). Com base nesta orientação, empregamos a categoria **atividade** para analisar os projetos de acordo com os seguintes critérios:

- 1) *Estudo:* quando o projeto tem como meta o aprofundamento em determinado conhecimento que pode ser abordado, de forma integrada, por duas ou mais disciplinas, em uma pesquisa bibliográfica.
- 2) *Pesquisa:* quando o projeto tem como meta uma pesquisa de campo em que os alunos devem realizar alguma atividade de coleta e análise de dados.
- 3) *Ação:* quando o projeto tem como meta modificar algo na estrutura/funcionamento da escola ou na comunidade em que ela se situa.

Na **Tabela 2** descrevemos o tipo de atividade desenvolvida pelos projetos de acordo com os critérios da categoria descrita acima. Constatamos que os seis projetos incluem uma pesquisa bibliográfica sobre o tema que é objeto de estudo, apenas metade deles inclui uma pesquisa de campo e nenhum prevê uma ação sobre o meio. Com exceção dos temas dos projetos 1 e 2 para as 1ª séries, os temas estudados pelos demais projetos não são encontrados em livros didáticos, o que exige pesquisa em outras fontes. Os roteiros analisados mostram que os alunos são orientados a buscar informações em livros, revistas ou *sites* da internet. Isso indica que os professores devem fazer uma pesquisa prévia sobre o assunto para conhecer as fontes que dariam acesso à informação necessária.

b) Elementos de integração - Um dos objetivos desta pesquisa é identificar as pontes ou elos de ligação por meio dos quais a Física consegue “dialogar” com as outras disciplinas. Ao identificar os **elementos de integração**, podemos conhecer as disciplinas com as quais a Física, no campo da educação, encontra maior proximidade e os temas que permitem a integração com elas.

A **Tabela 3** apresenta a relação dos elementos identificados nos seis projetos analisados. Esta Tabela mostra que existem elementos de integração entre Física/Biologia e Física/Química em cinco dos projetos analisados, enquanto que entre Física/Matemática em apenas um dos projetos. Como no outro projeto interdisciplinar da escola a Matemática entra como disciplina responsável pela integração, é razoável supor que os professores não busquem uma aproximação com esta disciplina. Outra hipótese é que os professores não tenham conseguido encontrar elementos de integração com esta disciplina. O fato das disciplinas de Física, Biologia e Química comporem a Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e existir mais afinidade temática e metodológica entre elas, talvez seja um fator facilitar da integração entre essas disciplinas.

As Tabelas 1 e 2 mostram, ainda, que não foram trabalhados elementos de integração entre a Física e disciplinas como Sociologia, Educação Física e Inglês. As Tabelas 1 e 2 também mostram que não existiu um trabalho formal conjunto entre a Física e o Português, como disciplina do currículo, mesmo que indiretamente esta integração seja feita, devido à comunicação na língua materna.

Tabela 2: Tipo de atividade

Projeto 1	Projeto 2
<p><u>Estudo</u>: sobre o conceito de movimento na Filosofia, Física, Arte, Geografia e Biologia.</p> <p><u>Pesquisa</u>: entrevistas para responder a questão: “Quais explicações as pessoas apresentam para justificar os movimentos?”</p>	<p><u>Estudo</u>: sobre a formação do universo e surgimento da vida no planeta Terra.</p> <p><u>Pesquisa</u>: entrevistas para responder à questão: “Quais são as idéias que as pessoas têm sobre a formação do universo e a origem da vida no planeta Terra?”</p>
Projeto 3	Projeto 4
<p><u>Estudo</u>: sobre a produção agrícola e industrial no início da colonização do Brasil; a substituição do trabalho humano pelas máquinas; a relação entre necessidades energéticas e os impactos ambientais; tecnologias para evitar doenças viróticas; relação entre a cafeicultura e a industrialização.</p>	<p><u>Estudo</u>: sobre causas das mudanças climáticas e do aquecimento global; formas sustentáveis de relação entre o homem e a natureza.</p>
Projeto 5	Projeto 6
<p><u>Estudo</u>: sobre doenças humanas ligadas ao sistema nervoso com ênfase em impulsos elétricos x impulsos nervosos; tecnologias utilizadas pelos profissionais da saúde para tratamento das doenças; ação do hipotálamo sobre as funções vitais do corpo e de alguns órgãos viscerais, que se manifestam por variações térmicas; receitas caseiras de tratamento.</p> <p><u>Pesquisa de campo</u>: entrevista com profissionais da saúde.</p>	<p><u>Estudo</u>: aplicações do nanomagnetismo na medicina, como tratamento de doenças; manipulação das propriedades das substâncias químicas pelo magnetismo.</p>

A Tabela 3 mostra que existem elementos de integração entre Física/Geografia em quatro dos seis projetos, entre Física/Filosofia em três e entre Física/História em apenas um projeto. Segundo Fourez (1995:135), a Geografia possui seu próprio paradigma, mas ela é “fundamentalmente interdisciplinar, já que se pode reconhecer nela enfoques de disciplinas variadas”. Constatamos, neste caso, que entre as disciplinas da Área de Ciências Humanas, a Geografia é a disciplina que mais participou de uma abordagem interdisciplinar. No entanto, somente em três projetos foram encontrados elementos de integração entre Física e Filosofia e em apenas um (nº 3) entre Física e História e em outro (nº 1) entre Física e Arte trabalharam juntas.

c) Competências - A terceira categoria, que utilizamos nesta pesquisa, também surgiu de uma orientação dos PCNEM, que caracteriza o tratamento a ser dado aos objetivos e ao conteúdo do ensino em uma abordagem interdisciplinar: “a articulação entre as áreas [...] pressupõe a composição do aprendizado de conhecimentos disciplinares com o desenvolvimento de competências gerais” (Brasil, 2002b:16).

Os PCNEM classificam as competências em três blocos que podem/devem ser interligados de modo que aquelas que desenvolvem o domínio de linguagens, de símbolos e códigos, tanto da ciência como da tecnologia, fazem parte do bloco de **representação e comunicação**; aquelas competências, que desenvolvem a compreensão do contexto em que são construídas e se aplicam os conhecimentos científicos e tecnológicos, são parte do bloco de **contextualização sociocultural**; enquanto aquelas que desenvolvem o conhecimento dos procedimentos e métodos da investigação científica e de produção tecnológica fazem parte da competência geral de **investigação e compreensão** (PCN+, 2002).

Tabela 3 – Elementos de integração da Física com as demais disciplinas

Projeto 1	Projeto 2
<p><u>Física/Biologia</u>: não existe um elemento de integração evidente entre essas duas disciplinas.</p> <p><u>Física/Química</u>: relação entre partículas e fases em que se apresenta a matéria.</p> <p><u>Física/Filosofia</u>: conceito de movimento.</p> <p><u>Física/Geografia</u>: movimentos da Terra e dos demais planetas.</p> <p><u>Física/Matemática</u>: equações de movimento.</p>	<p><u>Física/Biologia</u>: tempo biológico e tempo geológico.</p> <p><u>Física/Química</u>: elementos químicos presentes na formação do universo.</p> <p><u>Física/Filosofia</u>: mitos e teorias sobre a formação do universo.</p> <p><u>Física/Geografia</u>: teorias sobre formação do universo.</p>
Projeto 3	Projeto 4
<p><u>Física/Biologia</u>: tecnologias aplicadas no combate e controle de doenças.</p> <p><u>Física/História</u>: histórico da evolução tecnológica de artefatos.</p> <p><u>Física/Geografia</u>: alterações ambientais e consumo energético devido à massificação de artefatos caseiros, industriais e agrícolas</p>	<p><u>Física/Biologia</u>: relação entre alterações de temperatura da atmosfera e dos oceanos e a vida humana e animal.</p> <p><u>Física/Química</u>: relação entre gases atmosféricos e a geração de energia por meio de combustíveis fósseis.</p> <p><u>Física/Filosofia</u>: desenvolvimento sustentável e produção de energia.</p> <p><u>Física/Geografia</u>: relação entre alterações da temperatura da atmosfera e as correntes oceânicas.</p>
Projeto 5	Projeto 6
<p><u>Física/Biologia</u>: 1) tecnologia para tratamento de doenças nervosas; 2) relação entre impulsos elétricos e nervosos; 3) sensação térmica e temperatura corporal.</p> <p><u>Física/Química</u>: não foi possível identificar um elemento de integração.</p>	<p><u>Física/Biologia</u>: aplicações de nanomagnetismo na medicina.</p> <p><u>Física/Química</u>: compreensão da estrutura e de processos atômicos para explicar fenômenos magnéticos.</p>

A Tabela 4 é um exemplo de como a categoria **competência** foi utilizada para examinar as atividades desenvolvidas nos projetos. Para essa classificação fizemos um estudo dos objetivos que constam dos roteiros, do conteúdo das pesquisas bibliográficas e das questões elaboradas nas avaliações. Selecionamos apenas aquelas informações em que a Física aparecia relacionada a outras disciplinas. Os objetivos, o conteúdo e as questões das avaliações serviram de indicadores para a construção das competências que aparecem na Tabela. A análise desse três aspectos supõe uma interpretação de informações que nem sempre são expressas de forma clara ou explícita nos roteiros e avaliações dos projetos.

A categorização dessas informações mostra que a ênfase da abordagem interdisciplinar recai sobre a contextualização sociocultural. Esse parece ser o caminho encontrado pelos

professores de Física para articular a disciplina com as demais. Vários autores defendem uma visão histórico-filosófica da ciência no ensino (Matthews, 1995; Guerra, Freitas, Reis, Braga, 1998). Constatamos, no caso desta escola, que os professores pouco avançaram em termos de alcançar uma maior integração formal com as disciplinas de Filosofia, História e Sociologia, mas buscam por meio da contextualização mostrar que o conhecimento científico é um processo histórico por evoluir gradualmente; está presente nas tecnologias que utilizamos diariamente; e que esse conhecimento causa impactos sociais e ambientais, podendo melhorar as condições de vida da humana, se usado com ética e responsabilidade.

Tabela 4 – Competências

Projeto 1: O movimento - descrições e concepções ao longo da história (1ª série)		
Representação e comunicação	Investigação e compreensão	Contextualização sociocultural
<u>Biologia/Geografia/Química:</u> reconhecer o movimento da matéria e suas transformações através dos ciclos biogeoquímicos. <u>Física/Matemática:</u> compreender que as fórmulas da Física são equações matemáticas que permitem a previsão de movimentos. <u>Física/Arte:</u> compreender o movimento na Arte.	<u>Física/Química:</u> analisar o movimento das partículas nos diferentes fases da matéria. <u>Geografia/Matemática:</u> cálculo de fusos horários e de velocidade de rotação da Terra. <u>Física/Geografia:</u> explicar como os movimentos de rotação e translação da Terra produzem ventos, correntes marítimas, estações do ano e os fusos horários.	<u>Física/Filosofia:</u> compreender como filósofos e cientistas justificam o movimento ao longo da história. <u>Física / Filosofia / Geografia:</u> situar historicamente e compreender a diferença entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica.
Projeto 4: Mudanças climáticas (2ª série)		
Representação e comunicação	Investigação e compreensão	Contextualização sociocultural
<u>Física / Biologia / Química / Geografia:</u> interpretar textos de ciência e tecnologia; elaborar comunicações escritas, posicionando-se criticamente.	<u>Física / Biologia / Química / Geografia:</u> relacionar a emissão de poluentes com o aquecimento global.	<u>Física / Biologia / Química / Geografia / Filosofia:</u> reconhecer os problemas ambientais e sociais provocados pelas alterações climáticas. <u>Física / Biologia / Química / Geografia/Filosofia:</u> compreender a necessidade de uma relação sustentável entre homem e natureza.
Projeto 6: Nanomagnetismo (3ª série)		
Representação e comunicação	Investigação e compreensão	Contextualização sociocultural
<u>Física/Biologia/Química:</u> consultar e interpretar textos que relatam teorias científicas sobre partículas magnéticas.	<u>Física/Biologia/Química:</u> compreender como alterações na distribuição atômica a nível quântico podem provocar alterações no organismo humano.	<u>Física/Biologia/Química:</u> reconhecer o magnetismo como aliado no diagnóstico e tratamento de doenças.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das aplicações do conhecimento científico em situações concretas, que tenham por objetivo resolver problemas de ordem prática no campo do trabalho humano, da saúde, das comunicações, da agricultura etc., mostra que as soluções são possíveis quando existe uma integração entre as ciências naturais e humanas. Isso demonstra que o professor de Física não realiza apenas uma transposição do conhecimento científico, mas precisa mostrar como a tecnologia torna viável (ou inviável) a sociedade tal como a conhecemos.

Este estudo revela que o caminho encontrado pelos professores de Física para uma abordagem interdisciplinar passa pelo exame do objeto de estudo disciplinar no contexto real,

mas a interdisciplinaridade tem-se restringido a integrar as disciplinas entre si por meio de uma temática de estudo ou de investigação. Nas atividades promovidas pela escola não se encontram ações com o objetivo de intervir sobre o ambiente da escola ou na comunidade.

O desenvolvimento de atividades interdisciplinares pressupõe que o professor tenha uma atitude aberta de aprendizado do contexto sociocultural e do conhecimento como um todo, não se limitando à disciplina que ensina. O ensino não se reduz à transmissão da ciência específica que o professor tem a responsabilidade de fazer chegar ao aluno. Nesse ensinar existe a necessidade permanente de compreender as aplicações tecnológicas e avaliar as repercussões sociais e ambientais de inventos e ações humanas baseadas em conhecimentos científicos.

Em relação ao ambiente escolar, o professor, ao articular o conhecimento da sua disciplina com o de outras, é levado, por força das circunstâncias, a conhecer o que os seus colegas ensinam. A integração em um projeto interdisciplinar só é possível quando se sabe o que outros realizam em sala de aula. O que antes acontecia de forma casual, torna-se necessário em uma abordagem interdisciplinar. Por isso, a interdisciplinaridade acontece quando há uma integração de métodos e conteúdos, além da visão de onde esse conhecimento se aplica.

Essa pesquisa mostra que o professor, quando adota um ponto de vista interdisciplinar, é levado a considerar as questões de aplicação da ciência que ensina, o que o remete às aplicações tecnológicas. Ao explorar o contexto das aplicações tecnológicas, ele é levado a considerar as repercussões sociais e ambientais. Para compreender essas repercussões, o professor obriga-se a conhecer algo do objeto de estudo das outras disciplinas. Com isso, sua cultura aumenta e, de um especialista em um conhecimento específico, do qual tem uma noção limitada de aplicação, transforma-se em um educador com uma atitude de permanente aprendizado.

Os depoimentos registram, por sua vez, o significado que as atividades interdisciplinares têm para professores e alunos desta escola, demonstrando a importância do uso integrado do conhecimento para entender melhor *as coisas que acontecem em volta da gente*. Além disso, existe uma maior interação entre as pessoas, devido às atividades serem desenvolvidas em grupo.

Uma ação humana não se limita a um tempo e local restritos, ela tem conseqüências futuras. Como uma abordagem interdisciplinar não se limita à construção de projetos conjuntos com outras disciplinas, surge outra possibilidade: a de investigar em que medida a aula destes professores se modifica quando sua visão sobre o envolvimento da Física com outras disciplinas se amplia. Neste momento histórico, em que a educação brasileira está orientada por diretrizes nacionais a desenvolver atividades que articulem as disciplinas entre si dentro de um contexto sociocultural, torna-se importante investigar como a abordagem interdisciplinar acontece e vai modificando as concepções sobre o quê e o como ensinar.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002a.
- _____. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2002b.
- CAPRA, Fritjof. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.
- FAZENDA, Ivani C. Arantes. **Interdisciplinaridade, história, teoria e pesquisa**. Campinas, SP: Papyrus, 1994.
- FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências. Introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1995.
- GUERRA, Andréia; FREITAS, Jairo; REIS, José C.; BRAGA, Marco A. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.1: p.32-46, abr. 1998.

- KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- LÜCK, Heloísa. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n.3: p.164-214, dez. 1995.
- POMBO, Olga. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em revista**, v. 1, nº 0, março 2005, p. 4-16.