

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**DO TODO ÀS PARTES E DAS PARTES AO TODO,  
COMPLEXIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE: A  
PEDAGOGIA DE PROJETOS E O RESIGNIFICADO DA  
FEIRA DE CIÊNCIAS**

**GERSON GERALDO CHAVES**

**2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**DO TODO ÀS PARTES E DAS PARTES AO TODO, COMPLEXIDADE  
E TRANSDISCIPLINARIDADE: A PEDAGOGIA DE PROJETOS E O  
RESIGNIFICADO DA FEIRA DE CIÊNCIAS**

**GERSON GERALDO CHAVES**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Akiko Santos**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ  
Abril de 2011

370.1

C512d

T

Chaves, Gerson Geraldo, 1966-

Do todo às partes e das partes ao todo, complexidade e transdisciplinaridade: a pedagogia de projetos e o resignificado da feira de ciências / Gerson Geraldo Chaves - 2011.

108 f.: il.

Orientador: Akiko Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola.

Bibliografia: f. 92-95.

1. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação - Teses. 2. Projeto de trabalho - Teses. 3. Ciência - Exposições - Teses. I. Santos, Akiko, 1943-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA

GERSON GERALDO CHAVES

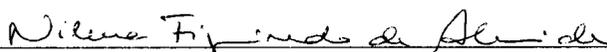
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 18/04/2011.



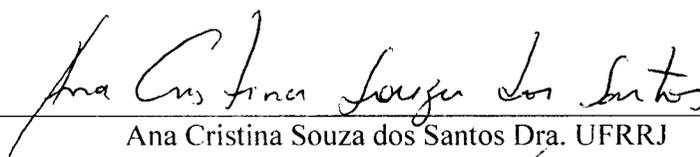
---

Akiko Santos, Dra. UFRRJ



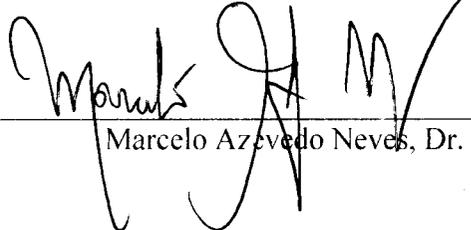
---

Nilma Figueiredo de Almeida, Dra. UFRJ



---

Ana Cristina Souza dos Santos Dra. UFRRJ



---

Marcelo Azevedo Neves, Dr. UFRRJ

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Maria Emilia Chaves e João Batista Chaves

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

À minha família, especialmente minha querida mãe, que me incentivaram nessa empreitada.

Aos meus amigos que contribuíram com a força do pensamento para que tudo desse certo e souberam compreender a minha ausência.

À Professora Doutora Akiko Santos pela dedicada orientação, paciência e valiosos ensinamentos sem os quais não poderia ter concluído esse estudo e a dissertação.

Ao corpo docente e administrativo do PPGEA pelo incentivo, dedicação, colaboração e preocupação com o sucesso de todos os alunos do programa.

Aos companheiros da turma 2/2009, em especial ao meu amigo Mestre Romário Cardoso Costa, pelo agradável convívio, pela solidariedade e pelas importantes contribuições durante esses dezoito meses de jornada.

À Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa, que deu condições de me dedicar e desenvolver esse trabalho.

Aos alunos das terceiras séries formandos em 2010 que tanto contribuíram para que o projeto fosse concluído.

Enfim, a todos que de uma forma ou outra contribuíram para a conclusão desse mestrado que se tornou uma das etapas mais importante da minha vida.

## RESUMO

CHAVES, Gerson Geraldo. **Do todo às partes e das partes ao todo, complexidade e transdisciplinaridade: a pedagogia de projetos e a resignificação da feira de ciências.** 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Principalmente no último século as profundas mudanças sofridas pelo mundo produziram transformações nas práticas sociais e no trabalho. A educação não pode mais ficar alheia a essas mudanças. O ensino tradicional já não satisfaz às perspectivas do século XXI. O uso de metodologias comprometidas com o ser, o saber e o fazer se fazem necessárias de modo a contribuir para a formação integral do estudante. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi estudar metodologias alternativas que apontam para a construção de um saber interligado, contextualizado e cheio de significados e aplicá-las nas turmas das terceiras séries do curso Técnico em Agropecuário e Técnico em Processamento de Alimentos concomitante com o ensino médio da Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa, analisando e avaliando suas contribuições no desenvolvimento de competências cognitivas, afetivas e sociais dos estudantes. No início do ano de 2010 os alunos das turmas mencionadas foram convidados para participarem de um projeto cujo tema foi energias alternativas de baixo custo. Utilizamos o método de projetos de trabalho para desenvolver a pesquisa e construir quatro aquecedores solar de baixo custo que foram implantados em quatro residências de famílias de baixa renda da comunidade de Florestal – MG, sendo que o resultado desse projeto foi apresentado na feira de ciências da escola, que para essa turma foi realizada sob a ótica do pensamento complexo e da transdisciplinaridade. Para verificar as contribuições oriundas dos métodos aplicados fizemos uso de portfólios, observação participante e questionário. Os resultados da pesquisa mostraram que a totalidade dos alunos concordou que o desenvolvimento de um projeto visando o lado social contribuiu para melhorar seu lado humano. O estudo mostrou ainda que para a maioria dos entrevistados a realização de um projeto de trabalho e a realização de uma feira de ciências numa ótica transdisciplinar contribuiu para uma melhor percepção de articulação entre as disciplinas que compõe o seu curso. Além disso, os alunos perceberam que a Física pode ultrapassar as fronteiras do ensino formal e, também, transpor os muros da escola. Portanto, percebemos que a educação não deve visar apenas o lado cognitivo, ela deve propiciar meios que contemplem os três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva.

**Palavras-chave:** Projeto de Trabalho. Complexidade e Transdisciplinaridade em Educação. Feira de Ciências.

## ABSTRACT

CHAVES, Gerson Geraldo. **From the whole to the parts and from the parts to the whole, complexity and transdisciplinarity: project pedagogy and the science fair reframing.** 2011. 110 p. Dissertation (Master's degree in Agricultural Education). Institute of Agronomy, Rural Federal University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The deep changes experienced by the world, especially in the last century, have produced transformations in both social practices and at work. Education cannot remain unaware of these changes. Traditional teaching no longer responds to the 21<sup>st</sup> century. The use of methodologies committed to the “being”, “knowing” and “performing” are made necessary so as to contribute to the student's education. Accordingly, the objective of this paper was to study alternative methodologies which aim at an interwoven contextualized and meaningful knowledge acquisition and apply them to the third year classes of both Agriculture and Food Processing Technical Courses concomitantly with the Central Education and Agricultural Development of The University of Viçosa/Florestal third year high school classes, analyzing and evaluating its contribution to the students' development of cognitive, affective and social competences. In the beginning of 2010 the students of the above mentioned classes were invited to take part in a working project whose theme was low cost alternative energy. A working project methodology was used to develop the research and build four low cost solar heaters which were installed in the homes of four low-income families in Florestal – MG, being that the outcome of this project was introduced at the school Science Fair, which to these students it was presented under the view of complex thinking and transdisciplinarity. To verify the contribution coming from the applied methodology we used portfolios, active observation and questionnaire. The results have shown that all of the students have agreed that the development of a project aiming at the social side contributed to the improvement to their human side. The study also showed to the majority of the people surveyed that the implementation of a working project which was shown at the science fair under the transdisciplinary view contributed to a better articulation perception among the subjects which compose these technical courses. Moreover, the students notice that Physics can go beyond the education boundaries and also the school limits. Thus, we have reached an agreement that education not only has to aim at the cognitive side but also provide means to contemplate the three human action fields: social life, productive activity and subjective experience.

**Key word:** Working project. Complexity and Transdisciplinarity in Education. Science Fair.

## LISTA DE SIGLAS

ASBC	Aquecedor Solar de Baixo Custo
CAF	Companhia Agrícola Florestal Santa Bárbara
CECIRS	Centro de Ciências do Rio Grande do Sul
CEDAF/UFV	Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa
CEMIG	Central Elétrica de Minas Gerais
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
CONSU	Conselho Universitário da UFV
CRAS	Centro de Referência de Assistência Social
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EMAF	Escola Média de Agricultura de Florestal
IEF/MG	Instituto Estadual de Florestas/Minas Gerais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
ONG	Organização Não-governamental
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROEJA	Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
PVC	<i>Poly Vinyl Chloride</i> ou Cloreto de PoliVinila
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SoSol	Sociedade do Sol
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UREMG	Universidade Rural de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1	Visão Geral .....	1
<b>2</b>	<b>DO TODO ÀS PARTES E DAS PARTES AO TODO</b> .....	5
2.1	O Pensamento na Grécia Antiga .....	5
2.2	Física Clássica: Início Claro do Reduccionismo .....	10
2.3	Física Moderna: O Início da Volta da Visão do Todo .....	13
2.3.1	Física quântica .....	14
2.4	Princípio da Correspondência .....	15
2.5	Princípio da Complementaridade .....	16
2.6	Princípio da Incerteza (ou Indeterminação).....	16
2.7	Teoria do Caos .....	17
2.8	Pensamento Sistêmico .....	18
<b>3</b>	<b>COMPLEXIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE</b> .....	21
3.1	Complexidade .....	21
3.2	Transdisciplinaridade .....	24
3.2.1	Lógica do terceiro excluído (clássica) e a lógica do terceiro incluído .....	27
3.2.2	Níveis de realidade .....	29
<b>4</b>	<b>TRANSDISCIPLINARIDADE E COMPLEXIDADE EM EDUCAÇÃO</b> .....	33
4.1	Um Ensino Significativo.....	36
<b>5</b>	<b>PEDAGOGIA DE PROJETOS E OS PROJETOS DE TRABALHO</b> .....	39
5.1	Pedagogia de Projetos e a Matriz Curricular Tradicional.....	40
5.2	Pedagogia de Projetos: etapas, papéis e atores .....	41
<b>6</b>	<b>AS FEIRAS DE CIÊNCIAS</b> .....	44
6.1	Histórico da Feira de Ciências na CEDAF/UFV .....	44
6.2	A Feira de Ciências Como Espaço Educativo .....	46
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	48
7.1	Caminhos Metodológicos .....	48
7.2	Pesquisa Participante .....	48
7.3	Sujeitos da Pesquisa .....	49
7.3.1	Características dos respondentes e sua relação com a escola .....	49
7.4	Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados .....	53
7.4.1	Observação participante.....	54
7.4.2	Questionário .....	54
7.4.3	Portifólio .....	55
7.5	Delimitação da Área de Pesquisa .....	55
<b>8</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE TRABALHO</b> .....	58
8.1	O projeto Uso e Difusão de Aquecedor Solar de Baixo Custo na Comunidade de Florestal.....	58
<b>9</b>	<b>A REALIZAÇÃO DA FEIRA DE CIÊNCIAS DE 2010</b> .....	69
<b>10</b>	<b>ALGUMAS DISCUSSÕES E RESULTADOS DA PESQUISA</b> .....	74
10.1	Impressão dos Respondentes Sobre Como São Ministradas as Aulas na Sua Escola. ....	74
10.2	A Visão dos Alunos em Relação à Missão da Escola .....	76
10.3	O Projeto de Trabalho Como Estratégia Metodológica de Ensino .....	77
10.4	O Aprimoramento do Lado Humano do Aluno .....	78
10.5	A Realização da Feira de Ciências de Forma Tradicional e Numa Ótica Transdisciplinar .....	79

10.6	Aprovação dos Alunos Acerca do Método Transdisciplinar .....	82
10.7	Dificuldades Encontradas Pelos Alunos no Desenvolvimento do Projeto .....	84
10.8	A Realização do Projeto em Concomitância Com o Currículo Tradicional.....	85
10.9	A Articulação das Disciplinas em Torno do Tema Trabalhado na Feira de Ciências .....	86
10.10	Competências Desenvolvidas ao Final do Projeto .....	86
10.11	Feira de Ciências Tradicional ou Numa Ótica Transdisciplinar? .....	87
10.12	Comparação Entre o Método Tradicional e Transdisciplinar .....	87
11	<b>CONCLUSÕES</b> .....	90
12	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	92
13	<b>ANEXOS</b> .....	97
	<b>Anexo A</b> – Consentimento Livre e Esclarecido .....	98
	<b>Anexo B</b> – Questionário .....	99
	<b>Anexo C</b> – Projeto Uso e Difusão de Aquecedor Solar de Baixo Custo na Comunidade de Florestal.....	104
	<b>Anexo D</b> – Documento Mostrando a Veracidade e Seriedade do Projeto Desenvolvido pelos Alunos .....	109
	<b>Anexo E</b> – Questionário Aplicado Pelos Alunos às Famílias Carentes.....	110

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Visão Geral

A motivação para esse estudo se baseia na preocupação com o ensino compartimentado, fragmentado e dissociado da realidade do aluno. Os conteúdos escolares não devem ser vistos simplesmente como um acúmulo de conhecimento como no entender da Pedagogia Tradicional e também não devemos sobrevalorizar a técnica como compreende a Pedagogia Tecnicista.

O estudo apresentado busca a articulação entre os saberes utilizando-se de metodologias que valorizem estratégias capazes de dar sentido e aplicação ao que se pretende ensinar, mediando, assim, o ser, o saber e o fazer.

Os problemas atuais da humanidade exigem competências<sup>1</sup> cada vez maiores que os especialistas não conseguem resolver. Neste século ainda persiste a educação pautada no século XIX. Esse modelo é representado por uma educação que valoriza a fragmentação do saber. Ainda hoje, dá-se ênfase à formação do indivíduo apenas para o trabalho técnico ou para um ensino propedêutico, não se valoriza disciplinas ligadas à formação do homem como ser. Enfatizamos o cognitivo e nos esquecemos do afetivo, da sociabilidade e da prática.

A educação assume cada vez mais lugar de destaque na sociedade moderna. A formação de indivíduos enfatizando apenas competências cognitivas já não atende as perspectivas exigidas para o século XXI. Essas competências, hoje, devem ser somadas à formação de cidadãos comprometidos com seus momentos históricos, social, econômico e político.

As tendências educacionais progressistas abarcam toda uma concepção que valoriza a formação integral do ser humano. A reforma no ensino para esse século não deve estar calcada apenas em possibilitar ao aluno acesso ao saber, mas, principalmente resgatar a humanização do ser humano, um ensino que o ajude a viver, conviver e pensar livremente.

Morin (2009b) nos remete a pensar a educação como um meio capaz de fornecer aos alunos que vão enfrentar o terceiro milênio uma nova concepção de ensino. Um ensino que produza neles a capacidade de articular, religar, situar-se num contexto e com isso possa ser um ensino globalizado, ensino esse que seja capaz de conseguir fazê-los reunir e articular os conhecimentos que adquiriram significativamente.

Isso representa um grande desafio, pois estamos inseridos numa cultura em que o ensino é compartimentado, especializado, isolado um do outro, e com isso acaba sendo simplesmente uma justaposição de conhecimentos. Portanto esta foi uma proposta bastante desafiadora, pois aponta para uma cultura que valoriza a articulação, a aplicação dos saberes e o ser humano.

Delors (1998, p. 99) nos afirma, enfaticamente, que como princípio fundamental “a educação deve contribuir para o desenvolvimento total da pessoa – espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade”.

Procuramos, neste estudo, trazer essas discussões para a educação profissional de nossa escola propondo atividades que, a partir da disciplina Física, contribuam para um conhecimento em rede e multidimensional.

As profundas mudanças pelas quais o mundo vem passando, principalmente no último século, produziram transformações nas práticas sociais e no trabalho. A educação, que durante muito tempo as desconsiderou, não pode mais ficar alheia a essas mudanças.

---

<sup>1</sup> Durante o desenvolvimento deste trabalho a noção de “competências” não se identifica com a Pedagogia Tecnicista, mas sim no sentido de habilidades.

No Brasil, constantes debates se travam em torno da educação de maneira a superar o reducionismo, a compartimentalização e a disciplinarização do saber. As reformas na legislação educacional pouco têm contribuído, efetivamente, para a mudança desse quadro.

A última reforma, em âmbito nacional, a respeito da educação profissional prevê através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei 9.394/96, a articulação entre o ensino médio e o ensino profissionalizante como se pode ler no seu artigo 40: “a educação profissional será desenvolvida em articulação com o ensino regular ou por diferentes estratégias de educação continuada em instituições especializadas ou no ambiente de trabalho” (BRASIL, 1996).

Além de forma articulada e de acordo com a mesma Lei em seu artigo 22 “a educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996).

A LDB prevê, ainda, a integração curricular como proposta de organização do ensino profissional de forma a combater o reducionismo clássico que se instaurou nas instituições de ensino.

Na prática, porém, em regra, o que se percebe é a não observância dos princípios sugeridos pela lei, pela escola e pela realidade que a sociedade nos mostra para esse século.

Nos sistemas oficiais de Educação, em âmbito nacional, a Física é uma disciplina obrigatória na Educação Básica para todos os estudantes do nível médio. Apesar de haver um consenso sobre a importância de suas aplicações e dessa matéria nos cursos, ela é vista com certa aversão pela maioria dos estudantes.

Observamos que parte dos alunos desenvolve uma resistência à aprendizagem dos conteúdos das ciências naturais, em especial a Física, o que dificulta o seu avanço, tanto para estudos posteriores quanto para uma aplicação efetiva desses conhecimentos na vida.

Podemos atribuir essa resistência a uma série de fatores, que ora são apontados por pesquisas, ora obtidos durante nossa atuação como educadores.

A Física é vista pela maioria dos estudantes apenas como um emaranhado de equações matemáticas descontextualizadas das suas realidades.

Outro problema detectado é que grande parte dos estudantes não tem um pensamento científico, ou seja, não tem senso investigativo, não consegue observar, testar, experimentar, sintetizar, concluir, uma vez que durante toda sua vida acadêmica eles foram treinados a repetir regras, operações e conceitos. Para realizar uma atividade investigativa, o aluno deve compreender o quê e o porquê está fazendo.

Levando-se em consideração a heterogeneidade das turmas, principalmente a dos cursos técnicos, nos quais recebemos alunos de culturas e realidades diferentes, há uma maior dificuldade em se trabalhar este conteúdo, já que a diversidade dos estudantes e dos conhecimentos pré-adquiridos por eles não são fatores irrelevantes. Segundo Freire (1977, p.77) o aluno “não pode ser” considerado apenas um “depósito de conteúdos” e sua realidade e experiências pré-adquiridos devem ser levadas em consideração.

A estrutura curricular do ensino técnico e a própria tradição desses cursos fomentam uma completa separação entre o ensino médio e o ensino profissionalizante.

Todos esses fatores nos levam à tomada de consciência de que precisamos urgentemente de uma mudança nos métodos por nós utilizados. Portanto, o estudo em questão se justifica, uma vez que visa aplicar uma metodologia que, partindo da disciplina Física, possa promover a inter relação entre as matérias que compõe o curso do aluno.

Acreditamos que nas Escolas Federais de ensino profissional agrícola, como a Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa (CEDAF/UFV), a metodologia utilizada pela maioria dos professores só tem contribuído para acentuar a completa separação não só entre o ensino regular e o profissional bem como a separação entre as disciplinas que os compõe.

De acordo com o exposto, presumimos que parte da dificuldade dos estudantes com relação à Física se deve à metodologia adotada pelos professores no processo ensino-aprendizagem. O ensino tradicional não valoriza métodos capazes de aproximar o estudante de conteúdos que lhe parecem mais fáceis e aplicáveis, se conduzidos de maneira contextualizada e aplicada.

Para minimizar a distância entre os conceitos da Física e as relações que a compõe, faz-se necessária a utilização, por parte do docente, de novas ferramentas e ou metodologias que possibilitem um maior entendimento e articulação entre os conteúdos bem como sua aplicabilidade.

Com a apresentação de uma situação-problema que foi desenvolvida através de um projeto de pesquisa, privilegiando a inter-relação entre os conteúdos e unindo teoria e prática, acreditamos que dessa forma os estudantes não foram apenas espectadores, mas, sim, parte integrante e principal do processo ensino-aprendizagem.

Criar um ambiente convidativo, de modo que os integrantes se sintam estimulados a trabalhar em equipe para transformar idéias e conceitos em prática, é uma forma de despertar o interesse do estudante. O ensino de ciências praticado no Brasil pressupõe uma atitude passiva dos alunos que não favorece a criatividade, a inovação e a aquisição de conhecimentos significativos. Criar na escola (ou mesmo fora dela) um espaço, para transformar conhecimentos em prática, é fundamental para que o aluno veja os frutos de seu trabalho, e tal espaço pode ser, por exemplo, uma feira de ciências.

Um modo incontestável de atrair a atenção do aluno são os experimentos, desde que sejam realizados tendo em vista um tratamento físico; ou ainda, que não sejam apresentados como uma simples “receita de bolo”.

Considerando os métodos adotados pela forma tradicional, entende-se que há uma distância significativa entre o ensino que produzimos e o que poderíamos produzir através de uma metodologia comprometida com a construção do conhecimento.

Para diminuir a distância entre os estudantes e as disciplinas, este projeto, direcionado principalmente aos alunos da terceira série do curso Técnico em Agropecuária e Técnico em Processamento de Alimentos da CEDAF/UFV, tem como objetivo uma maior interação entre os conteúdos e o curso em geral. Estudar uma maneira de direcionar o ambiente escolar para a construção, juntamente com o educando, de uma Física “útil para a vida” independentemente de suas escolhas futuras.

Como parte primeira e responsável pelo processo de ensino-aprendizagem, não podemos deixar de repensar nossas atitudes e práticas como educadores que somos. Uma reforma no ensino supõe primeiramente uma reorganização do pensamento. Podemos dar o primeiro passo mudando a nós mesmos, buscando novas formas de integração entre aluno-professor-objeto de estudo. Assumindo que alguns elementos dos sistemas educacionais estão obsoletos, o presente estudo também privilegia redirecionar o ambiente escolar, como parte atuante no processo de desenvolvimento intelectual-social do estudante.

Segundo Assmann (1998) O processo educacional deve privilegiar a qualidade cognitiva e social da educação. Um bom ensino dos docentes não significa, automaticamente, uma boa aprendizagem dos estudantes. Educar não é apenas ensinar, mas criar situações de aprendizagem nas quais todos os aprendentes possam despertar, mediante sua própria experiência, o conhecimento. A escola não deve se portar como uma simples repassadora de conteúdos, mas, para além disso, ela deve melhorar qualitativamente o ensino nas suas formas didáticas e na renovação e atualização constante dos conteúdos, reencantando, assim, a educação.

Existem várias estratégias de ensino que corroboram as idéias acima. Podemos citar a contextualização dos conhecimentos, o ensino globalizado, a inter/transdisciplinaridade, os projetos de trabalho e os temas transversais. Dessa forma, esse estudo tem a preocupação de

aplicar uma metodologia que não compactue com uma visão cartesiana<sup>2</sup>, disciplinar e compartimentada do conhecimento.

Este trabalho de pesquisa se justifica na medida em que busca analisar de que forma um projeto de trabalho, direcionado para uma atividade prática aplicada na comunidade de Florestal, valorizando nesse contexto o social, a complexidade do pensamento e a transdisciplinaridade, poderá contribuir para uma real articulação entre os conhecimentos e de que forma isso contribui para melhorar a responsabilidade social do estudante.

Para dar suporte a essa discussão procuramos um referencial teórico baseado em autores que consideram a articulação e complexidade do conhecimento.

Essa reflexão se desdobra em várias partes, mas destacamos alguns pontos importantes a serem analisados e desenvolvidos durante o estudo deste projeto: do todo às partes e das partes ao todo, complexidade e transdisciplinaridade em educação, os projetos de trabalho e a feira de ciências como espaço educativo.

O estudo foi realizado na Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa (CEDAF/UFV), uma escola da rede federal de educação profissional vincula à Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada na cidade de Florestal, no estado de Minas Gerais, sendo que parte do projeto foi desenvolvida na comunidade de Florestal.

---

<sup>2</sup> A visão cartesiana preconiza a separação entre sujeito e objeto, entre corpo e alma privilegiando o intelecto e a razão, relativizando, assim, questões como o sentimento e a emoção.

## 2 DO TODO ÀS PARTES E DAS PARTES AO TODO

Segundo Assmann (1998), não há paradigma permanente, pois eles são historicamente mutáveis, relativos e naturalmente seletivos. A evolução da humanidade é contínua e dinâmica, assim modificam-se os valores, as crenças, os conceitos e as idéias acerca da realidade. Essas mudanças paradigmáticas estão diretamente relacionadas ao olhar e à vivência do observador. Os paradigmas são necessários, pois fornecem um referencial que possibilita a organização da sociedade, em especial da comunidade científica quando propõe continuamente novos modelos para entender a realidade. Por outro lado, pode limitar nossa visão de mundo, quando os homens e mulheres resistem ao processo de mudança e insistem em se manter no paradigma conservador. A aceitação ou resistência a um paradigma reflete diretamente na abordagem teórica e prática da atuação dos profissionais em todas as áreas de conhecimento (BEHRENS e OLIARI, 2007, p.54-55).

A sociedade na qual se vive é fruto de um longo processo histórico influenciado pelas mudanças de paradigmas<sup>3</sup> na ciência<sup>4</sup>.

Na visão de Capra (2006b), uma mudança paradigmática vem sempre acompanhada de profundas mudanças no pensamento, na percepção e nos valores que permeiam a maneira de se ver determinada realidade.

Para entendermos melhor algumas mudanças de paradigmas faremos um breve histórico sobre as idéias de alguns cientistas, filósofos e matemáticos que contribuíram para mudar a forma de pensar do ser humano que partindo de uma visão global chegou-se a uma visão reducionista.

Ao que tudo indica novos caminhos apontam para, novamente, partirmos para uma visão global do conhecimento.

Essa primeira parte da revisão de literatura se baseou principalmente nos autores Capra (2006 a e b), Brennan (2003) e Andery *et al* (2007).

### 2.1 O Pensamento na Grécia Antiga

Segundo Brennan (2003) sem dúvida havia física antes de Isaac Newton, pois até mesmo antes dos gregos antigos pessoas já se preocupavam em explicar o mundo que os rodeava. Para exemplificar podemos citar três civilizações: os chineses, os egípcios e os mesopotâmios.

O período arcaico é caracterizado pelo nascimento do pensamento racional e nesse período destacam-se alguns filósofos. Um deles é Tales de Mileto.

Alguns historiadores consideram Tales de Mileto (625-548? a.C.) como o primeiro filósofo e o primeiro cientista. Foi ele quem apresentou novas perspectivas de como tentar compreender o mundo natural sem recorrer ao animismo. Tales fez a audaciosa afirmação de que o cosmo era algo que a mente humana era capaz de compreender, colocando, assim, o mundo intelectual para refletir sobre o modo de como as coisas funcionam. Para ele a água

---

<sup>3</sup> Thomas Kuhn considera “paradigmas” as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência (KUHN, 2009, p.13). Edgar Morin define paradigma como “um tipo de relação lógica (inclusão, conjunção, exclusão) entre um certo número de noções ou categorias-mestras. Um paradigma privilegia certas relações lógicas em detrimento de outras, e é por isso que um paradigma controla a lógica do discurso” (MORIN, 2003, p.162).

<sup>4</sup> “A ciência caracteriza-se por ser uma tentativa do homem entender e explicar racionalmente a natureza, buscando formular leis que, em última instância, permitam a atuação humana” (ANDERY *et al*, 2007, p.13).

era o elemento primeiro, o princípio da natureza, pois tudo que nela tem contém água, da Terra (que está sobre a água) às sementes.

Anaximandro (610-547? a.C.) não relacionava a origem de tudo a nenhum elemento observável. Para ele o princípio de tudo era o *ápeiron* (ilimitado), um elemento indeterminado, do qual eram formados todos os outros elementos e para o qual todos voltariam. Relata ainda que o mundo é constituído de contrários (frio/quente, seco/úmido) que provêm de uma unidade e esses contrários se separam devido ao eterno movimento.

Para Anaxímenes (585-528? a.C.), possivelmente sintetizando as idéias de Tales e Anaximandro, tudo provém de um elemento ilimitado, mas que este seria o ar. Ele especificava que desse elemento (“o uno”) se originavam todos os fenômenos (“multiplicidade”).

Segundo ANDERY *et al* (2007, p.39) eles foram os primeiros homens “capazes de, partindo da observação dos fenômenos da natureza, elaborar conceitos ou idéias abstratas, construindo, assim, as marcas do primeiro momento de ruptura com o pensamento mítico”.

Esses filósofos foram sucedidos por Pitágoras (580-497? a.C.) e seus seguidores. Com o objetivo de compreender os fenômenos do mundo e explicar as coisas nele existentes, eles chegaram a um elemento que seria a base de todos os fenômenos: o número. Nesse caso o número não era visto como um símbolo, mas como o elemento que compunha a estrutura dos fenômenos da natureza. Para eles o mundo real poderia ser traduzido em termos de equações matemáticas. “A escola pitagórica, que sobreviveu ao mestre por várias centenas de anos, afirmava que o universo é a manifestação de várias combinações de razões matemáticas”. (BRENNAN, 2003, p.14).

Os pitagóricos julgavam que de uma unidade surgiria toda multiplicidade dos fenômenos. Para eles, essa unidade era ela própria, firmada da união de um par de opostos que é o limitado e o ilimitado (dessa união estava a origem do universo). Sendo assim esses opostos se harmonizavam e essa harmonia seria obtida da junção de desiguais em um único todo harmônico.

Pitágoras foi o primeiro homem, que se tem notícia, a ensinar que a Terra é redonda e que ela se move.

Para Heráclito (540-470 a.C.) o universo e todos seus elementos eram uma conjunção entre a unidade e a multiplicidade, não havia oposição entre eles e todos os fenômenos eram ao mesmo tempo uno e múltiplo. A tensão entre os opostos coexistiam em cada fenômeno e essa eterna luta de forças opostas, operando simultaneamente, constituíam o uno (conjunção, o todo e não-todo, o convergente e o divergente, o consoante e o dissonante, e de todas as coisas um e de um todas as coisas; “tudo é um” ). Heráclito diz que “a parte é diferente do todo, mas também é o mesmo que o todo. A essência é o todo e a parte”.

Heráclito é o pensador de que “tudo flui” e o fogo seria a origem de tudo que nos circunda.

Parmênides (530-460?, a.C.), ao afirmar que “o que é, é e não pode não-ser”, propõe que o Ser era algo imutável e uno, contínuo, fixo, sem começo e sem fim, intemporal, indivisível e móvel e esse Ser imutável era o limite do real e do possível de ser pensado. Parmênides objetivava a eliminação da contradição do pensamento tendo esse parâmetro como critério de avaliação de conhecimento verdadeiro.

Andery (2007) coloca que a contradição unidade-multiplicidade na concepção do Ser e suas implicações para a produção do conhecimento passaram a nortear a reflexão para os pensadores a partir de então.

Dentre esses pensadores está Zenão de Eléia (495-430? a.C.) que Aristóteles considerou como o fundador da dialética<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> A dialética ensina a “perguntar e responder cientificamente” de forma que se é capaz de discernir a idéia, separá-la das demais e delimitá-la (ANDERY, 2007, p. 76).

No século V a.C. destacam-se ainda dois pensadores gregos, Anaxágoras e Empédocles, por defenderem a idéia da multiplicidade na formação dos elementos e neles próprios.

O primeiro reconhece, sem abrir mão do rigor lógico, que os elementos eram infinitos e cada um deles continha todos os opostos do universo em quantidades diferentes, reconhecendo a pluralidade nos próprios elementos. Um desses opostos era o mais puro e sempre idêntico, o espírito (*Nous*) e por sua ação impulsionava o movimento dos opostos levando-os a combinarem de diferentes formas. Essa combinação originava todos os fenômenos do mundo e suas transformações.

O segundo, ao supor que “tudo contém uma parte de tudo”, enfatiza que todas as coisas têm todas as coisas e todas são divisíveis ao infinito. Ele propõe ser o universo formado por quatro elementos: terra, ar, água e fogo. Esses elementos eram eternos, não tinham início e nem fim e juntando-se, combinando-se ou separando-se formavam todos os fenômenos do universo. Para ele, a fonte dessa combinação eram duas forças opostas, o amor que impulsionava a junção e o ódio que impulsionava a separação.

Na tentativa de justificar a multiplicidade do mundo e a preocupação com o movimento surge a concepção atomista<sup>6</sup>. Demócrito (460-370?, a.C.), dando continuidade à teoria do átomo de Leucipo (c.500 a.C.), considera o universo composto por um número infinito de partículas finitas – os átomos – que seriam corpúsculos indivisíveis, indestrutíveis e imutáveis. Para ele, o vazio que era infinito só existia fora do átomo, já que esse era indivisível e seria condição para seu movimento e eles em seu movimento neste vazio chocavam-se, juntavam-se e separavam-se ao acaso dando origem aos diferentes fenômenos do universo.

Ainda, para ele, a sensação dos fenômenos dependia do observador, pois a interação dos átomos que estavam em constante movimento com o sujeito também produzia modificações nele, existindo, assim, dois tipos de conhecimento: o obscuro (que era produto das sensações) e o genuíno (alcançado pela mente).

Durante o período clássico (século V e IV a.C.) o desenvolvimento das cidades-estado gregas, fundadas no escravismo e na democracia, acabou por despertar nos cidadãos gregos o desprezo pelo trabalho manual. A crescente participação dos cidadãos na cena política dessas *polis* fizeram surgir os sofistas<sup>7</sup> que indo de cidade em cidade ensinava os filhos dos cidadãos, por um preço estipulado, uma educação para se ter sucesso na vida pública e na política. Com os sofistas instaura a crença de que os indivíduos podem ser moldados pela cultura e por convenções humanas.

Alguns filósofos dessa época não concordavam com as idéias dos sofistas. Um deles é Sócrates (469-399? a.C.). Para ele o conhecimento era visto como um mecanismo de aprimoramento do homem e da sociedade, pois o homem já o trazia em sua alma e na busca de si mesmo o conhecimento era aprimorado.

---

<sup>6</sup> Naquele tempo (430 a.C.), caminhando pelas areias próximas ao mar Egeu, o filósofo grego Leucipo disse a seu discípulo Demócrito: “Esta areia, vista de longe, parece ser um material contínuo, mas de perto é formada de grãos, sendo um material descontínuo. Assim ocorre com todos os materiais do universo”. “Mas, mestre”, interrompeu Demócrito, “como posso acreditar nisso se a água que vemos aqui aparenta continuidade tanto de longe quanto de perto?”

Respondeu-lhe Leucipo: “Muitos vêm e não enxergam, ‘use os olhos da mente’, pois este nunca o deixou na escuridão do conhecimento. Em verdade, lhe digo: todos os materiais são feitos de partículas com espaços vazios ou vácuo entre elas. Essas partículas são tão pequenas que mesmo de perto não podem ser vistas. Muitos séculos passarão até que essa verdade seja aceita. Chegará o dia em que essas partículas serão até ‘vistas’ pelo homem. Ide e ensinaí a todos e aqueles que nela acreditarem encontrarão respostas para as suas perguntas sobre o Universo”.

<sup>7</sup> Sábio é o sentido original da palavra sofista (ANDERY, 2007, p.60).

Notável filósofo da antiguidade ele estudou as doutrinas de seus antecessores, chamados de pré-socráticos, concluindo que aquelas idéias eram um emaranhado de teorias conflitantes não decidindo por nenhuma delas. Sócrates questionou os conhecimentos anteriores que se voltavam para a natureza, para o mundo e para o universo, se perguntando em que isso afetaria o nosso comportamento.

Para Sócrates, o mais importante era estabelecer um conhecimento que ajudasse a pautar uma conduta correta do ser humano, um conhecimento universal e não de fenômenos particulares, um conhecimento que não poderia ser transmitido por um conjunto de regras pré-estabelecidas, o conhecimento tinha de ser descoberto pelo próprio homem, em si mesmo. Sócrates considerava o diálogo fundamental na transmissão do conhecimento, talvez por isso não deixou escritos, tudo que se sabe sobre ele provém de seu discípulo Platão.

Platão (426-348? a.C.) considera o saber real ao conhecimento do uno e do imutável. Sua concepção de conhecimento está relacionada à sua concepção de sociedade, da busca essencial do Bem. Para essa sociedade se manter uma ele considerava que a educação dos cidadãos devesse ficar a cargo do Estado.

Para Platão a realidade se dividia em duas partes. A primeira parte é o mundo sensível, o mundo dos sentidos, onde tudo é aproximado ou imperfeito (pois os cinco sentidos também o são), em consequência nada é perene, as coisas surgem e desaparecem, é o mundo dos objetos e dos corpos. A segunda parte é o mundo das idéias. Nesse mundo podemos chegar a ter um conhecimento seguro, se para tanto fizermos uso de nossa razão, e esse mundo não pode ser conhecido através dos sentidos. Para ele as idéias são invisíveis, eternas e imutáveis, mas reais.

Desde o período arcaico duas questões eram motivo de sucessivos embates pelos pensadores gregos: a unicidade ou multiplicidade do universo e se ele estava em movimento ou repouso e essas questões não foram diferentes para Aristóteles. As suas idéias divergiam das de Platão, talvez por que esse enfatizasse a matemática enquanto o outro enfatizava a explicação dos seres vivos.

Aristóteles (384-322 a.C.) critica Platão por mitificar a realidade, ao achar que todas as nossas idéias e pensamentos tinham entrado em nossa consciência através dos sentidos. Para ele a razão é a característica mais importante do homem e permanece vazia enquanto não percebemos nada, nós não temos idéias inatas.

Aristóteles foi um dos maiores pensadores da história. Ele propôs a divisão do mundo em duas partes: o mundo sublunar que é onde vivemos, um mundo imperfeito em constante mutação onde a matemática não se aplicava. O outro mundo seria o céu, onde reina a perfeição, onde os corpos estariam incrustados em esferas celestes concêntricas e seus movimentos seriam circulares; nesse mundo harmônico a matemática se aplicaria. Esses corpos celestes bem como as esferas seriam constituídas do éter, uma substância invisível e indestrutível.

Para Aristóteles o nosso mundo era descrito qualitativamente. Os corpos, inclusive a terra, eram constituídos de quatro elementos: terra, ar, fogo e água, cada um desses elementos tinha um lugar próprio (lugar natural) e os movimentos eram classificados em naturais e violentos e os seres divididos em animados e inanimados.

A física e a cosmologia de Aristóteles eram baseadas em duas idéias fortemente ligadas ao senso comum:

- A Terra é imóvel e está localizada no centro do universo;
- Nos céus, os movimentos que percebemos repetem-se de modo sempre regular, como se fossem imutáveis.

Talvez, por estarem fortemente baseadas no senso comum as idéias de Aristóteles perduraram por quase dois milênios.

O processo do conhecimento, para Aristóteles, começa pela sensação que é o nível mais elementar e é a base para se ter um conhecimento científico, e passa por mais três níveis progressivos: a memória (conservação das sensações), a experiência (conhecimento de relações entre fenômenos singulares) e o conhecimento dos universais (conhecimento das causas das coisas) sendo esse último o conhecimento científico propriamente dito.

Para se construir um conhecimento científico era necessário conhecer os atributos (qualidades essenciais) das coisas e para isso era necessário o uso dos órgãos e dos sentidos para a observação dos fenômenos singulares, a partir disso era possível construir um raciocínio indutivo, construir conceitos que deveriam estar necessariamente de acordo com a realidade.

A razão intuitiva era o ponto de partida de todo conhecimento certo, a base para se entender os princípios de todo conhecimento verdadeiro, princípios estes nos quais o mais importante é o princípio da identidade: “é impossível que cada coisa seja ou não seja ao mesmo tempo”, e tais princípios não eram passíveis de demonstrações.

De acordo com Andery *et al* (2007):

[...] para Aristóteles, a indução não passava, no entanto, de um estágio inicial e preparatório do conhecimento científico, que permitia que se pudesse estabelecer, a partir do exame de casos particulares, uma regra geral que fosse válida para casos não examinados de um estágio preparatório para o conhecimento científico. [...] De posse dessas verdades era possível e imprescindível proceder à dedução (ao silogismo), à demonstração, em que se concluía, a partir de duas verdades, necessariamente uma terceira verdade (ANDERY *et al*, p.93).

Segundo Aristóteles a dialética deixa de ser o método para se tornar um exercício introdutório do conhecimento científico, para ele, somente através da dedução e pelo silogismo era possível demonstrar verdades sobre o ser e atingir o conhecimento científico.

O conhecimento grego continua com outros atores importantes como Aristarco, Arquimedes, Eratóstenes e Euclides. Destaca-se, aqui, Euclides (c.300 a.C.), pelo grande trabalho realizado em torno da geometria. É impossível se falar em geometria sem nos remetermos aos trabalhos de Euclides. Foi ele, também, o autor do famoso axioma<sup>8</sup> “O todo é igual à soma de suas partes”.

Zenão de Cico (336-264 a.C.) cria a escola estoica. A filosofia estoica propunha que a obtenção da felicidade só era adquirida por meio da reconciliação com a natureza, regida pela vontade divina. Dividida em três partes indissociáveis – a lógica, a física (que se referia à natureza) e a moral – de tal forma que nenhuma poderia ser entendida sem a outra, já que se referiam a uma única coisa, considerada de diferentes pontos de vista.

Para os estoicos uma coisa existia somente se ela fosse capaz de produzir e sofrer mudanças. Todas as coisas estão ligadas entre si e por alguma causa.

Os epicuristas também propunham que a felicidade só se daria em harmonia com a natureza, mas tem uma concepção totalmente diferente da dos estoicos para a natureza. Para eles, sem negar uma entidade abstrata, a explicação do mundo e sua origem poderiam ser feitas por explicações materiais. As coisas não teriam sido criadas do nada, “nada nasce do nada”. Tudo na natureza era formado a partir de átomos, ressurgindo assim a teoria atômica de Leucipo e Demócrito. Epicuro (341-271, a.C.) acrescenta a idéia de que o átomo tem um limite de tamanho e por isso ele é invisível. Nessa visão atomista da natureza tudo que existe ou é átomo ou é espaço vazio.

---

<sup>8</sup> No século XIX, os cientistas foram capazes de entender que axiomas são apenas afirmações admitidas, e não verdades absolutas (BRENNAN, 2003, p.14).

Várias outras linhas de pensamento contribuíram para mudar a forma de pensar do ser humano, mas destacamos, ainda, alguns pensadores gregos que contribuíram para mudar a história.

Aristaco de Samos (c.260 a.C.), considerado um dos maiores astrônomos gregos, teve uma idéia muito revolucionária para a época: o movimento dos corpos celestes poderia ser mais facilmente interpretado caso se admitisse que todos os planetas, inclusive a Terra, girassem em torno do Sol. Essa idéia heliocêntrica não sobreviveu, pois os sábios da época não a admitiram.

Arquimedes (287?-212 a.C.), foi o primeiro cientista e engenheiro que se tem notícia por ter transformado muitas de suas teorias em práticas. Um bom exemplo é o uso das alavancas, ele construiu essa máquina e demonstrou (matematicamente) que um pequeno peso a certa distância de um ponto de apoio equilibrará um grande peso próximo a esse apoio, elaborando, assim, a célebre frase: “Dê-me um ponto de apoio e posso mover o mundo”.

Destaca-se, ainda, o pensador, astrônomo, geógrafo e historiador grego Erastótenes (276-195? a.C.) por ter sido o primeiro a determinar o tamanho da Terra. Ninguém lhe deu crédito, pois os números por ele obtidos consideravam a Terra circular e, nessa época, admitir a Terra circular era admitir que o restante não conhecido do mundo ou era constituído de água ou de terras desconhecidas.

Até a idade média, antes de 1500, a visão de mundo para quase todos os povos era orgânica. De acordo com Capra (2006b):

As pessoas viviam em comunidades pequenas e coesas, e vivenciavam a natureza em termos de relações orgânicas, caracterizadas pela interdependência dos fenômenos espirituais e materiais e pela subordinação das necessidades individuais às da comunidade. A estrutura científica dessa visão de mundo orgânica assentava em duas autoridades: Aristóteles e a Igreja (CAPRA, 2006b, p.49).

Dos tempos antigos às grandes descobertas de Nicolau Copérnico, passaram-se cerca de 1700 anos, séculos nos quais prevaleceu a versão da realidade de Aristóteles.

## **2.2 Física Clássica: Início Claro do Reduccionismo**

Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes(1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626) foram os principais pilares da ciência moderna, mas ela começa com Nicolau Copérnico (1473-1543) quando se opõe ao modelo geocêntrico (terra centro do universo) de Ptolomeu e da Bíblia dando início à primeira revolução científica.

“O astrônomo polonês Nicolau Copérnico foi quem deu a partida na revolução científica que haveria de destronar a ciência grega e introduzir o homem pensante num caminho mais produtivo” (BRENNAN, 2003, p.17). Copérnico retira a Terra do centro do universo e a coloca na periferia, como outro planeta qualquer, girando em torno do Sol.

Para Morin (2003) a simples permuta entre o Sol e a Terra foi muito mais que uma troca. A visão do mundo mudou, um elemento que era periférico (Sol) passa a ser o elemento central e o elemento central (Terra) passa ser periférico. Um pensamento que provocou profundas mudanças na maneira de pensar.

As idéias de Copérnico seduziram dois jovens astrônomos da época: Johannes Kepler (1571-1630) – que empenhado em descobrir a harmonia das esferas celestes terminou por formular as leis que regem o movimento dos planetas – e Galileu Galilei (1564-1642) cujos experimentos com quedas dos corpos deram início à ciência da mecânica e que tiveram grande influência sobre Isaac Newton.

O rompimento com a física aristotélica lançou a base para o que hoje chamamos de física clássica. Galileu instaurou uma maneira totalmente nova de pensar, ele cria o método experimental (ou método científico). A experimentação de Galileu não se reduz a uma mera observação, ela supõe a formulação de uma hipótese e de relações matemáticas entre as variáveis do fenômeno em estudo. O próprio Galileu relata que: “os segredos da natureza estão escritos numa linguagem matemática, de modo que, sem conhecer essa linguagem, não poderemos conhecer mais profundamente o mundo em que vivemos”.

Para Galileu a nova ciência constitui-se pela utilização do método lógico-matemático, onde tudo pode ser medido, quantificado e matematizado, afastando todos elementos subjetivos.

Um fato a destacar é a adesão de Galileu ao modelo heliocêntrico. O aperfeiçoamento do telescópio, feito por ele, possibilitou a observação de vários acontecimentos celestes que acrescentavam novos e decisivos argumentos a favor do modelo heliocêntrico de Copérnico, refutando, assim, as idéias de Ptolomeu.

Parece que o deslocamento da Terra do centro do universo para a periferia revolucionou, também, de certa maneira, o modo de pensar dos filósofos, matemáticos e cientistas da época.

Galileu despreza o estudo da essência das coisas para a compreensão dos fenômenos naturais, substituindo-o pela visão das relações matemáticas entre os fenômenos instaurando, assim, o método experimental.

Um nome associado à ciência moderna é o iniciador do empirismo, o filósofo Francis Bacon. Segundo Bacon (2002) para passar de dominado a dominador da natureza o homem deve conhecer as leis da natureza por métodos comprovados através de experimentos. Bacon formulou a teoria da indução, que serve para descrever minuciosamente os cuidados, técnicas e procedimentos para investigação dos processos naturais.

Bacon declara várias vezes que “Saber é poder”.

Descartes vai mais longe que Galileu e Bacon ao propor que na ciência deve haver uma completa separação entre a substância física e a psíquica (separação corpo e alma), o pensamento deve ser puramente racional. Ele traduz esse pensamento em sua célebre frase “Penso, logo existo”.

Descartes (2008) em seu livro “Discurso do Método” de 1637 propõe, ainda, quatro preceitos que compõem a lógica:

- Evidenciar: aceitar como verdadeiro apenas aquilo que se apresenta claro e distinto para o pensamento;
- Decompor: um problema complexo deve ser dividido em partes mais simples para a sua resolução, quantas partes necessárias até que se esgotem todas as possibilidades;
- Ordenar: após a simplificação, deve-se seguir um ordenamento, do mais simples para o mais complexo de modo que a remontagem possa ser feita sem desvios,
- Revisar: enumerar e revisar minuciosamente as conclusões de modo que nada seja omitido e que tudo seja coerente.

Descartes é herdeiro do pensamento renascentista em que a vontade do homem em ampliar seus conhecimentos levou-o a ter um pensamento autônomo. Do renascimento originou-se uma filosofia resignada à separação entre a sabedoria e a ciência.

Até a atualidade ainda persistem as idéias cartesianas, mas destaca-se uma figura que fugiu a essa regra: Blaise Pascal (1623-1662).

Pascal foi exceção em sua época. Enquanto a maioria dos filósofos e físicos compactuava com as idéias cartesianas, que defendiam o racionalismo, a fragmentação, a lógica fria e precisa, aplicada a toda e qualquer forma de ciência, seja ela exata ou humana, Pascal não se motiva por essa linha de pensamento. Ele soube separar a ciência do ser humano e não aceitou o matematicismo de Descartes, como reducionismo em relação à

realidade humana. Essa idéia é comprovada em sua própria fala “Não posso conceber o todo sem conceber as partes e não posso conceber as partes sem conceber o todo”.

A física aristotélica prevaleceu no pensamento ocidental por quase 2000 anos até se instaurar no século XVII a chamada primeira grande revolução científica. Essa revolução está associada ao nome de Galileu Galilei e principalmente ao de Isaac Newton (1643-1727)

O nome de Isaac Newton e seus feitos são conhecidos pela grande maioria das pessoas. Suas idéias foram muito influenciadas por Descartes e Bacon como nos ressalta Brennan (2003):

Bacon era um rebelde em relação ao dogma estabelecido. Insistia em que a abordagem científica básica devia mudar do raciocínio dedutivo para o indutivo. Quem buscava o conhecimento, sustentava ele, não mais devia começar pelas definições abstratas e distinções verbais para, a partir destas, deduzir soluções concretas. Quando se fazia isso, insistia, obrigava-se os fatos a corroborar noções preconcebidas. Em vez disso, devia-se começar com dados concretos, preferivelmente encontrados por meio de experimento, e raciocinar indutivamente a partir desses dados para chegar a conclusões reais, gerais e empiricamente apoiadas. Os experimentos que Newton fez posteriormente com a luz e o som ilustram a influência de Bacon em seus métodos (BRENNAN, 2003, p.35).

Ainda de acordo com o mesmo autor:

A geometria analítica de Descartes foi uma ferramenta poderosa no trato de um universo estático. Newton havia concluído que o que se fazia necessário era uma maneira de quantificar a operação de um mundo dinâmico, um mundo em constante movimento. Diante disso mostrou-se à altura do desafio: inventou o cálculo diferencial e integral, um marco na história da matemática. [...] Ao desenvolver o cálculo, Newton fez uso de um princípio que aprendera com Descartes: quando um problema parecer vasto e complicado demais, decomponha-o em pequenos problemas e resolva um por um. É isso que o cálculo faz (BRENNAN, 2003, p.36).

O grande poder de intuição de Newton aliado ao seu rigor matemático, fê-lo concluir a primeira síntese moderna sobre o universo físico: o movimento dos maiores corpos celestes são regidos pelas mesmas leis matemáticas que o movimento das menores partículas.

Parece haver um paradoxo entre os métodos adotados por Newton e a unificação do movimento dos corpos do micro ao macro cosmo. De acordo com Brennan (2003):

A mecânica newtoniana foi, acima de tudo, um triunfo ao reducionismo – o ato de tomar um fenômeno complexo, neste caso o cosmo, e explicá-lo mediante a análise dos mecanismos físicos mais simples, mais básicos que estão em operação durante o fenômeno. Ademais, representou uma mudança na perspectiva do pensamento humano, uma transição de uma sociedade estática que espera que alguma coisa aconteça para uma sociedade dinâmica que busca compreender, pois que compreensão implica controle (BRENNAN, 2003, p.48).

Mesmo diante do antagonismo mostrado na citação acima, entendemos que até na física moderna instaurou-se a fragmentação e o reducionismo do pensamento bem como a visão mecanicista de Descartes. “Em toda a história da ciência, desde a filosofia grega até a física moderna verificam-se tentativas constantes de reduzir a aparente complexidade dos fenômenos naturais a algumas idéias e relações fundamentais simples” (EINSTEIN e INFELD, 2008, p.52).

Nos séculos XVII, XVIII e XIX os físicos utilizaram-se de uma visão mecanicista do mundo para desenvolver os conceitos da Física Clássica, “basearam suas idéias na teoria matemática de Isaac Newton, na filosofia de René Descartes e na metodologia científica defendida por Francis Bacon” (CAPRA, 2006b, p.44). Pensava-se que, como o universo, o

homem era uma máquina perfeita constituído de peças elementares e que a matéria era a base de toda existência.

Todos os conceitos de Newton se baseavam em coisas que podiam ser vistas ou ao menos visualizadas e que todos os fenômenos físicos estão reduzidos ao movimento das partículas materiais, causado por sua atração mútua, pela força da gravidade. Quando se passou para o diminuto - do que não podia ser visto, porém, o que estavam descobrindo era algo totalmente novo, um mundo estranho onde os físicos não tinham uma linguagem adequada para descrever os fenômenos que aconteciam. Foram obrigados, então, a pensar conceitos radicalmente novos para descrever tais fenômenos.

### **2.3 Física Moderna: O Início da Volta da Visão do Todo**

Durante o desenvolvimento da ciência, constantemente ela se depara com novos acontecimentos que colocam em xeque as idéias que são a base de sustentação de determinada teoria, sendo assim, as teorias vão sendo substituídas ou complementadas por outras. Como exemplos podemos citar o universo geocêntrico de Aristóteles e Ptolomeu que foi substituído pelo modelo heliocêntrico de Copérnico, Kepler e Galileu e mais recentemente o universo de Newton foi substituído pelo de Einstein.

Hawking (2002) relata que, no final do século XIX, os cientistas acreditavam estar próximos de uma descrição completa do universo, imaginando que o espaço fosse completamente preenchido por um meio contínuo denominado éter. No final daquele século, discrepâncias com relação a essa idéia começaram a surgir. De acordo com Einstein e Infeld (2008) para construir o éter como um meio de natureza mecânica os físicos tiveram que fazer suposições superficiais e antinaturais.

Os paradoxos encontrados na tentativa de explicar os conceitos mecânicos do éter além de novas idéias e trabalhos revolucionários como os de Michael Faraday (1791-1867), James Clerk Maxwell (1831-1879) e de Heinrich Hertz (1857-1894) abriram caminho para o desenvolvimento da física moderna.

Faraday e Maxwell estudaram os efeitos das forças elétricas e magnéticas, com idéias que apontavam para um novo ponto de vista filosófico, diferente do mecânico. Substituindo o conceito de força pelo conceito de campo de força, mostraram que os campos têm sua própria realidade e podem ser estudados sem qualquer referência a corpos materiais. Com essas idéias eles foram os primeiros físicos a ultrapassar a física newtoniana.

Uma nova visão da realidade não é fácil, pois toda mudança de paradigma gera uma mudança de pensamento, como relata Capra (2006a):

A nova visão da realidade não era, em absoluto, fácil de ser aceita pelos físicos no começo do século. A exploração dos mundos atômico e subatômico colocou-os em contato com uma realidade estranha e inesperada. Em seus esforços para apreender essa nova realidade, os cientistas ficaram dolorosamente conscientes de que suas concepções básicas, sua linguagem e todo o seu modo de pensar eram inadequados para descrever os fenômenos atômicos. Seus problemas não eram meramente intelectuais, mas alcançavam as proporções de uma intensa crise emocional e, poder-se-ia dizer, até mesmo existencial. Eles precisaram de um longo tempo para superar essa crise, mas, no fim, foram recompensados por profundas intuições sobre a natureza da matéria e de sua relação com a mente humana (CAPRA, 2006a, p.24).

Nesse cenário é que surge um dos maiores gênios de todos os tempos: Albert Einstein (1879-1955). No início do século XX, mais precisamente em 1905, Einstein publicou quatro artigos que revolucionaram, não de imediato, a visão de mundo e a maneira de pensar. Dois

desses artigos continham a Teoria da Relatividade e as idéias que contribuíram para fundamentar a teoria quântica.

A eletrodinâmica e a mecânica eram duas teorias totalmente distintas dentro da física clássica. Ao tentar se construir uma estrutura comum para essas duas teorias Einstein chegou à teoria especial da relatividade que compatibilizou a mudança de referencial entre essas duas estruturas, mas em contrapartida mudou radicalmente não só os conceitos de tempo e espaço bem como a visão de mundo da física clássica.

Uma década depois, Einstein propôs a teoria geral da relatividade ao incluir a gravidade na teoria anterior, o que mudou, ainda de forma mais drástica, o conceito de espaço e tempo.

Einstein propôs que não há movimentos absolutos no universo, apenas relativos. Para ele o universo não é plano, nem o tempo é absoluto, mas ambos se combinam e formam um espaço-tempo curvo. Com essas idéias Einstein derrubou vários paradigmas absolutos da ciência. Para Newton o tempo é absoluto, para Einstein o tempo é relativo, para a geometria euclidiana a menor distância entre dois pontos é uma reta, para Einstein essa menor distância é uma curva.

Einstein também afirmou que a inércia estaria associada a uma forma de energia e que uma se convertia na outra. Com essa afirmação Einstein chegou à expressão<sup>9</sup> mais famosa de todos os tempos. Essa expressão relaciona massa com energia e energia com massa.

A teoria da relatividade trouxe grandes avanços no que tange o campo da microfísica. No mundo da microfísica, porém, a realidade se apresentava de forma diferente e os físicos encontravam sérios problemas em descrever e entender esse universo. Essa crise científica não foi só de cunho intelectual, mas também de cunho emocional e existencial.

Sobre essas dificuldades em descrever tais fenômenos Heisenberg relata: “A reação violenta ao recente desenvolvimento da física moderna só pode ser entendida quando se percebe que, neste ponto, os alicerces da física começaram a se mover; e que esse movimento provocou a sensação de que a ciência estava sendo separada de suas bases” e no mesmo sentido Einstein escreve: “Todas as minhas tentativas para adaptar os fundamentos teóricos da física a esse [novo tipo de] conhecimento fracassaram completamente. Era como se o chão tivesse sido retirado de baixo de meus pés, e não houvesse em qualquer outro lugar uma base sólida sobre a qual pudesse construir algo” (CAPRA, 2006b, p.72).

### 2.3.1 Física quântica

A física quântica começa em 1900 com Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947). Através de uma abordagem termodinâmica<sup>10</sup>, Planck descobriu que a matéria absorve energia térmica e emite energia luminosa de maneira descontínua, em quantidades discretas, mais tarde ele chamou esses fragmentos de quanta. Nasceram aí as bases sobre as quais se desenvolveria toda teoria quântica.

No desenvolvimento da física quântica, os físicos perceberam que os paradoxos encontrados nos fenômenos atômicos não poderiam ser respondidos com conceitos clássicos e novas teorias foram surgindo para descrever tais fenômenos. “A nova física exigia profundas mudanças nos conceitos de espaço, tempo, matéria, objeto e causa e efeito; como esses conceitos são fundamentais para o nosso modo de vivenciar o mundo, sua transformação causou um grande choque” (CAPRA, 2006b, p.72).

---

<sup>9</sup>  $E = mc^2$

<sup>10</sup> Termodinâmica é o ramo da física que estuda as relações entre calor, temperatura, trabalho e energia.

As partículas subatômicas, inclusive os fótons que constituem a luz, são entidades muito abstratas e têm um aspecto dual, apresentam-se ora como partícula ora como onda, dependendo do modo com que as observamos.

Na visão clássica essa natureza dual das partículas subatômicas era algo paradoxal. Aos poucos os físicos perceberam, ao deixarem a ótica clássica, que um elétron não é onda e nem partícula, mas pode se comportar como um ou outro de acordo com sua interação com outros objetos ou partículas.

A investigação experimental dos átomos, no início do século XX, provocou alguns resultados inesperados e uma nova concepção de matéria. De acordo com Capra (2006b) o átomo é feito, basicamente, de espaço vazio onde partículas extremamente pequenas “giram” em torno de um núcleo. Um elétron não se move, nem fica em repouso num mesmo lugar. Ele se manifesta como um padrão de probabilidades espalhado pelo espaço, e a forma desse padrão muda com o tempo, o que para a percepção humana pode parecer movimento. Não só o elétron tem essa característica, mas todas as partículas subatômicas.

No mundo subatômico não há objetos sólidos. Mas se pergunta: como podem existir objetos sólidos em outros níveis (como no nível macro) se no nível elementar não há matéria sólida?

Segundo Capra (2006b) a matéria não existe com certeza e em lugares definidos, mas há probabilidades de existência e probabilidades de conexões. No nível subatômico não existem objetos, mas sim conexões. Nesse nível há uma troca constante de matéria e energia e no final somos todos parte de uma teia inseparável de relações.

Na dificuldade em explicar os fenômenos que aconteciam no nível subatômico surgem outras teorias que mudaram a forma de pensar do ser humano, seu modo de ver o mundo, rompendo-se radicalmente com a visão dualista, reducionista, simplificadora e fragmentada da física clássica, mas sem desconsiderá-la.

## 2.4 Princípio da Correspondência

Segundo os colegas de Bohr, seu maior trunfo era a capacidade de identificar, e explorar, falhas na teoria. Desenvolvendo essa aptidão, ele a transformou numa metodologia científica rigorosa. Costumava identificar aqueles que pareciam incorporar o mesmo defeito. Em seguida, concebia uma hipótese para corrigir o defeito, conservando tanto quanto podia a teoria original defeituosa. Empurrando e puxando continuamente teoria e resultados experimentais até que uma nova teoria emergisse, Bohr geralmente tinha êxito. Era um método intrincado que exigia não só gênio criativo como a capacidade de suportar a ambigüidade, a incerteza e a aparente contradição (BRENNAN, 2003, p.152–153).

O conceito do princípio da correspondência foi elaborado por Niels Bohr (1885-1962) atendendo à necessidade de colocar em paralelo duas realidades aparentemente contraditórias: os conceitos da teoria clássica por um lado e os conceitos da física quântica pelo outro. Segundo Bohr, esse princípio “expressa o esforço de utilizar ao máximo os conceitos das teorias clássicas da mecânica e da eletrodinâmica, apesar do contraste entre essas teorias e o *quantum* de ação” (BOHR, 1995, p.8).

Segundo Bohr (1995) essa aparente contradição pode parecer incômoda, mas o reconhecimento das limitações de conceitos, até então considerados essenciais, frente a novas descobertas é recompensado por uma visão mais ampla capaz de estabelecer correlações entre fenômenos que antes pudessem parecer até contraditórios. Essa linha de pensamento trouxe um notável desenvolvimento da física atômica.

## 2.5 Princípio da Complementaridade

Niels Bohr introduziu a noção de complementaridade. Segundo ele, a imagem da partícula e a imagem da onda são duas descrições complementares da mesma realidade, cada uma delas só parcialmente correta e com uma gama limitada de aplicação. Ambas as imagens são necessárias para uma descrição total da realidade atômica e ambas são aplicadas dentro das limitações fixadas pelo princípio da incerteza (CAPRA, 2006b, p.74).

A natureza ambígua da matéria e energia, a corpuscular e a ondulatória pode ser detectada separadamente de acordo com o tipo de experiência. Se atendo a esse fato, Bohr defende que a natureza da matéria e energia é dual e os aspectos ondulatório e corpuscular não são contraditórios, mas complementares.

A mudança de percepção de que onda e partícula são descrições complementares de uma mesma realidade passou a ser usada para descrever os fenômenos da natureza.

Bohr demonstrou que a noção de complementaridade não se restringe apenas ao mundo atômico, ela está mais presente em nosso cotidiano do que se pode imaginar. Na realidade há mais conexões do que exclusões entre os fenômenos aparentemente duais que acontecem com frequência em nossas vidas. O racionalismo cartesiano perdeu o sentido, pois o que essa teoria pretendia como distintos e contraditórios hoje aparece conectado e complementar, o sujeito e o objeto e a razão e a emoção.

## 2.6 Princípio da Incerteza (ou Indeterminação)

A grande realização de Heisenberg constitui em expressar as limitações dos conceitos clássicos numa forma matemática precisa, conhecida como princípio da incerteza. Esse princípio consiste num conjunto de relações matemáticas que determinam a extensão em que conceitos clássicos podem ser aplicados a fenômenos atômicos; essas relações marcam os limites da imaginação humana no mundo atômico (CAPRA, 2006b, p.74).

Nas limitações da matemática precisa em descrever os fenômenos ao nível subatômico, Werner Heisenberg (1901-1976) cria o princípio da incerteza. Fundamentado na elaboração matemática, esse princípio demonstra que o comportamento das partículas é totalmente imprevisível.

Esse princípio afirma que é impossível especificar e determinar, simultaneamente e com precisão absoluta a posição e a velocidade de uma partícula. Isoladamente essas duas grandezas podem ser fixadas com absoluta precisão, mas quando elas se precisam quanto mais uma se torna certa mais a outra caminha para a incerteza.

As pedras angulares da física clássica (causa, efeito e previsibilidade)<sup>11</sup> foram abaladas pelo princípio da incerteza, se era impossível medir com precisão, ao mesmo tempo, a posição e a velocidade de uma partícula era impossível determinar onde essa partícula estaria num momento posterior.

Segundo esse princípio, nunca poderemos antecipar com certeza onde uma partícula se encontrará em determinado instante, porque no nível quântico a posição e a velocidade de uma partícula não podem ser determinadas com certeza. Podem apenas ser calculada em termos de probabilidades.

---

<sup>11</sup> Para a física clássica se compreendermos plenamente a natureza de uma causa particular, pode-se prever o efeito.

Heisenberg mostrou que, mesmo teoricamente, há um limite em que se torna impossível a precisão das medidas de grandezas no campo da microfísica, pois o próprio ato de medir perturba o fenômeno.

O princípio da indeterminação não se aplica apenas à física subatômica, mas tem amplas implicações para todo o conhecimento humano. Esse princípio nos faz tomar consciência de que a natureza e o próprio homem são incertos. Podemos verificar que a natureza e o homem além de incertos são complementares e complexos, assim se torna cada vez mais difícil de separar cada parte do todo e o todo de cada parte.

## 2.7 Teoria do Caos

Neste fim de século, a questão do futuro da ciência é muitas vezes colocada. Para alguns, como Stephen Hawking em sua *breve história do tempo*, estamos próximos do fim, do momento em que seremos capazes de decifrar o “pensamento de Deus”. Creio, pelo contrário, que estamos apenas no começo da aventura. Assistimos ao surgimento de uma ciência que não mais se limita a situações simplificadas, idealizadas, mas nos põe diante da complexidade do mundo real, uma ciência que permite que se viva a criatividade humana como expressão singular de um traço fundamental comum a todos os níveis da natureza (PRIGOGINE, 1996, p.14).

Desde que surgiu na década de 60 a Teoria do Caos tem surtido amplos, novos e formidáveis debates em torno das relações entre causa e efeito.

Essa teoria surgiu ao se investigar sistemas<sup>12</sup> que aparentemente simples e deterministas podiam levar a sistemas complexos enquanto esses poderiam ser traduzidos por equações matemáticas simples.

Cientistas perceberam ainda que um sistema passa facilmente de um estado de ordem para um estado caótico e dentro de um sistema caótico pode surgir, espontaneamente, a ordem.

Outro fator verificado é que pequenas diferenças nas condições iniciais de um sistema podem conduzir a diferenças extremamente significativas no decorrer do tempo, abalando, assim, fortemente, o paradigma da física determinista.

Um exemplo que caracteriza essa situação caótica foi dado por Lorenz (1917-2008) e é conhecido como “efeito-borboleta”<sup>13</sup>. Esse exemplo consiste em dizer que o inocente bater das asas de uma borboleta no Brasil pode desencadear um tornado na China, isso significa que pequenos fatores iniciais podem trazer grandes modificações finais.

Alguns cientistas verificaram que essa imprevisibilidade aparece em quase tudo. Nas ciências naturais o ideal era alcançar a certeza, o determinismo, a reversibilidade do tempo, mas quando se trabalha no âmbito das ciências humanas predominam a incerteza, escolhas de risco e um tempo que não retroage.

O caos é sempre o resultado de uma instabilidade e a grande maioria dos sistemas naturais são assim, instáveis e imprevisíveis, portanto estamos sempre mergulhados nesse universo caótico.

---

<sup>12</sup> O conceito de sistema se especifica muito segundo o contexto peculiar ao que é aplicado, mas, em linhas muito gerais, refere-se a um todo organizado cujos componentes se encontram em interação dinâmica (ASSMANN, 2007, p.180).

<sup>13</sup> O meteorologista norte-americano Edward Lorenz (1917-2008) criou esse exemplo ao descobrir que pequenas variações de dados alteradas no computador, em um programa que simulava massas de ar, provocava enormes diferenças no final, contrariando, assim, a sua expectativa de pequenas variações no final.

## 2.8 Pensamento Sistêmico

A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às unidades menores. Em vez de se concentrar nos elementos ou substâncias básicas, a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização. [...] Embora possamos discernir partes individuais em qualquer sistema, a natureza do todo é sempre diferente da mera soma das partes (CAPRA, 2006b, p.260).

Apesar de surgir em outro ramo da ciência, nos estudos do bioquímico Lawrence J. Henderson (1878-1942) com organismos vivos, a idéia de uma relação intrínseca entre as partes e o todo se estende a vários outros ramos do conhecimento e teve seus efeitos mais visíveis na física quântica.

Para Capra (2006a) no início do século XX a perspectiva holística<sup>14</sup> passou a ser denominada de “sistêmica” e os conteúdos das idéias dela decorrente passou a denominar-se “pensamento sistêmico”. Essa nova abordagem surge das interações e das relações entre as partes e o todo. Embora as partes individuais de qualquer sistema possam ser discernidas, elas não estão isoladas e o todo é sempre diferente da soma de suas partes.

Esse modo de pensar trouxe uma revolução no pensamento científico ocidental no início do século XX. Até então, o pensamento científico tinha como âncora o paradigma cartesiano onde o todo pode ser entendido através de suas partes e para entendê-lo podemos dividir o todo em partes e essas partes em partes ainda menores. Muito diferente do pensamento sistêmico que compreende os sistemas em suas totalidades integradas, as partes só podem ser entendidas dentro do contexto do todo.

Segundo Capra (2006a) existem três critérios que resumem as características do pensamento sistêmico:

- **Mudança das partes para o todo:** os sistemas vivos são totalidades integradas e suas propriedades não podem ser reduzidas a partes menores. Esses sistemas surgem das relações das partes e suas propriedades são destruídas se o sistema é separado em elementos isolados.
- **Capacidade de deslocar a atenção entre os níveis sistêmicos:** cada sistema tem as suas propriedades, suas características e ainda existem sistemas dentro de outros sistemas. Diferentes sistemas têm diferentes níveis de complexidade e sobre cada um deles se deve lançar um olhar diferente.
- **Pensamento em rede:** a física quântica mostrou que não há partes, elas são um padrão em uma teia de relações, os próprios objetos são redes de relações inseridos em redes maiores, nesse sentido CAPRA (2006a, p.47) coloca que “a mudança das partes para o todo também pode ser vista como uma mudança de objetos para relações”.

Durante muitos anos os cientistas e filósofos ocidentais têm utilizado a metáfora do conhecimento como um edifício, mas a percepção do mundo vivo como uma rede de relações vieram a contribuir para demolir as bases dessa metáfora.

Essa demolição, na Física, começa na década de 70 por Geoffrey Chew em sua “filosofia *bootstrap*”<sup>15</sup> que consiste em abandonar qualquer parte ou modelo como

---

<sup>14</sup> O termo holismo origina-se do grego *holos*, que significa todo.

<sup>15</sup> Segundo NICOLESCU (1999, p.43), os fundadores da física quântica esperavam que algumas partículas pudessem descrever, como tijolos fundamentais, toda a complexidade da física. Esse sonho foi desmoronado com o surgimento de uma centena de partículas descobertas através dos aceleradores de partículas. “Foi proposta uma nova simplificação com a introdução do princípio *bootstrap* nas interações fortes: há uma espécie de ‘democracia’ nuclear, todas as partículas são tão fundamentais quanto as outras e uma partícula é aquilo que ela é porque todas as outras partículas existem ao mesmo tempo”.

fundamental. Nessa filosofia o todo é uma rede de relações interconectadas onde a propriedade de cada parte e de suas inter-relações determinam o todo.

Nesse sentido, nenhuma parte da ciência tem privilégio ou é mais importante que outra, os fenômenos descritos pela física não se sobrepõem aos descritos pela filosofia ou biologia, eles pertencem a diferentes níveis sistêmicos e nenhum deles é mais fundamental que outro.

A visão da realidade como uma rede inseparável de relações nos traz outra implicação. No paradigma cartesiano as descrições são objetivas, o sujeito é separado do objeto, nesse novo paradigma a natureza é vista como uma rede de interconexões na qual o que percebemos como objetos são padrões de realidade que dependem do observador humano e do processo de conhecimento. O homem sai da periferia e passa a constituir uma parte importante e integrante na construção do conhecimento humano.

Outro aspecto importante que veio à tona com essas discussões é que não existe certeza do conhecimento científico, o máximo que podemos obter é um conhecimento aproximado e uma descrição limitada da realidade, “a ciência nunca pode fornecer uma compreensão completa e definitiva” (CAPRA, 2006a, p.49).

Outros trabalhos, além da filosofia *bootstrap*, foram igualmente importantes na construção do pensamento sistêmico, uma dessas contribuições foi dada pelo biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) e posteriormente explorado na cibernética.

As concepções de Bertalanffy, a partir de reflexões biológicas, em torno dos sistemas abertos e fechados é que colocaram esse tema como um movimento científico de primeira grandeza e que se espalhou em vários ramos do conhecimento.

O ponto de partida de seus questionamentos foi um dilema que intrigava os cientistas desde o século XIX: a divergência sobre o mesmo tema entre a termodinâmica e a teoria da evolução. As idéias acerca do assunto exigiam uma nova ciência e o primeiro passo na emergência dessa nova ciência complexa foi a elaboração da segunda lei da termodinâmica (a lei da dissipação de energia).

Formulada pela primeira vez por Sadi Carnot (1796-1832), quando estudava o rendimento de máquinas térmicas, diz que num sistema fechado a tendência espontânea dos fenômenos físicos era sempre evoluir de um estado de ordem para um estado de desordem sempre crescente.

Para medir esse estado de desordem sempre crescente a física introduziu uma grandeza denominada entropia<sup>16</sup> que juntamente com a elaboração da segunda lei da termodinâmica chegou-se à idéia de processos irreversíveis. Nesses processos, e de acordo com a segunda lei, um pouco de energia mecânica é sempre dissipada na forma de calor o que leva a concluir que toda máquina está parando, conseqüentemente o mundo.

As ideias acima estavam em contramão aos estudos realizados por Charles Robert Darwin (1809-1882). Suas observações apontavam para um universo vivo que evolui da desordem para a ordem, em direção a estados de complexidade sempre crescentes.

Essa contradição não foi resolvida por Bertalanffy, mas ele deu o primeiro passo. A termodinâmica clássica lida com sistemas fechados, que tendem para o equilíbrio e para a desordem, enquanto os sistemas abertos lidam com estados que se afastam do equilíbrio, são dinâmicos e evoluem da desordem para a ordem.

Ele postulou que a ciência clássica teria de ser complementada por uma nova termodinâmica de sistemas abertos. Coube a Ilya Prigogine (1917-2003) resolver essas visões contraditórias de evolução. Prigogine provou que a segunda lei da termodinâmica não se aplica a sistemas abertos, tais como organismos vivos já estruturados. Sistemas vivos são

---

<sup>16</sup> Entropia é a medida da multiplicidade de estados em que o sistema poderia estar organizado.

estruturas complexas que exibem características próprias e devem ser tratados de forma não-linear.

Bertalanffy sonhou com uma “ciência geral de totalidade” e que seus conceitos pudessem ser aplicados em diferentes campos do conhecimento havendo assim uma unificação de conceitos que aproximariam as disciplinas. Sobre o assunto Capra (2006a) relata:

[...] os sistemas vivos abarcam uma faixa tão ampla de fenômenos, envolvendo organismos individuais e suas partes, sistemas sociais e ecossistemas, Bertalanffy acreditava que uma teoria geral dos sistemas ofereceria um arcabouço conceitual geral para unificar várias disciplinas científicas que se tornaram isoladas e fragmentadas (CAPRA, 2006a, p.55).

Quem sabe essa nova abordagem esteja emergindo com o aparecimento de uma nova ciência, talvez aquela idealizada por Piaget em 1970 ao se referir:

Enfim, à etapa das relações interdisciplinares, podemos ver suceder uma etapa superior que será “transdisciplinar”, que não se contentará apenas com a obtenção de interações ou reciprocidades entre pesquisas especializadas, mas situará essas ligações no interior de um sistema total, sem fronteiras estáveis entre essas disciplinas (PIAGET *apud* ARAGÃO, 2004, p.5).

Essas idéias estão presentes na atualidade em várias metodologias que podem ser aplicadas de modo a combater o reducionismo e a fragmentação do conhecimento, mas falta disposição e comprometimento por parte da maioria dos educadores para implementá-las.

### 3 COMPLEXIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE

#### 3.1 Complexidade

As ciências que fundamentam a complexidade surgem em decorrência do avanço do conhecimento motivado pela crise da visão mecanicista e reducionista do universo e a emergência da visão de um universo complexo formado de conexões, interdependências e inter-relações.

A complexidade para o senso comum está ligada à idéia de algo de difícil entendimento, algo que não é reduzido e nem simplificado. Vivemos hoje sob o paradigma da simplificação<sup>17</sup> herança do pensamento cartesiano, um pensamento disjuntivo<sup>18</sup>. Para Morin (2003) o princípio da disjunção isolou três grandes campos do conhecimento: a física, a biologia e a ciência do homem.

A simplificação e redução, imbuída no pensamento humano durante o século XVII ao final do século XIX, estruturou o conhecimento humano de forma mecanicista, cegando os olhos da ciência. Nesse sentido cria-se um modelo em que o mundo, tudo e todos somos máquinas perfeitas constituídas de objetos separados e regidos pelas mesmas leis. A macrofísica é algo ordenado e simples que pode ser traduzido em leis matemáticas imutáveis e a microfísica se reduz a partículas elementares feitas de um mesmo material sólido e indestrutível de que toda matéria é constituída. Nesse universo o conhecimento científico e a reflexão filosófica não se comunicam.

Durante o século XIX, porém, novas descobertas e novas formas de pensamento evidenciaram as limitações do modelo newtoniano e prepararam o caminho para as revoluções científicas do século XX, mesmo se valendo do modelo mecanicista do universo utilizado não só nas ciências exatas bem como nas ciências humanas e sociais.

Ao propor soluções nada convencionais para algumas questões que intrigavam os físicos do final do século XIX, Einstein (1999) rompe com o modelo mecanicista newtoniano-cartesiano. Em seus artigos publicados em 1905 ele traz idéias inovadoras para solucionar problemas como a ampliação do princípio da relatividade de Galileu, a rejeição do caráter absoluto do éter como meio de propagação das ondas eletromagnéticas e o conceito de repouso absoluto.

Algumas teorias de Einstein serviram como base para a física quântica, caminho pelo qual cientistas se enveredaram levantando algumas teorias que hoje correspondem a alguns conceitos<sup>19</sup> que fazem parte do pensamento complexo.

Quanto mais os cientistas se afastavam do modelo mecanicista e reducionista do universo mais eles percebiam que o universo não era uma máquina e sim um sistema dinâmico, em constante evolução e em permanente mudança, algo muito mais complexo do que se imaginava. Capra (2006b) relata que:

No final do século XIX, a mecânica newtoniana tinha perdido o seu papel de teoria fundamental dos fenômenos naturais. Os conceitos de eletrodinâmica de Maxwell e da teoria de Darwin superaram claramente o modelo newtoniano e indicavam que o universo era muitíssimo mais complexo do que Descartes e Newton haviam imaginado (CAPRA, 2006b, p.69).

---

<sup>17</sup> Ao princípio de disjunção, redução e abstração Morin (2003) chamou “paradigma da simplificação”.

<sup>18</sup> Os princípios de Descartes, *vide* página 11, têm como consequência para a ciência a separação do campo do sujeito (reservado à filosofia e à meditação) e o campo do objeto (campo do conhecimento, da mensuração e da precisão).

<sup>19</sup> Princípio da incerteza, princípio da complementaridade dentre outros.

Segundo Capra (2006b, p.67), a aplicação da mecânica newtoniana ao estudo dos fenômenos térmicos levou os físicos a elaborar a lei da conservação da energia<sup>20</sup>, uma das mais fundamentais da física. A formulação dessa lei foi um dos primeiros feitos da termodinâmica, a “ciência da complexidade”.

Morin (2003) afirma que na ciência a complexidade já fazia parte da microfísica e da macrofísica, mas ainda sem se identificar e que os fundadores da cibernética, Wiener e Ashby, é que colocou em cena a complexidade na ciência.

O pensamento complexo, segundo Morin (2003), tem como fundamento formulações oriundas do campo das ciências e da própria natureza. O autor sistematiza a definição de complexidade, como cita em seu livro:

À primeira vista, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido em conjunto) de constituintes heterogêneos inseparavelmente associados: coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Na segunda abordagem, a complexidade é efectivamente o tecido de acontecimentos, acções, interacções, retroacções, determinações, acasos, que constituem o nosso mundo fenomenal (MORIN, 2003, p.20).

Demo (2008a) ao definir complexidade remete à idéia de Holland (1998) de um sistema adaptativo complexo ou de caos estruturado. Para o autor um fenômeno é complexo se for simultaneamente caótico e estruturado<sup>21</sup>.

Segundo Demo (2008a) a complexidade dos sistemas se apóia em sete características. São elas:

- A complexidade é **Dinâmica**: indica um processo com variáveis incontrolláveis e não formalizáveis, qualquer estabilidade é sempre um rearranjo provisório. É um caminho criativo que avança no imprevisível e ultrapassa o horizonte conhecido.
- A complexidade é **Não linear**: essa característica nos permite a diferenciação entre o que é ser complicado (multiplicidade de coisas) e o que é ser complexo. Ela ultrapassa a noção de simples organização das partes, verificando a relação própria entre o todo e as partes, uma relação simultânea de dependência e autonomia. Essa noção implica equilíbrio em desequilíbrio, as mudanças não ocorrem de forma linear (podem ser previsíveis, retroativas e controladas), mas de forma criativa, surpreendente e arriscada.
- A complexidade é **Reconstrutiva**: a terceira característica da complexidade não é propriamente reprodutiva ou replicativa, ou apenas recorrente. Ela analisa como a complexidade das mudanças avança no decorrer do tempo. Para o autor reconstrução não significa reprodução e sim reconfiguração, um processo criativo e caótico, no decorrer do tempo e de acordo com as situações encontradas. Outra dimensão que completa essa idéia é a de **autonomia** e **aprendizagem**, significa estar constantemente se complementando e atualizando-se numa perspectiva de renovação e recomeço.
- A complexidade é um **Processo Dialético Evolutivo**: a evolução dos sistemas naturais requer a capacidade de aprendizagem, algo inexistente na evolução de um sistema artificial, nesse a evolução é linear, caracterizado pela incapacidade de aprender e conseqüentemente de criar.
- A complexidade é **irreversível**: caracteriza-se pela irreversibilidade temporal, como destaca Demo (2008a, p.25) “o tempo é intrinsecamente produtivo, não reprodutivo”.

---

<sup>20</sup> A lei da conservação da energia consiste em dizer que a energia total envolvida num processo é conservada, ela pode ser revertida de uma forma em outra mesmo que essa seja mais complicada, mas nada se perde.

<sup>21</sup> Caótico no sentido de ser dotado de propriedades não lineares, dinâmicas e ao mesmo tempo estruturado por procurar alguma ordem mesmo em sistemas em total desordem.

O tempo jamais será recorrente, o depois nunca é igual ao agora ou ao antes. Outra característica é que a natureza está em constante expansão e envelhecendo e não há retrocesso para essa marcha evolutiva.

- A complexidade aponta para a **Intensidade**: essa característica é discutida por Demo (2008a) no conhecido exemplo da borboleta:

Diretamente, o esvoaçar de uma borboleta não pode “causar” um tufão. [...] Não se trata só do efeito exponencial, erradamente tomado como complexo em si, mas também do efeito intenso, quando movimentos espraiam-se para múltiplas direções, provocando outros movimentos desproporcionais aos de origem. Parece claro que entre o esvoaçar inocente da borboleta e o tufão existe desproporcionalidade. Não é apenas “efeito dominó”, como regra linear, mas efeito que vai além da causa, torna-se causa e efeito, efeito da causa e causa do efeito. O tufão não é produzido a partir do esvoaçar da borboleta, mas sobretudo produzido, reconstruído, criado (DEMO, 2008a, p.26).

Por mais que algo seja imprevisível trata-se de um acontecimento com antecedentes e consequentes.

- A complexidade aponta para a **Ambigüidade/Ambivalência**: para Demo (2008a, p. 28) “a ambigüidade refere-se à estrutura, no sentido da composição também desencontrada de seus componentes, típica da ‘unidade de contrários’”, os componentes que formam essa estrutura não têm ordem preestabelecida, são estruturas caóticas e por isso repletas de complexidade. O autor cita que um processo é ambivalente quando entre valores contrários se estabelecem campos de força contrários e conclui que toda complexidade é campo de força seja na estrutura seja nos processos.

“A ciência da complexidade, portanto, forma-se a partir do desequilíbrio, da não linearidade dos sistemas vivos na busca incessante pela ordem em sistemas caóticos” (SOUSA LUZ, 2009, p.16). A complexidade considera a incerteza e as contradições como parte da vida e da condição humana, ao mesmo tempo, sugere que a religação dos seres e dos saberes perpassa a solidariedade e a ética.

O pensamento complexo recebeu contribuições oriundas de diversas áreas do conhecimento por isso evidencia sua aplicação em inúmeras áreas como, por exemplo, na educação. Nela a complexidade surge como uma alternativa de religação dos saberes, ultrapassando, assim, a visão reducionista, compartimentada e separada do conhecimento.

Estamos vivendo em um tempo de saberes compartimentados, justapostos e isolados uns dos outros.

O local onde a fragmentação se mostra de forma mais explícita é no ambiente escolar, visto que até mesmo o tempo é parcelado para atender as disciplinas, cada professor cuida apenas de seu conteúdo sem se interessar nem mesmo por disciplinas ditas afins, o pensamento é fragmentado vindo de uma cultura que sempre pregou o parcelamento.

É nesse ambiente que se deve começar a reforma na educação como sugere Edgar Morin. Mas, segundo esse autor, “não se pode reformar a instituição sem uma prévia reforma das mentes, mas não se podem reformar as mentes sem prévia reforma das instituições” (MORIN, 2009a, p.99).

A escola que deveria ser um ambiente aberto a discussões e reformas, hoje se encontra de forma fechada e conservadora, visto que ela continua a reproduzir as idéias impostas pela sociedade tradicional.

Como mudarmos as escolas se compactuamos com suas idéias conservadoras e reducionistas e as reproduzimos? Essa mudança perpassa em primeira instância pela conscientização dos educadores como enfatiza Morin (2009b, p.10): “qualquer reforma de educação deverá, antes de mais nada, começar pela reforma dos educadores”.

Santos (2003) corrobora as idéias de Morin e enfatiza que a transformação começa com a mudança de olhar do docente:

A forma de ensinar é consequência das crenças que estruturam a mente do docente que, na sua grande maioria, assume a atividade do magistério por imitação e reproduz os conceitos que expressam os fundamentos socioculturais da sociedade. A mudança só se dará ao mudar a consciência desses docentes, que se organiza segundo princípios cartesianos (SANTOS, 2003, p.33).

Segundo Sousa Luz (2009), um outro aspecto que deve ser considerado ao tentar aproximar a complexidade das práticas escolares é o currículo escolar fragmentado, uma vez que sua estrutura disciplinar não contribui para a visão do todo e não favorece o diálogo entre as disciplinas que o constituem.

Para Fazenda (*org*) (2009), o currículo organizado de forma tradicional, por disciplinas, conduz o aluno apenas na direção de acúmulo de informações o que pouco lhe valerá frente aos novos desafios que o mundo requer, um mundo dinâmico e em constante transformação.

Para contribuir na construção da escola que se deseja, devemos começar a reforma por nós mesmos, contagiando os alunos, o ambiente escolar e através deles a sociedade. Para iniciar a implementação dessa reforma no ensino pode-se começar da sala de aula valorizando metodologias interativas, comprometidas com todas as dimensões do conhecimento: o ser, o saber e o fazer.

### **3.2 Transdisciplinaridade**

A Transdisciplinaridade é uma teoria do conhecimento, é uma compreensão de processos, é um diálogo entre as diferentes áreas do saber e uma aventura do espírito. A Transdisciplinaridade é uma nova atitude, é a assimilação de uma cultura, é uma arte, no sentido da capacidade de articular a multirreferencialidade e multidimensionalidade do ser humano e do mundo. Ela implica numa postura sensível, intelectual e transcendental perante si mesmo e perante o mundo. Implica, também, em aprendermos a decodificar as informações provenientes dos diferentes níveis que compõem o ser humano e como eles repercutem uns nos outros. A transdisciplinaridade transforma nosso olhar sobre o individual, o cultural e o social, remetendo para a reflexão respeitosa e aberta sobre as culturas do presente e do passado, do Ocidente e do Oriente, buscando contribuir para a sustentabilidade do ser humano e da sociedade (SOMMERMAN, MELLO e BARROS (*orgs*), 2002, p.9–10).

A visão de transdisciplinaridade trazida por Basarab Nicolescu é produto de uma longa caminhada histórica. Para Nicolescu (1999) é difícil encontrar uma origem segura para esse termo. Para ele teria sido Niels Bohr em um artigo de 1955, sobre a unidade do conhecimento, o primeiro a usar a expressão ou pelo menos a sua idéia. A fonte mais segura da origem do termo transdisciplinaridade teria sido um texto redigido por Piaget, em 1970, num colóquio da UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) sobre interdisciplinaridade.

Segundo Sommerman, Mello e Barros (*orgs*) (2002), em 1986 foi elaborado o primeiro documento internacional que faz referências explícitas à transdisciplinaridade. Em 1991 a UNESCO realiza o primeiro congresso internacional sobre o tema com o título “Ciência e Tradição: Perspectivas Transdisciplinares para o Século XXI”. Esse encontro dá origem a um comunicado final que indica de forma explícita a necessidade de uma nova abordagem científica e cultural: a transdisciplinaridade.

Atualmente existem vários núcleos preocupados com essa abordagem científica e cultural. Após muitos estudos e estruturações, hoje essa ciência é aplicada em várias áreas do conhecimento como educação, psicologia, direito e medicina, dentre outras.

Vários termos são confundidos com transdisciplinaridade, mas o enfoque dessa ciência é bem diferente.

Américo Sommerman *apud* Sousa Luz (2009), baseado em vários autores, nos aponta a necessidade de entender o sentido de disciplinaridade para haver distinção entre os termos multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Entende-se por disciplinaridade um conjunto sistematizado e organizado de conhecimentos com características próprias em seus planos de ensino. Cada elemento desse conjunto é uma disciplina, geralmente isolada e com linguagem própria.

A multidisciplinaridade<sup>22</sup> é formada por uma gama de disciplinas - as matérias - organizadas simultaneamente e que não se relacionam caracterizando a forma mais tradicional de organização de conteúdo.

A pluridisciplinaridade<sup>23</sup> pressupõe uma justaposição de disciplinas. É caracterizada por várias disciplinas agrupadas por áreas de conhecimentos afins, visando a uma aproximação e cooperação entre elas, mas não há uma coordenação.

Na interdisciplinaridade<sup>24</sup> tem-se uma relação de reciprocidade. Duas ou mais disciplinas se interagem de forma a possibilitar um entendimento mais fecundo estabelecendo relações entre as disciplinas envolvidas no processo, podendo com isso criar até novas disciplinas.

A transdisciplinaridade<sup>25</sup> é o grau máximo de interação entre as disciplinas, pois elimina totalmente as fronteiras entre elas sem se constituir numa nova disciplina.

A transdisciplinaridade é muitas vezes confundida com a pluridisciplinaridade e interdisciplinaridade por essas também ultrapassarem as barreiras das disciplinas. Essa confusão é muito prejudicial, pois esconde as metas de cada uma delas. Para deixar bem claro essa questão Nicolescu (1999) coloca:

- A pluridisciplinaridade estuda um tópico de pesquisa não apenas em uma disciplina, mas em várias ao mesmo tempo. A abordagem pluridisciplinar ultrapassa as fronteiras disciplinares, estreita laços entre as disciplinas, mas sua meta permanece nos limites da pesquisa disciplinar.
- A interdisciplinaridade tem um objetivo diferente. Ela diz respeito à transferência de métodos de uma disciplina à outra, também ultrapassa as fronteiras disciplinares e não consegue sair dos limites da pesquisa disciplinar. Podemos distinguir três graus de interdisciplinaridade, ou seja, diferentes níveis de colaboração entre as disciplinas:
  - a) um grau de aplicação (os métodos de uma disciplina são transferidos para outra)
  - b) um grau epistemológico (os conteúdos de uma disciplina são explorados em outra distinta)
  - c) um grau de geração de novas disciplinas (a transferência dos métodos de uma disciplina para outra acaba por criar uma terceira disciplina). Esse último grau termina por acentuar o crescimento disciplinar.
- Transdisciplinaridade, como o próprio prefixo indica é o que está, ao mesmo tempo, *entre* as disciplinas, *através* das diferentes disciplinas e *além* de todas as disciplinas.

“Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p.51).

---

Segundo Terra (2002) os prefixos, ou radicais, relativos aos termos mencionados têm o significado abaixo.

<sup>22</sup> O radical multi tem origem latina significando muito.

<sup>23</sup> O radical de origem latina pluri tem significado de vários.

<sup>24</sup> De origem latina, o prefixo inter tem significado de entre, posição intermediária.

<sup>25</sup> Trans, um prefixo também de origem latina, tem o significado de posição além de, através.

Para o autor a “disciplinaridade, a pluridisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são as quatro flechas de um único e mesmo arco: o do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p.53).

Assmann (2007) cita que Ubiratan D’Ambrósio distingue epistemologicamente esses conceitos:

No final do século XVII o método proposto por Descartes dá origem às disciplinas que irão constituir as variadas ciências, possibilitando uma visão limitada de aspectos específicos dos fatos da natureza, do homem e da sociedade. Em pouco tempo se notou que a complexidade dos fenômenos exige uma justaposição de conhecimentos disciplinares, a reunião de resultados obtidos com os métodos específicos de cada disciplina. Desta forma se estabelece a multidisciplinaridade. A primeira declaração explícita da necessidade da multidisciplinaridade é de Fontenelle, o secretário da Academia de Ciências de Paris. No fim do século XVII. Mais tarde, pelo final do século XIX, os meios tecnológicos que se desenvolveram permitem visões mais profundas do universo. Os avanços nas artes e no conhecimento do homem e da sua natureza dão origem a novos objetos de estudo e à mescla de métodos característicos de disciplinas distintas. Essa é a etapa conhecida como interdisciplinaridade.

O avanço do conhecimento científico e tecnológico criou instrumentos que permitem a enorme complexidade do universo. A realidade cósmica, a natureza da matéria, o fenômeno da vida e os mistérios da mente e, sobretudo, as inter-relações entre tudo isso resistem ao tratamento disciplinar, mesmo que se adote a multidisciplinaridade ou a interdisciplinaridade. É absolutamente fundamental que se tenha uma visão global. A totalidade está sempre presente, não só nas manifestações identificáveis de cada aspecto, mas também nas interações não perceptíveis. O passo fundamental da mecânica quântica, revelando o comportamento interativo das partículas, é reconhecido como a essência do universo. A única possibilidade de conhecer a totalidade – se isso é possível! – é adotar um enfoque holístico, indo além das disciplinas, transcendendo objetos e métodos disciplinares. Isto é a transdisciplinaridade (D’AMBRÓSIO *apud* ASSMANN, 2007, p. 98-99).

O fato é que a ciência da transdisciplinaridade surge devido a crises epistemológicas em decorrência dos grandes avanços alcançados pelo conhecimento humano e frente ao desafio da globalidade.

Essa ciência trava um embate contra a separação do sujeito e do objeto e a fragmentação cada vez maior do conhecimento, relevando caminhos que levem à unidade do conhecimento e rompam com as dualidades.

Congressos mundiais e encontros sobre transdisciplinaridade definiram que ela deverá se apoiar em três pilares: a complexidade, a lógica do terceiro incluído e os níveis de realidade.

A complexidade introduz uma nova concepção de mundo que se propõe complementar à limitada visão cartesiana, que assola não só a vida acadêmica com a fragmentação do conhecimento, mas também as organizações e o próprio homem que é visto e tratado como máquina.

O pensamento complexo de Edgar Morin (2003) ressalta a possibilidade de superação do pensamento fragmentado presente no processo educativo e no próprio pensamento humano.

Segundo Ferrari (2008), as várias reformulações na ciência ocorridas no início do século XX obrigaram a humanidade a rever suas doutrinas e reformular a visão do conhecimento humano. Essas reformulações na ciência e no próprio conhecimento humano levaram Edgar Morin a definir sete “princípios-guia” da complexidade, que são interdependentes e complementares. São eles:

- **Sistêmico:** o todo é mais do que a soma das partes, ou menos. Ao unirmos os vários saberes fragmentados (as partes) há a formação de um todo com características novas e inesperadas em relação aos conhecimentos que o originou, portanto mais que a soma das partes. Porém ao focar o todo, as riquezas das partes ficam inibidas, daí que pode ser também, menos que a soma das partes.
- **Hologramático:** o todo está em cada parte. Esse princípio enfatiza que nem só o todo está nas partes, mas as partes estão no todo. Essa idéia ultrapassa o reducionismo que só vê as partes e o holismo<sup>26</sup> que só vê o todo. Apesar do todo apresentar novidades em relação às partes que o formaram e vice-versa uma coexiste na outra. Segundo David Bohm *apud* Santos (2008) o universo é um holograma e muitos problemas do mundo são oriundos por ignorar a interligação dinâmica entre todas as coisas.
- **Ciclo retroativo:** a causa age sobre o efeito e vice-versa. Esse princípio diz respeito a um processo em que os “produtores e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores daquilo que os produziu” (MORIN, 2003, p. 108). Esse princípio pressupõe a articulação entre os contrários. A unidade se constrói em diálogo com a multiplicidade.
- **Ciclo recursivo:** produtos também originam aquilo que os produz. A idéia recursiva nos leva a crer que os efeitos do produto e o produtor são cíclicos e simultâneos, ou seja, o que é produzido volta sobre o produtor e vice-versa<sup>27</sup>.
- **Auto-eco-organização:** o homem se recria em trocas com o ambiente. O homem é um ser uno, mas com multirreferencialidades que não podem ser omitidas.
- **Dialógico:** associação de noções contraditórias. Esse princípio permite manter a dualidade no seio da unidade. Dois termos aparentemente antagonicos podem ser ao mesmo tempo complementares. Como exemplo cita-se a ordem e a desordem que em certos casos pode produzir organização e complexidade.
- **Reintrodução do conhecimento em todo conhecimento:** esse princípio fala por si só.

Para Morin (2003, p.112) “o paradigma da complexidade surgirá do conjunto de novas concepções, de novas visões, de novas descobertas e de novas reflexões que vão conciliar-se e juntar-se”. Como tentativa de ressignificação de todos os campos do conhecimento, simultaneamente à estruturação do pensamento complexo surgem outras idéias como a lógica do terceiro incluído, introduzida por Stéphane Lupasco e os níveis de realidade de Basarab Nicolescu.

### 3.2.1 Lógica do terceiro excluído (clássica) e a lógica do terceiro incluído

A lógica<sup>28</sup> clássica começou a ser enunciada por Aristóteles. Criou-se um método, segundo ele, mais seguro para a construção de um raciocínio mais correto elaborando, assim, o sistema chamado silogismo. Esse sistema resulta na impossibilidade de que uma sentença qualquer e sua negação sejam ambas verdadeiras.

<sup>26</sup> Devemos tomar cuidado na visão holística como uma tendência em absolutizar o todo. O princípio hologramático parte da visão de que o todo está nas partes bem como as partes estão no todo.

<sup>27</sup> O princípio de retroação e recursividade nos chama a atenção no que se refere à acomodação das novas metodologias aos conceitos da pedagogia tradicional. Podemos utilizar velhos métodos, dialogar com novos conceitos e avançar. Caso não nos atermos a esse fato podemos correr o risco de simplesmente acomodar novas visões a métodos tradicionais. Nesse sentido Santos, Santos e Chiquieri (2009, p.21) citam o exemplo acontecido com a Pedagogia do Diálogo de Paulo Freire, cujo método foi amplamente utilizado na fundamentação da pedagogia tradicional.

<sup>28</sup> Lógica é o estudo dos processos pelos quais sentenças ou proposições podem ser deduzidas de outras (Aragão, 2004).

A lógica clássica é binária e excludente, só existem dois valores de verdade (sim ou não, A e não-A) e um exclui o outro. Essa lógica se baseia em três princípios:

- 1) no princípio da identidade: (A é A),
- 2) no princípio da não contradição (A não é não-A),
- 3) no princípio do terceiro excluído (não existe um terceiro termo T que é, ao mesmo tempo, A e não-A).

Durante a primeira metade do século XX, estudos e investigações nas áreas da Matemática e Física fizeram emergir novas lógicas muito diferentes da clássica. Destaca-se que no desenvolvimento da Física quântica surgiram pares contraditórios tais como onda e corpúsculo, continuidade e descontinuidade, causalidade local e causalidade global.

Tais dualidades são mutuamente contraditórias e excludentes se analisadas através da lógica clássica. Novas teorias tiveram de ser formuladas para explicar os paradoxos gerados pela mecânica quântica.

Dentre estas teorias está a do filósofo e cientista Lupasco que percebeu que a lógica binária não poderia dar conta das diversidades manifestadas no mundo quântico. Lupasco muda o último axioma da lógica clássica de terceiro termo excluído para terceiro termo incluído. Dentro dessa lógica, ao contrário da clássica, o terceiro termo incluído permite a interação entre os opostos.

O grande mérito de Lupasco foi mostrar que a lógica do terceiro incluído é uma lógica verdadeira, com três valores de verdade (A, não-A e T), formalizável e não-contraditória que fica totalmente clara ao se introduzir a noção de “níveis de realidade” idealizada por Basarab Nicolescu.

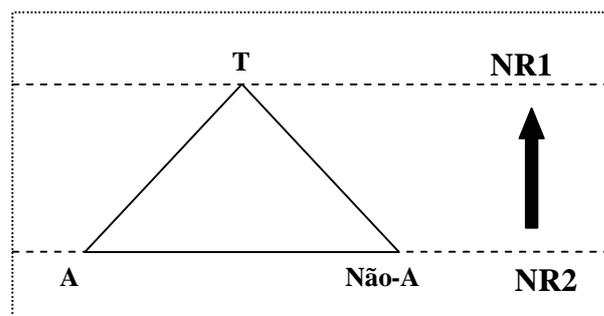
Nicolescu (1999), baseado nessa nova visão, chama-a lógica do terceiro termo incluído. As duas lógicas podem ser visualizadas da seguinte maneira:

**Quadro 3.1:** Lógica clássica e lógica do terceiro termo incluído

<b>Lógica clássica</b>	<b>Lógica do Terceiro Termo Incluído</b>
1. O axioma da identidade: A é A;	1. O axioma da identidade: A é A;
2. O axioma da não-contradição: A não é não-A;	2. O axioma da não-contradição: A não é não-A;
3. O axioma do terceiro excluído: não existe um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não-A	3. O axioma do terceiro incluído: existe um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não-A

Fonte: Nicolescu, 1999, p. 31-39

O terceiro incluído só tem sentido se considerarmos uma multidimensionalidade. Para melhor compreensão da tríade A, não-A e T e seus dinamismos Nicolescu (1999) propôs a associação de cada elemento a um dos três vértices de um triângulo em que T situa-se em um nível de realidade (NR1) e os outros dois termos se encontram em outro nível de realidade (NR2).



**Figura 3.1** – Representação simbólica da ação da lógica do terceiro incluído (NICOLESCU, 2002, p.51)

Se permanecermos num mesmo nível de realidade, toda manifestação parece contraditória (A e não-A) ao passo que se passarmos para o estado T, outro nível de realidade, o que parecia contraditório é percebido como não contraditório e de fato está unido<sup>29</sup>.

A lógica do terceiro incluído e a idéia de realidade multidimensional, segundo Nicolescu (1999), revela que para um dado nível onde exista um par contraditório sempre existirá um outro nível na qual esse par será uma unidade, o que mostra que nunca teremos uma teoria do conhecimento completa e única. Sempre que novos pares contraditórios forem surgindo em determinado nível, um novo nível aparecerá de modo a eliminar essa contradição. Nesse sentido pode-se falar em uma evolução do conhecimento, mas nunca se chegar a uma não contradição absoluta, implicando todos os níveis de realidade: o conhecimento é aberto para sempre.

“O conhecimento é sempre algo em aberto, em construção e recorrente, sem nunca permitir uma leitura completa que possa esgotar a totalidade do real complexo” (MARTINAZZO, 2004, p.22).

Nicolescu (1999) conclui que a lógica do terceiro incluído constitui um dos pilares da transdisciplinaridade:

Vê-se porque a lógica do terceiro incluído não é simplesmente uma metáfora para um ornamento arbitrário da lógica clássica, permitindo algumas incursões aventureiras e passagens no campo da complexidade. A lógica do terceiro incluído é uma lógica da complexidade e até mesmo, talvez, *sua* lógica privilegiada, na medida em que permite atravessar, de maneira coerente, os diversos campos do conhecimento (NICOLESCU, 1999, p. 38).

Nicolescu (1999) afirma ainda que a lógica do terceiro incluído não exclui a lógica clássica do terceiro excluído, ela apenas limita seu campo de atuação a situações simples na qual ela responde muito bem. De acordo com o autor:

A lógica do terceiro incluído não elimina a lógica do terceiro excluído: ela apenas limita sua área de validade. A lógica do terceiro excluído é certamente válida para situações relativamente simples, como, por exemplo, a circulação de veículos numa estrada: ninguém pensa em introduzir, numa estrada, um terceiro sentido em relação ao sentido permitido e ao proibido. Por outro lado, a lógica do terceiro excluído é nociva nos casos complexos, como, por exemplo, o campo social ou político. Ela age, nestes casos, como uma verdadeira lógica de exclusão: bem *ou* mal, direita *ou* esquerda, mulheres *ou* homens, ricos *ou* pobres, brancos *ou* negros (NICOLESCU, 1999, p.38-39).

De acordo com o exposto podemos concluir que a transdisciplinaridade implica o reconhecimento da existência de diferentes níveis de realidade regidos por lógicas diferentes, onde estes níveis coexistem e se articulam.

### 3.2.2 Níveis de realidade

Esse não é um tema recente. Desde a antiguidade os homens imaginavam uma realidade multidimensional principalmente associado ao dogma religioso.

---

<sup>29</sup> A natureza da luz pode servir como um exemplo. Se considerarmos num mesmo nível a característica onda (A) e corpúsculo (não-A) da luz parecem contraditórias, mas se considerarmos em outro nível (T), o *quantum*, essa contradição desaparece constituindo uma unidade.

A ciência do século XVII ao XIX floresceu ao estabelecer profundas rupturas com o mundo multidimensional fundamentada na idéia de total separação entre a realidade e o sujeito que a observa.

Diante desse cenário a ciência se baseou em três idéias básicas: a continuidade (o espaço é contínuo, não se pode ir de um ponto a outro sem se passar por pontos intermediários), a causalidade local (qualquer fenômeno físico é compreendido por um processo contínuo entre causa e efeito) e o determinismo (se em dado instante soubermos a posição e a velocidade de um objeto pode-se prever sua posição e velocidade em qualquer outro instante). Dessa forma os fenômenos aconteciam somente em um nível de realidade.

Com a descoberta do *quantum* por Max Planck esse cenário começa a mudar, mostrando que a realidade da Física clássica, baseada no paradigma da simplicidade, não seria adequada para explicar a nova realidade que estava a se mostrar. Ele descobriu que a energia não é contínua, ela se move por saltos, derrubando, assim, a visão de continuidade prevista pela Física clássica.

Pensarmos na descontinuidade é imaginarmos um local onde não há nada, nem objetos, nem átomos, nem partículas, nada, um total vazio. E é exatamente isso que os físicos descobriram, no mundo quântico existe praticamente o vazio. Se questionarmos a continuidade é colocarmos em questão a causalidade local. No nosso mundo habitual a interação entre duas coisas diminui com o seu afastamento, porém, no mundo quântico por mais distante que os entes estejam afastados eles ainda continuam a interagir, o que nos leva ao conceito de uma causalidade global.

A idéia do determinismo foi derrubada por Werner Heisenberg. No diminuto mundo quântico as partículas ora se apresentam como onda ora como corpúsculo e não podem ser localizadas com precisão num ponto do espaço, as trajetórias desses entes quânticos não podem ser determinadas porque são duas coisas ao mesmo tempo. No mundo quântico nada é determinado com exatidão, tudo é incerto, tudo é indeterminado.

Diante dessa nova realidade a visão de um mundo unidimensional já não fazia sentido. Segundo Sousa Luz (2009, p. 25) “a partir desse ponto os físicos passaram a aceitar a existência de pelo menos dois níveis de realidade: um microfísico relacionado ao mundo quântico e outro macrofísico de dimensões supra-atômicas que coexistem sob a ação de leis totalmente diferentes”.

A idéia de níveis de realidade, segundo Mello (1999) surgiu inicialmente com o teorema da incompletude<sup>30</sup> do matemático tcheco Kurt Gödel cuja existência foi demonstrada por ele.

Um nível de realidade corresponde, segundo Nicolescu (1999), a um conjunto de sistemas invariáveis regidos por um conjunto de leis. De acordo com o autor:

Deve-se entender por *nível de Realidade*<sup>31</sup> um conjunto de sistemas invariantes sob a ação de um número de leis gerais: por exemplo, as entidades quânticas submetidas às leis quânticas, as quais estão radicalmente separadas das leis do mundo macrofísico. Isto quer dizer que dois níveis de Realidade são *diferentes* se, passando de um ao outro, houver ruptura das leis e ruptura dos conceitos fundamentais

---

<sup>30</sup> O primeiro teorema de Gödel provou que sistemas que contém a aritmética não podem ser completos, e que alguns teoremas de teoria de números nunca poderão ser provados verdadeiros ou falsos, não importa o esforço que façamos. O segundo teorema mostra que a confiança que temos na aritmética não pode nunca ser perfeita [...]. O resultado do segundo teorema implica que, para provar a consistência de um sistema A, devemos fazê-lo ou informalmente, ou através de argumentação num sistema B. Desta forma, obtemos apenas uma consistência relativa para A, uma vez que a consistência de A agora depende da consistência de B. Mas, por sua vez, a consistência de B deve ser provada através da argumentação em um sistema C, e assim por diante. (PIMENTEL, 2005)

<sup>31</sup> Segundo Nicolescu (1999, p.28) entende-se por realidade, em primeiro lugar, aquilo que resiste às nossas experiências, representações, descrições, imagens ou formulações matemáticas.

(como, por exemplo, a causalidade). Ninguém conseguiu encontrar um formalismo matemático que permita a passagem rigorosa de um mundo ao outro. As sutilezas semânticas, as definições tautológicas ou as aproximações não podem substituir um formalismo matemático rigoroso. Há, mesmo, fortes indícios matemáticos de que a passagem do mundo quântico para o mundo macrofísico seja sempre impossível. Contudo, não há nada de catastrófico nisso. A *descontinuidade* que se manifestou no mundo quântico manifesta-se também na estrutura dos níveis de Realidade. Isto não impede os dois mundos de coexistirem. A prova: nossa própria existência. Nossos corpos têm ao mesmo tempo uma estrutura macrofísica e uma estrutura quântica (NICOLESCU, 1999, p. 29-30).

A existência de vários níveis de realidade coloca em xeque a percepção de um mundo contínuo, determinista, de causalidades locais e começa a dar lugar ao de um mundo descontínuo, de causalidades globais e indeterminista, um mundo de relações dinâmicas onde os opostos não se excluem mas se complementam, onde tudo e todos somos uma rede de relações e inter-relações.

O desenvolvimento da Física quântica levou ao aparecimento de pares de contraditórios tais como onda/corpúsculo, continuidade/descontinuidade, separabilidade/não separabilidade que são contraditórios se analisados através da lógica clássica e de seus axiomas.

A realidade complexa, como vista sobre a ótica transdisciplinar, não vê esses pares como contraditórios e sim como complementares. Se algo parece contraditório, se analisado num nível de realidade, existirá sempre um outro nível de realidade, na qual temos um estado T, onde aquilo que parecia desunido está realmente ligado.

Segundo Nicolescu (1999, p.55) “os diferentes níveis de Realidade são acessíveis ao conhecimento humano graças à existência de diferentes níveis de percepção”, que se acham em correspondência biunívoca com os níveis de realidade.

Esses níveis de percepção permitem uma visão cada vez mais geral, unificante, englobante da realidade, sem jamais esgotá-la inteiramente. De acordo com Nicolescu (2002, p.55) “a unidade dos níveis de percepção e sua zona complementar de não resistência constituem o que chamamos *Sujeito transdisciplinar*”.

Para haver comunicação, entre o Sujeito transdisciplinar e o Objeto transdisciplinar, a zona de não resistência de ambos devem ser idênticas. Se um fluxo de informação atravessa coerentemente os diferentes níveis de realidade, a esse deve corresponder um fluxo de consciência atravessando coerentemente os níveis de percepção. Os dois fluxos estão interligados graças à existência de uma só e mesma zona de não resistência.

“*O conhecimento não é nem exterior nem interior: é simultaneamente exterior e interior*” (NICOLESCU, 2002, p.56). O estudo do universo e o estudo do ser humano sustentam-se um ao outro.

A unidade aberta entre o Objeto transdisciplinar e Sujeito transdisciplinar se traduzem pela orientação coerente do fluxo de informação, que atravessam os níveis de realidade, e o fluxo de consciência, que atravessam os níveis de percepção.

Essa orientação coerente de fluxos de informação e consciência dá um novo e mais profundo sentido à verticalidade do ser humano no mundo. Uma verticalidade humana que não seja individual, mas sim uma verticalidade consciente e cósmica, que perpassa os diferentes níveis de realidade e percepção. O fundamento de todo projeto social viável, na visão transdisciplinar, se baseia nessa nova verticalidade.

A transmissão coerente da informação e da consciência, em todas as regiões do universo, só será assegurada se elas convergirem para um mesmo ponto. Esse ponto de convergência, associando a informação e a consciência, descrevem o terceiro termo do conhecimento transdisciplinar: “*o termo de Interação entre o Sujeito e Objeto, que não pode ser reduzido nem ao Sujeito nem ao Objeto*” (NICOLESCU (2002, p.56).

A divisão da tríade Sujeito-Objeto-Interação é radicalmente diferente do binário Sujeito-Objeto que constituiu o alicerce da lógica moderna do conhecimento.

Atualmente, com as novas descobertas da Física, a ciência percebe a complexidade que envolve o universo em diferentes níveis e o abre para o mistério da realidade e de seu leque de significados.

A existência comprovada de dois níveis de realidade, regidos por leis diferentes e que coexistem, mostra-nos que várias outras barreiras devem ser rompidas. O modelo disciplinar instaurado pela lógica clássica se mostra inadequado e com isso as fronteiras entre as disciplinas começam a ser vencidas com abordagens pluri e interdisciplinares.

Hoje, não basta estabelecer apenas o diálogo entre as disciplinas e para dar conta dessa nova visão precisa-se de uma abordagem que considere o multidimensional e o multireferencial. Estudos apontam que essa ciência começa a emergir: a transdisciplinaridade.

## 4 TRANSDISCIPLINARIDADE E COMPLEXIDADE EM EDUCAÇÃO

A transdisciplinaridade é uma circulação de idéias, um exercício que se faz na mudança de hábitos, nos questionamentos que fazemos, propomos e trocamos com o outro. É um trânsito, um diálogo entre um ou mais campos de saber com vários outros campos. É o movimento, um fluxo de idéias e uma nova maneira de pensar essas idéias, uma proposta nova de ver e atuar no mundo, construção pulsante do conhecimento, necessária à sociedade contemporânea que abriga subjetividades múltiplas (GALVÃO, 2008).

As propostas pedagógicas tradicionais têm seus princípios metodológicos fundamentados na ciência clássica. Os conteúdos curriculares são parcelados em disciplinas e apenas repassados aos estudantes desconsiderando-se a subjetividade do sujeito.

É inegável que a disciplinarização e especialização do conhecimento trouxeram um grande desenvolvimento e avanço para a humanidade (por exemplo, em áreas como medicina, tecnológica, engenharia), por outro lado, os resultados obtidos desses avanços não são acessíveis à grande maioria dos seres humanos.

Parece haver um paradoxo, a mesma ciência que cria, salva e promove grandes avanços também destrói, desfragmenta e aniquila.

Nos últimos séculos a ciência vem se configurando de maneira disciplinar até culminar no alto nível de especialização do conhecimento que encontramos atualmente.

Apesar desses avanços, a disciplinarização e especialização do conhecimento já não são modelos a serem seguidos diante dos novos desafios que despontam nesse início de século, portanto novos rumos devem ser tomados de maneira a interligar os saberes e dar significado ao que se pretende ensinar.

De acordo com Santos (2008, p. 4) “a teoria da complexidade e transdisciplinaridade aponta para a superação do modo de pensar dicotômico das dualidades (sujeito-objeto, parte-todo, razão-emoção, etc.) proveniente da visão disseminada por Descartes (2008), estimulando um modo de pensar marcado pela articulação”.

Para se considerar o conhecimento como uma rede de relações e superar o reducionismo, há que se dar uma mudança conceitual e utilizar princípios mais adequados de maneira a contribuir para a religação dos saberes.

Santos (2008) discute cinco princípios elaborados por cientistas de várias áreas de maneira a resgatar o sentido do conhecimento para a vida, elo perdido com a prática de sua fragmentação.

O primeiro deles é o **Hologramático**. Elaborado por David Bohm e Edgar Morin, este princípio afirma que a parte não somente está dentro do todo, como o próprio todo também está dentro das partes. Ao se constituir o todo ele pode ser mais que a mera soma das partes e ao mesmo tempo o todo pode ser menor que as partes, então o todo é mais e menos que as partes (MORIN, 2003, p.124). Nesse sentido as partes só podem ser compreendidas a partir de suas inter-relações com o todo.

Esse princípio permite a articulação dinâmica entre pares binários: parte/todo, simples/complexo, unidade/diversidade, continuidade/descontinuidade, local/global, particular/universal.

Em educação, segundo Santos (2008), a estrutura disciplinar do conhecimento remete os professores a pensarem que as disciplinas (partes) que compõem a matriz curricular significam o todo do conhecimento. Essa estrutura curricular contribui de forma a acentuar a incapacidade de estabelecer relações entre os conhecimentos, em consequência disso os estudantes saem da escola com a “cabeça bem cheia” de informações desarticuladas e não de “cabeça bem feita” com conhecimentos adquiridos significativamente (Morin, 2009a).

As inter-relações dinâmicas entre parte e todo e a compreensão da multiplicidade de elementos que se interagem nessa relação remete à existência de diversos níveis de realidade, possibilitando, assim, um olhar multifacetado sobre a mesma realidade.

Não se concebe mais a construção do conhecimento de forma linear, parcelado, inerte e frio, pois o conhecimento é dinâmico, interligado e permeia vários níveis de realidade. Vários fatores influenciam na construção de um conhecimento interligado e significativo. Nesse sentido Santos (2008) coloca que:

[...] a imagem sugerida por Pribam do cérebro como um holograma, no processo de aprendizagem a compreensão do significado de uma frase evoca, instantaneamente, imagens, sons, vivências, conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas, instâncias e momentos da vida, intuições, sensações, humores, sentimentos de simpatia e antipatia, sentimentos de cooperação ou de rejeição. As realidades objetiva e subjetiva são complexas e interativas. No entanto, ignorando a dinâmica de interação, o professor prioriza determinado conteúdo na expectativa de que os alunos absorvam recorrendo à memorização (SANTOS, 2008, p.9).

Portanto, a construção de um conhecimento significativo se dá valorizando a interação dinâmica entre parte e todo e respeitando-se os diversos níveis de realidade, ou seja, não só valorizar o nível cognitivo, mas também outras dimensões como o afetivo e o social, pois o ser humano é um ser uno e ao mesmo tempo múltiplo e que aprende com as inter-relações sócio-psíquica-emocional.

Outro princípio discutido por Santos (2008) é a **Transdisciplinaridade**. Esse princípio permite a interação entre pares contraditórios, uma vez que dois de seus pilares, os níveis de realidade e o terceiro incluído<sup>32</sup>, permitem a interação entre opostos. Nesse sentido, o conhecimento é concebido como uma rede de conexões o que leva a multidimensionalidade e multireferencialidade do conhecimento.

Como ressignificação dos espaços escolares a Transdisciplinaridade se desponta como um caminho. Esse novo olhar sobre a educação não pretende suprimir as disciplinas, ao contrário, pretende realizar a comunicação democrática entre elas (todos os saberes são igualmente importantes) de forma que conceitos importantes possam transmigrar além das fronteiras disciplinares.

As práticas transdisciplinares podem fornecer caminhos que possibilitem ultrapassar o pensamento disjuntivo, tecer o conhecimento em redes, vencer o reducionismo e que revelem a complexidade do ser humano.

Esse novo enfoque é também estimulante por exigir dos profissionais da educação uma nova postura, um maior envolvimento da comunidade escolar, e desta com os demais atores da educação; valorizar a troca de saberes, assim como a permanente atenção às tendências do mundo globalizado em que as informações são conectadas no mesmo instante em todo o mundo. Impõe, ainda, a necessidade de apropriação de metodologias que não dêem um tratamento mecânico, de neutralidade e objetividade ao conhecimento.

Elaborado por Niels Bohr o **Princípio de Complementaridade dos Opostos** também participa em busca desse elo perdido.

A Complementaridade dos Opostos opõe-se à dicotomia dos pares binários permitindo a interação e articulação entre eles. “Ao articular os opostos, o princípio remete o olhar para o nível de realidade integrada dos pares binários: razão “e” emoção, indivíduo “e” sociedade, saúde “e” doença, sujeito “e” objeto, sapiens “e” demens, bem “e” mal, clausura “e” abertura das crenças ou teorias (Santos, 2008, p.15).

Levar em consideração apenas uma das características dos pares binários tem levado o processo ensino aprendizagem a algumas incompreensões, como por exemplo: se

---

<sup>32</sup> Vide páginas 27 a 32.

enfatazarmos apenas a razão estaremos deixando de lado a dimensão emocional que é um fator imprescindível na construção do conhecimento, se supervalorizarmos o indivíduo estaremos inibindo as relações sociais que também fazem parte do desenvolvimento do ser humano. Sendo assim, devemos levar em consideração as duas faces dos pares binários, pois elas não são excludentes e sim complementares.

O quarto princípio discutido foi elaborado por Werner Heisenberg, o **Princípio da Incerteza**. De acordo com Santos (2008, p.18) “o conceito de Incerteza se contrapõe às mensagens dualistas dicotomizadas, priorizando somente a dimensão que contribui para a construção da ordem, da certeza, tornando-se visão parcial, reducionista, determinista e objetiva”.

Esse princípio está presente na própria condição humana, uma vez que os seres humanos vivem mergulhados na incerteza. Nossa própria existência é um caminho incerto, às vezes temos de fazer escolhas de risco e se lançar no obscuro da incerteza para a própria sobrevivência. Também, estamos constantemente nos renovando e adaptando a novos desafios de maneira a não ser excluído da sociedade na qual vivemos e convivemos.

Para o indivíduo e a sociedade, caminhar na certeza é algo mais seguro, previsível e também se faz importante para a manutenção da ordem, mas a renovação se faz necessário para a continuidade dessa ordem.

A ordem, a repetição de normas, valores, sanções sociais e regras são atributos sobre os quais a escola se mantém. Ela se estrutura com base na certeza onde tudo é previsto no calendário escolar: a avaliação, o início e término do período letivo e o tempo é parcelado e destinado a cada conteúdo. Para o seu funcionamento a estrutura linear e a certeza se fazem necessários, ao mesmo tempo corremos o risco da reprodução do sistema e o aniquilamento do pensar.

O homem ama a incerteza, mas preferimos caminhar na certeza, pois as regras já estão pré-estabelecidas e sendo assim é mais fácil se adequar a elas ou driblá-las. Na ação pedagógica, o professor ao se apegar à ordem, à certeza e às normas hierárquicas transformam o encanto da descoberta em conteúdos estanques que deverão ser reproduzidos aos estudantes.

Nesse sentido Demo (2007b) ressalta:

Em nossas escolas [...], a lide comum está muito distante [dos] desafios, já que os alunos não pesquisam, não elaboram, não se envolvem profundamente, não encontram professores que sabem avaliar e orientar. Tudo tende a reduzir-se a práticas instrucionistas e deslavadas, no fundo, imbecilizantes, porque evitam a formação do sujeito que sabe pensar e aprender (DEMO, 2007b, p.21).

No que tange a aprendizagem o que se percebe atualmente é a valorização da certeza evidenciada pela reprodução do conhecimento, o professor transmite a aula os alunos memorizam o que lhe foi repassado e repetem nas avaliações, o que logo cai no esquecimento.

Por outro lado, o conhecimento não é inerte. Ele é dinâmico e cheio de novidades. A descoberta está no incerto e é ela que provoca o entusiasmo e o encanto de aprender.

Segundo Morin (2009a, p.59) “conhecer e pensar não é chegar a uma verdade absolutamente certa, mas dialogar com a incerteza”.

Portanto, o prazer está em se lançar no obscuro e no incerto ao mesmo tempo em que convivemos com as nossas certezas de modo a equilibrar a dualidade (complementar) certeza/incerteza.

Além dos quatro princípios citados, o **Princípio da Autopoiese** (auto-fazer-se) elaborado por Maturana e Varela vem complementar essa busca pelo elo perdido.

Ele consiste em dizer que todo ser vivo é um sistema autopoietico, ou seja, que se auto-organiza e autoconstrói.

O ser humano aprende com suas relações com o meio ambiente e nas relações entre outros de sua espécie. Nesse constante aprendizado ele se adapta a novas situações de maneira a manter a sua sobrevivência.

Na prática docente esse conceito implica a utilização de metodologias que estimulem os alunos a produzirem seu próprio conhecimento. A construção do conhecimento não se dá em uma só via, de fora para dentro<sup>33</sup>, como entende a Pedagogia Tradicional. O conhecimento deve se dar numa via dupla (de fora para dentro e de dentro para fora) onde outros aspectos além do cognitivo devem ser considerados, se não for assim corremos o risco de esvaziar o encanto de aprender ao separar o ser do saber e suas relações.

Além desses cinco princípios que se entrelaçam e complementam na busca de um conhecimento integrado e significativo, constantes debates compactuam com essas idéias como o relatório elaborado pela comissão internacional para a educação no século XXI, presidida por Jacques Delors, vinculada à UNESCO. Esse relatório está publicado no Brasil em forma de livro com o título: Educação: Um Tesouro a Descobrir. Nesse livro o quarto capítulo destaca os quatro pilares sobre o qual deveria estar sustentado um novo tipo de educação. Esses quatro tipos de aprendizagem são: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser.

Segundo Delors (1998) o primeiro tipo de aprendizagem, *aprender a conhecer*, visa não tanto a aquisição de conhecimentos codificados, mas para além disso conhecimentos significativos e não quantitativos e o próprio domínio dos instrumentos do conhecimento para que possamos ter um acesso inteligente aos saberes da nossa época.

O segundo tipo de aprendizagem, *aprender a fazer*, não deve estar dissociado do aprender a conhecer e as práticas não devem ser direcionadas para um único fim. Essa segunda aprendizagem está intimamente ligada à questão profissional, mas a simples transmissão de práticas, embora de valor formativo, já não satisfazem as necessidades atuais.

A humanidade está cada vez mais dissociada e individualista, para que essa situação mude devemos estimular a cooperação, evitar conflitos respeitando-se as individualidades, contemplando, assim, o terceiro tipo de aprendizagem: *aprender a viver juntos*, aprender a viver com os outros.

A educação deve ter como princípio fundamental o desenvolvimento total da pessoa, contribuir para desenvolver uma personalidade autônoma e crítica, não negligenciando nenhuma potencialidade individual, fazendo assim com que o individuo possa *aprender a ser*. O quarto tipo de aprendizagem, *aprender a ser*, depende diretamente dos outros três.

A educação deve contribuir para a formação de indivíduos que sejam autônomos, intelectualmente ativos e independentes, capazes de estabelecer relações interpessoais, de comunicarem e evoluírem constantemente e permanentemente, de intervirem de uma forma consciente na sociedade.

Nesse sentido, a abordagem transdisciplinar poderá dar uma importante contribuição para o advento desse novo tipo de educação, uma vez que preconiza a formação integral do homem.

#### 4.1 Um Ensino Significativo

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999),

Somente quando se dá [...] transposição de conhecimentos para novas situações é que se pode dizer que houve aprendizado. Do contrário, o que se dá é um simplório

---

<sup>33</sup> Professor fala e o aluno ouve, absorve e reproduz o conteúdo adquirido por memorização.

mecanismo de memorização, através do qual os fatos, mas não as idéias, circulam de uma folha de papel a outra, do livro didático para o caderno e do caderno para a prova, caindo em esquecimento no dia seguinte, por não estarem em ressonância nem fazerem sentido para quem lê, fala, ouve ou escreve (BRASIL, 1999, p.289).

Os conhecimentos científicos não devem ser apresentados de forma pronta e acabada, nem impostos, para que não se tornem meras reproduções cansativas das regras já consagradas. Os próprios estudantes podem e devem imaginar, opinar, inovar para a construção do seu saber e para perceberem a aplicabilidade desses conteúdos em sua vida. A partir dessa idéia, acreditamos que a construção do conhecimento se torna mais prazerosa e eficaz.

Baseando-se nas idéias de Kawamura e Housome (2006) podemos dizer que durante muitos anos o ensino médio foi considerado uma preparação para o ensino universitário, tendo como objetivo apenas o sucesso no vestibular. Essa proposta era coerente com a educação média, pois uma pequena parcela da sociedade ingressava nessa faixa de ensino, a partir da qual o caminho natural era o curso superior.

Não podemos focalizar apenas um ensino propedêutico (apesar de muitos alunos ingressarem nas escolas técnicas pela reconhecida qualidade do ensino por elas praticado). Assim, devemos repensar a escola como um novo espaço preparatório para esses alunos, independentemente de seus objetivos para o futuro.

Segundo Santos (2003, p.23) o mercado de trabalho “passa a exigir um perfil de trabalhadores que saibam conviver com suas flutuações, atrelados às rápidas evoluções tecnológicas e com capacidade de inserirem-se nele sem perder o espírito criativo”.

Nesse sentido a educação profissional tem seu lugar de destaque na formação de técnicos para áreas cada vez mais especializadas e que exigem pessoas cada vez mais “globais”.

Os problemas atuais da humanidade exigem competências cada vez maiores que os especialistas não conseguem resolver. É interessante observar como a educação se molda, desde seu início, para atender aos objetivos da sociedade. O mundo do trabalho está se modificando e tendo isso como base é necessário mais eficiência nos processos educacionais.

A educação profissional não pode ser vista como um instrumento de política assistencialista ou ajustamento às demandas do mercado de trabalho, mas, sim, como importante estratégia para que os cidadãos tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas da sociedade.

Presumimos que a escola deva buscar novas metodologias que valorizem a integração entre os dois cursos de maneira a oferecer um ensino significativo e não meramente reproduzido. Walker (2008) nos alerta para a hipótese de que o ensino meramente reproduzido não traz benefícios consistentes para a vida das pessoas, o que nos remete a constantes perguntas como, por exemplo, para que aprender isso? Onde vou usar? O que isso tem a ver com a minha vida? Para dar respostas consistentes a essas perguntas devemos dinamizar o ensino, ou seja, torná-lo mais atrativo e aplicável.

O ensino médio deve estar voltado para a formação dos jovens como um todo. Física, para eles, deve ter um significado efetivo, deve ter, também, um objetivo, e para que isso ocorra, devemos ensiná-lo a pensar, raciocinar, entender as causas e as razões das coisas.

A dificuldade em ensinar Física nas escolas não pode ser pensada a partir da idéia de incapacidade intelectual dos alunos, mas a partir da forma como são abordados os problemas a serem resolvidos em sala.

Acreditamos que os alunos não conseguem aprender os conceitos que lhes são transmitidos por falta de um envolvimento efetivo com a situação: os conceitos, regras e exercícios são apresentados sem nenhuma relação com a realidade do aluno. Não se explica o porquê e nem quando usar uma operação no dia a dia. As normas são vazias de significados.

Os alunos não se envolvem emocionalmente com as situações-problema, nem se interessam pelo resultado. Assim, aceitam sem discutir o que é imposto e por isso mesmo não assimilam a maior parte desses conceitos.

Podemos dizer, então, que nem sempre os problemas em sala estão diretamente ligados aos alunos, mas na forma como as teorias lhes são ensinadas. De acordo com Moran (2006, p.3), “é cômodo para o educador jogar sempre a culpa nos alunos, dizendo que não estão preparados, que são problemáticos. A criatividade está em encontrar formas de aproximação dos alunos às nossas propostas, à nossa pessoa”. É preciso estabelecer um envolvimento concreto entre situação problema e o interesse do aluno, para que o aprendizado se realize com maior efetividade.

Para os alunos dos cursos técnicos, existe uma infinidade de situações-problema da área técnica que podem ser utilizados para que o aluno possa opinar, sugerir, discordar, e conseqüentemente construir, mediante ajuda e intervenção do professor, o seu próprio conhecimento sobre determinado conteúdo da Física. Para consolidar o conhecimento adquirido, devemos dar oportunidade ao aluno de mostrar sua criatividade e suas competências através de um instrumento muito eficaz: a feira de ciências aberta ao público em geral.

Kawamura e Hosoume (2006) nos remete a pensar que nenhuma disciplina se constitui de forma isolada, cada área não pode ser considerada como um domínio de conhecimento próprio. A Física não deve deixar de contemplar as dimensões da linguagem e o conteúdo das ciências humanas, bem como o das ciências sociais. O objetivo aqui é trabalhar o ensino da Física além de suas acepções de uma ciência exata, destacando, assim, a importância da inter/transdisciplinaridade. Para isso, destaca-se:

E para dar conta dessa inter-relação, em cada disciplina podem ser considerada três dimensões: uma delas, interna à própria área, diz respeito à *investigação e compreensão* propriamente dita dos fenômenos físicos. A outra, para expressar a relação da Física com a área da linguagem e códigos, diz respeito a questões relativas à *representação e comunicação* em Física, ou seja, à linguagem específica da Física e às formas de expressão próprias ao seu campo. Finalmente, para estabelecer com mais clareza a relação da Física com as Ciências Humanas, há que se considerar a contextualização sócio-cultural dos conhecimentos científicos que incluem os aspectos históricos e sociais envolvidos na produção de seu conhecimento e no desenvolvimento tecnológico (KAWAMURA e HOSOUME, 2006, p.12).

Entendemos, dessa forma, que cabe ao professor programar suas práticas mediante os objetivos a serem alcançados, para que o conhecimento que ele deseja que seus alunos adquiram não seja imposto e sim construído. Devemos utilizar metodologias adequadas, que valorizem o conhecimento prévio dos estudantes. Faz-se necessário, também, usarmos exemplos ligados à sua área de atuação, para que, assim, possamos direcionar a construção do conhecimento do aluno, a fim de que ele sinta a aplicabilidade dos conceitos da Física como matéria ou como conteúdo aplicável ao seu cotidiano.

## 5 PEDAGOGIA DE PROJETOS E OS PROJETOS DE TRABALHO

Muitos são os métodos de ensino<sup>34</sup> que podem contribuir para uma formação integral do aluno, como exemplo podemos citar os métodos interativos. Na visão de Santos e Sanchez (2010) tais métodos são aqueles que permitem a interlocução e democracia cognitiva entre os conhecimentos, interlocução entre os participantes do processo, diálogo entre os saberes (acadêmicos e não-acadêmicos), respeito à diversidade de estilos e ritmos de aprendizagem, respeito às diferenças individuais e que promova a aprendizagem considerando razão e emoção, integrando teoria e prática.

Quando se pensa num processo educativo que privilegie a construção do conhecimento de forma significativa, tendo como pano de fundo a complexidade e a transdisciplinaridade, o resgate de métodos interativos se torna um suporte importante e de grande valia.

Apesar de algumas metodologias, como por exemplo os projetos de trabalho, serem frutos da filosofia construtivista eles podem ser utilizados numa perspectiva transdisciplinar.

O método de educação por projetos surgiu a partir do movimento educacional denominado Escola Nova, desenvolvido no final do século XIX na Europa e nos EUA, chegando ao Brasil em 1920.

Esse movimento contrapunha-se às práticas de educação tradicionais e defendia um modelo educacional que integrasse o indivíduo à sociedade.

Alguns estudiosos apontam como precursores do movimento escolanovista o suíço Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) e o alemão Friedrich Fröbel (1782-1825) por defenderem, já no século XVII, que a criança e seu desenvolvimento devem ser o centro do processo educacional. Defendiam, ainda, a atividade como ponto central de toda metodologia de trabalho, atividades essas que devem ser centradas no interesse da criança respeitando seu ritmo natural de desenvolvimento.

O movimento renovador se difundiu e teve vários outros representantes importantes. Um deles foi o belga Ovide Decroly (1871-1932) que sugeriu uma aprendizagem globalizadora baseado na idéia de que as crianças apreendem o mundo com base em uma visão do todo.

A italiana Maria Montessori (1870-1952) apontou a necessidade das atividades livres como forma de estimular as partes motoras e sensoriais da criança. Ela percebeu que indo do concreto para o abstrato as crianças aprendem melhor, de um trabalho individual abrange-se também a sociabilidade promovendo, assim, um desenvolvimento integral da criança.

Nos Estados Unidos esse movimento se destaca no início do século XX com John Dewey (1859-1952). Dewey, prezando sempre a democracia, acreditava que o ensino deveria se basear em atividades que interessassem aos alunos e que possuíssem uma meta a ser atingida por eles e que as escolas deveriam deixar de ser meros locais de transmissão de conhecimentos para tornarem-se pequenas comunidades de aprendizagem significativa. Para ele o aluno tinha de ter iniciativa, originalidade e agir de forma cooperativa.

Willian Kilpatrick (1871-1997), seguidor das idéias de Dewey, propunha o método de projetos como uma atividade motivada por uma intenção, um plano de trabalho (de preferência manual) que implicasse numa diversidade de aprendizagem. Segundo Martins (2001) os projetos aparecem como prática educativa com Kilpatrick, em 1919, ao levar para a sala de aula algumas contribuições de Dewey.

---

<sup>34</sup> “Métodos de ensino são sistematizações construídas a partir dos ideários de cada momento da sociedade, dando sustentação e fundamentação conceitual à educação no que se refere ao ser humano, à sociedade, à aprendizagem e ao próprio conhecimento” (SANTOS e SANCHEZ, 2010, p.10).

Outra importante contribuição para o movimento renovador foi do francês Celestin Freinet (1896-1966). Para ele a cooperação é fundamental para construir o conhecimento comunitariamente e estimular as crianças a se expressarem livremente. Dessa maneira e através da experiência a aprendizagem se dá de maneira mais eficaz.

No Brasil, vários educadores se destacam, especialmente após a divulgação do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova. Podemos mencionar Lourenço Filho (1897–1970) e Anísio Teixeira (1900–1971), grandes humanistas e nomes importantes de nossa história educacional.

Anísio Teixeira enfatizou que “a escola não pode ficar no seu estagnado destino de perpetuadora da visão social presente. Precisa transformar-se no instrumento consciente, inteligente do aperfeiçoamento social”.

Na década de 90, pesquisadores como Jurjo Santomé, Fernando Hernández, Montserrat Ventura e Antoni Zabala, já propunham um currículo integrado e os projetos de trabalho com enfoque em uma educação globalizadora e transdisciplinar como estratégia de ensino a ser trabalhada nas escolas.

Hoje, os educadores compreendem que, na pedagogia de projetos, o aluno aprende fazendo, pesquisando, aplicando conceitos e desenvolvendo estratégias de aprendizagem. Nessa forma contextualizada de aprender, aberta a novas relações entre os saberes, numa situação de grupo em que as interações se intensificam e se comprometem em termos de aprender e ensinar um com o outro, o papel do professor, sem dúvida, precisa ser reconstruído.

O professor precisa passar a observar e analisar o desenvolvimento do aluno para fazer a mediação pedagógica, orientando, instigando e criando condições para que os alunos possam articular e formalizar os conceitos utilizados na realização do projeto. Por essa razão, a pedagogia de projetos não pode ser vista como um método pronto para ser aplicado no contexto da escola. É preciso que o professor entenda suas implicações, potencialidades e restrições para poder recriar estratégias pedagógicas que contemplem o desenvolvimento de projetos baseados na realidade em que se insere a instituição. Segundo Hernández e Ventura (1998):

É precisamente num contexto de reflexão partindo da própria escola no qual adquirem significado os postulados e propostas que traz consigo uma reforma educativa. Um significado que não comporta necessariamente assumir ou rechaçar tais postulados, e sim permite ao professorado realizar suas análises críticas graças à bagagem conceitual teórico-prática adquirida no transcurso da inovação (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p. 30).

Para que seja possível a elaboração de projetos eficazes é preciso ter clareza de objetivos, saber fazer escolhas com critérios e tomar decisões que possam representar o consenso de um trabalho de grupo buscando a interação sócio-educativa.

## **5.1 Pedagogia de Projetos e a Matriz Curricular Tradicional**

Segundo Demo (2007a), embora seja possível executar projetos de aprendizagem na escola, ao mesmo tempo em que se cumpre uma matriz curricular convencional, os projetos, neste caso, ficam sobrepostos ao currículo convencional, centrado na transmissão de informações, tornando-se, quase sempre, uma atividade secundária e marginal.

Mesmo que os professores estejam dispostos a incluir em suas atividades o trabalho com projetos, muitas vezes, o sistema de ensino impõe métodos que não abrem espaço para inovações.

Muito diferente seria a escola se se preocupasse com o desenvolvimento de seus alunos através de projetos transdisciplinares centrados na resolução de problemas levantados

pelos estudantes. Dessa forma, ao experimentar o trabalho com projetos, o professor abandona a postura tradicional de mero transmissor de conteúdos e passa a valorizar as práticas e capacidades intelectuais ao mesmo tempo em que procura desenvolver a autonomia e os valores próprios dos estudantes.

De acordo com Hernández (1998), o ponto de partida seria a própria instituição sentir a necessidade de mudanças no seu Projeto Político Pedagógico e aprofundar-se no processo ensino-aprendizagem através de projetos utilizando a teoria da prática da globalização. De acordo com o mesmo autor e tomando como base a própria experiência ele mostrou que:

[...] era possível organizar um currículo escolar não por disciplinas acadêmicas, mas por temas e problemas nos quais os estudantes se sentissem envolvidos, aprendessem a pesquisar (no sentido de propor-se uma pergunta problemática, procurar fontes de informação que oferecessem possíveis respostas) para depois aprender a selecioná-las, ordená-las, interpretá-las e tornar público o resultado (HERNÁNDEZ, 1998, p.19).

Os currículos utilizados na educação convencional são centrados, não na análise e na tentativa de solucionar problemas, mas, em disciplinas que são o repositório dos conteúdos informacionais: fatos, conceitos e procedimentos. Em geral, eles são apresentados aos alunos de forma abstrata, totalmente desvinculados do seu contexto social. De acordo com Demo (2007a, p.60): “A redução da educação a ensino, transparece em atividades centrais como a aula reprodutiva, a prova colada, a avaliação pela restituição copiada. O tempo letivo é gasto, essencialmente em aula e prova”.

Professores expõem os conteúdos que constituem o currículo e os alunos os assimilam. Assim, a aprendizagem é caracterizada como a absorção das várias disciplinas que compõem o currículo e espera-se que essa aprendizagem seja o resultado mais ou menos automático de um ensino que, na maioria das vezes, não vai além da mera utilização de livros didáticos.

Martins (2001), diferentemente de Demo (2007a), defende que para implementar a pedagogia de projetos nas escolas não se faz necessário rejeitar ou abandonar os temas curriculares já consagrados no contexto escolar. A grande vantagem desse método é dar uma maior flexibilização à organização dos currículos uma vez que trabalha com integração dos vários conteúdos que compõem as disciplinas.

Novas formas de ensino e aprendizagem significam novas atitudes e procedimentos que tornem o ensino mais significativo, eficiente e, ao mesmo tempo, mais agradável. Consequentemente é preciso “virar as coisas de ponta cabeça”. Inovar. É o que nos propõe Hernández e Ventura (1998, p.60): “a perspectiva da globalização que se adota na escola, e que se reflete nos projetos de trabalho, trata de ensinar o aluno a aprender, a encontrar o nexos, a estrutura, o problema que vincula a informação e permite aprender”.

Daí a preocupação dos grandes estudiosos do assunto: o aluno ao chegar ao ensino médio perde o prazer de aprender, pois os professores se apresentam como meros passadores de conteúdos. Em contrapartida, a aprendizagem por projetos quebra esse paradigma, uma vez que é o próprio educando o construtor do seu conhecimento, sob orientação de seu professor.

## **5.2 Pedagogia de Projetos: etapas, papéis e atores**

A palavra *projeto*, do latim *projectu* (lançado para frente), refere-se à “idéia que se forma de executar ou realizar algo, no futuro; plano, intento, desígnio. Empreendimento a ser realizado dentro de determinado esquema” (FERREIRA, 1999, p. 1647).

Na atualidade essa palavra aparece com características próprias e em várias situações distintas como: projeto de vida, projeto de pesquisa, projeto político pedagógico dentre outras.

Para Nogueira (2008) um projeto é a princípio uma irreabilidade que vai se tornando real, que vai tomando corpo a partir das realizações de ações.

Em *Teoria da Inteligência Criadora*, Marina *apud* Nogueira (2008) exemplifica bem a idéia de projeto com a seguinte citação:

Não existem projetos desligados da ação. Há, evidentemente, muitas antecipações de acontecimentos futuros, como sonhos, os desejos ou os planos abstratos que são apenas, na melhor das hipóteses, anteprojetos que se converterão em projetos quando tiverem sido aceitos e promulgados como programas vigentes. O projeto é uma ação prestes a ser empreendida. Uma possibilidade vislumbrada não é projeto até que se lhe dê uma ordem de marcha, ainda que deferida (MARINA *apud* NOGUEIRA, 2008, p. 30).

A implantação da metodologia de projetos requer alguns cuidados, caso contrário será apenas mais um modismo na área educacional. Praticamente todas as escolas dizem trabalhar com projetos, mas a falta de conhecimento sobre o assunto tem levado professores a conduzirem atividades totalmente sem consistência rotulando-as de projeto. Sobre o assunto Nogueira (2008) nos relata que:

os projetos temáticos ou de trabalho estão atualmente sobre uma linha entre o modismo descabido, e sem fundamentos conceituais, e uma excelente proposta para fazer com que o aluno interaja em seu processo de construção do conhecimento, resolvendo problemas e desenvolvendo habilidades e competências para a sua formação integral (NOGUEIRA, 2008, p.33).

O início do projeto, a primeira fase, dá-se pela escolha do tema que não deverá seguir modismos, pois podem não ser de interesse do aluno. O tema pode surgir de várias formas tais como: por meio de discussão entre os alunos sobre determinado assunto que seja de interesse da maioria, de temas ou problemas pendentes em outros projetos e que agora emergem novamente como interesse do aluno, originar-se de um fato da atualidade ou surgir de um problema proposto pelo professor.

O segundo passo é a discussão, com os alunos, sobre a possibilidade de realização do projeto. Deve-se também, caso haja mais de um tema, não colocar a escolha em votação; o melhor caminho seria a negociação entre os próprios alunos direcionando para que eles cheguem a um consenso. Os alunos e professores devem perguntar-se, também, sobre a necessidade ou relevância do tema escolhido, de acordo com Hernández e Ventura (1998) a escolha do tema pela turma não deve se basear no “porque gostamos”.

Uma atividade importante é o levantamento de hipóteses acerca do tema. Isso nos remete a verificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do assunto em questão.

Outro passo importante é o planejamento. De acordo com Nogueira (2007) o planejamento deveria ser estruturado, nem que seja feito de forma mental. Essa estruturação requer saber o que será realizado na execução do projeto. Ainda, segundo o autor, o ato de projetar e planejar é de extrema importância para o aluno, uma vez que posteriormente será exigido dele essa postura face à exigência da formação de um sujeito integral.

Na fase de execução do projeto o professor deve fazer um acompanhamento constante, auxiliando os alunos, orientando na parte procedimental e estar sempre reavaliando para que ele se torne cada vez mais rico e de interesse dos participantes.

A fase final do projeto, a avaliação, é um momento de extrema importância, pois é aí que se verifica se os objetivos traçados inicialmente foram alcançados.

Os trabalhos com projeto têm uma grande vantagem em relação aos sistemas tradicionais de ensino, ele muda o foco do professor para o aluno. Reorganizar os currículos por projetos em vez das tradicionais disciplinas é uma proposta que poderá ser desenvolvida em qualquer organização escolar. Além dos pressupostos conceituais já apresentados, orienta também essa proposta pedagógica a necessidade de contextualização e articulação do conhecimento de uma determinada disciplina com as outras áreas do saber.

É nesse contexto e dentro dessa polêmica que a discussão sobre projetos de trabalho, hoje, se coloca. Isso significa que é uma discussão sobre uma postura pedagógica e não simplesmente sobre uma técnica de ensino mais atrativa para os alunos.

A proposta deste trabalho visou possibilitar o trabalho inter/transdisciplinar<sup>35</sup>, envolvendo não somente as disciplinas da grade curricular da escola, como também buscando subsídios em outras disciplinas não pertencentes ao currículo do curso em vigor na instituição. As áreas de conhecimento foram envolvidas tendo como mola mestra a aplicação da Física e culminando com a feira de ciências, que como etapa final teve a avaliação do projeto.

---

<sup>35</sup> No desenvolvimento de projetos ora se trabalha numa perspectiva interdisciplinar e ora transdisciplinar, mas ressaltamos aqui que a definição conceitual e epistemológica desses dois termos se diferencia, como colocado nas páginas 25 e 26.

## 6 AS FEIRAS DE CIÊNCIAS

### 6.1 Histórico da Feira de Ciências na CEDAF/UFV

De acordo com Mancuso e Filho (2006), durante a década de 60, teve início no Brasil o movimento de formação de núcleos de profissionais com o objetivo de revisar o conteúdo dos projetos traduzidos e dos livros didáticos bem como ministrar palestras sobre o ensino de Ciências em todo o país.

A partir de 1963 esses núcleos tornaram-se instituições permanentes dando origem aos Centros de Ciências que proporcionaram o surgimento e consolidação de inúmeras atividades voltadas para a prática do ensino de Ciências.

Uma das práticas desenvolvidas pelos Centros de Ciências consistia na preparação de jovens da escola primária e secundária na iniciação científica, por meio de inúmeras atividades práticas, dentre as quais se destaca as feiras de ciências.

No Brasil as primeiras feiras de ciências são realizadas na década de 60. Elas aconteceram em São Paulo nas instalações da Galeria Prestes Maia e logo se espalharam pelo interior desse estado e depois pelo país.

É no Rio Grande do Sul, inspiradas no movimento paulista, que as feiras de ciências têm seu maior desenvolvimento. Com a criação do Centro de Ciências do Rio Grande do Sul (CECIRS) se realiza no colégio Estadual de Vacaria, em 1965, a primeira feira de ciências, que se tem registro, do estado.

Além de São Paulo e Rio Grande do Sul, outros estados destacaram-se no cenário nacional com a realização de feiras de ciências após implantarem seus Centros de Ciências. Podemos destacar Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, dentre outros.

Atualmente, as feiras de ciências são realizadas em várias escolas, municípios e estados brasileiros.

Os primeiros contatos do pesquisador com as feiras de ciências se deram quando cursava o ensino fundamental. Na época, esse evento fazia parte do calendário escolar de todas as instituições de ensino da cidade. Esse era um evento muito especial e esperado pelos alunos, bem como a disputa entre os trabalhos era evidente e acirrada.

Nessa época, havia a etapa desenvolvida em cada escola da cidade e, os melhores trabalhos de cada escola disputavam com os melhores trabalhos das outras escolas. Os vencedores nessa etapa disputariam, na capital mineira, a etapa estadual das feiras de ciências e depois a etapa nacional.

A maioria dos alunos se empenhava em apresentar ótimos trabalhos para que esses fossem classificados e tivessem a oportunidade de serem apresentados em outras escolas. Hoje ainda é recordado pelo pesquisador cada trabalho apresentado, o que presume que as feiras de ciências são locais de efetivo aprendizado.

A realização de feira de ciências sob coordenação do pesquisador começa quando se inicia seu trabalho como docente na rede estadual mineira de ensino. Dos onze anos em que trabalhou na rede estadual conseguiu realizar três feiras. Sempre procurando envolver os professores da escola, principalmente da área de ciências, para a realização de tal evento.

Os trabalhos do pesquisador na CEDAF/UFV começam em 2003, lecionando Matemática até 2006. Nesse ano ele passa a lecionar Física para todas as turmas do ensino médio, então, sugeriu aos alunos para que realizassem a primeira feira de Física dessa escola. Após explanar os objetivos do evento a proposta foi aceita por todas as turmas. Ficou acertado que ela seria realizada ao sábado, durante todo o dia, uma vez que esse evento não fazia parte do calendário escolar. Também, acertaram que ela seria no final do ano letivo como encerramento das atividades.

A primeira feira de Física da instituição foi intitulada “Como e Por Quê as Coisas Funcionam”. O interesse e empenho dos alunos na preparação e apresentação dos trabalhos foram traduzidos pelo enorme sucesso da feira.

Quando se iniciou o ano letivo de 2007 alguns alunos já questionavam se nesse ano haveria a realização da feira de Física, consequência dos ótimos resultados obtidos na edição anterior. Acertamos que a feira de Física, a partir de então, faria parte do calendário escolar e que sempre seria realizada nos mesmos moldes da primeira.

No ano de 2007, porém, foram convidados os professores de Química e Biologia para participarem do evento (a partir de então sempre participaram das edições posteriores). Após aceitarem o convite trabalharam para que se realizasse a I Feira de Ciências da CEDAF/UFV intitulada “I Feira de Ciências: Da Teoria a Prática”. Novamente, após o empenho dos alunos, professores e funcionários, a feira foi um sucesso.

Em 2008, realizou-se a II Feira de Ciências: Da Teoria a Prática. Nesse ano outras áreas de ensino foram convidadas para participarem. Os professores do curso de Turismo aceitaram e ficaram incumbidos da recepção dos visitantes e indicação dos locais onde estariam expostos os trabalhos. Outra área que participou da feira foi a Informática, com apresentação de programas de computador desenvolvidos pelos alunos com orientação dos professores da área.

Foi realizada, em 2009, a III Feira de Ciências: Da Teoria a Prática. Apesar de ser feito o convite a outras áreas de ensino somente uma professora de Português aceitou participar. Até esse ano não havia uma abertura oficial da feira de ciências. A abertura ficou a cargo da professora de Português que programou uma peça de teatro, danças e a execução do Hino Nacional, abertura essa que teceu elogios de todos. Notamos que a cada ano os trabalhos apresentados pelos alunos melhoravam de qualidade.

No ano de 2007, por falta de contratação de professores para lecionarem no ensino médio e devido à grande expansão dos cursos, a CEDAF/UFV fez um convênio com o Estado para que professores dessa rede de ensino lecionassem nas dependências da nossa instituição.

Partindo da idéia de que os alunos da CEDAF/UFV também eram discentes da Escola Estadual Serafim Ribeiro de Rezende, reunimos com a direção da escola para que no ano de 2010 a feira de ciências fosse realizada de forma integrada e na escola estadual. A proposta foi imediatamente aceita e com a sugestão de se incluir os novos anos para se familiarizarem com as feiras e para despertar neles o interesse pelas ciências.

Dois objetivos nos levaram à decisão de realizar o evento na Escola Estadual: a integração entre os alunos das duas instituições de ensino e a proximidade do público alvo, uma vez que a escola estadual se encontra dentro da cidade de Florestal e a CEDAF/UFV fica a dois quilômetros dela.

O sucesso dessa feira, como nas outras edições, se deu através de muito trabalho e reuniões dos professores participantes do evento. Participaram professores das áreas de Português, Física, Química, Biologia e Matemática.

Após a realização do projeto de trabalho, pelas turmas participantes dessa pesquisa, e seu resultado apresentado na feira de ciências decidimos algumas modificações para a feira de ciências a se realizar em 2011, dentre elas duas se destacam:

- No início do ano letivo cada turma deverá escolher um professor tutor para que durante todo ano seja desenvolvido um tema que será apresentado na feira.
- Será apresentado apenas um trabalho por turma (antes eram três ou quatro) de modo a promover a integração entre as áreas de ensino e entre os alunos da turma.

Alguns aspectos contribuíram para essas modificações.

Geralmente os temas são desenvolvidos para serem apresentados na feira o que causa grande ansiedade e correria pelos grupos de trabalho. O contrário é que deveria ocorrer: os

resultados de um tema desenvolvido durante todo ano pelos alunos na escola é que deveriam ser apresentados para a comunidade.

Nas salas de aula, quando se propõe um trabalho em grupo, geralmente esses grupos se formam com os mesmos elementos. Com um único trabalho supomos que não haja essa divisão da turma o que contribuirá para a interação entre todos os alunos da classe.

Cada grupo escolhe um trabalho de uma determinada disciplina, ou seja, desenvolve um tema de Física, ou de Química ou de Biologia. Desenvolvendo um tema abrangendo várias disciplinas isso contribuirá para romper as barreiras existentes entre elas contribuindo para a percepção, por parte do aluno, de um conhecimento em rede.

Acreditamos que com essas modificações estaremos contribuindo para a integração entre os alunos e as disciplinas que fazem parte de seu curso.

## **6.2 A Feira de Ciências Como Espaço Educativo**

Partindo da própria experiência e de literaturas percebemos que as feiras de ciências são espaços de interação, conhecimento e descobertas. Espaços onde os alunos se sentem extremamente motivados, onde eles podem mostrar sua criatividade e contextualizar os conhecimentos adquiridos. Vários autores corroboram essa idéia, como ressalta Mancuso e Filho (2006):

Atualmente, o movimento das feiras mostra-se muito vivo em todo o Brasil (aparecendo em grande parte dos Estados), em vários países da América Latina e do mundo e, cada vez mais, o evento evidencia modos de superar a idéia de uma ciência como conhecimento estático, para atingir uma amplitude bem maior, de ciência como processo, ciência como modo de pensar, ciência como solução de problemas. Muitas investigações já apresentam caráter interdisciplinar e, na maioria das vezes, estão motivadas pelos problemas e direcionadas às soluções existentes na própria comunidade, relevando uma contextualização dos conhecimentos (MANCUSO e FILHO, 2006, p.16).

Temos, muitas vezes, a idéia de que a ciência se concentra na atividade de transmitir conhecimento (parte destinada ao professor) e de absorvê-lo (parte destinada ao aluno).

Conhecimento não se deposita ou absorve, se constrói.

Um espaço profícuo para a construção do conhecimento pode ser a feira de ciências. Vários autores compactuam com essa idéia como nos remete a pensar Neves e Gonçalves (1989):

As Feiras de Ciências no Brasil e no Exterior têm demonstrado cada vez mais serem alternativas importantes para incentivar e estimular estudantes e professores na busca de novos conhecimentos, oferecendo-se como espaço significativo para a iniciação científica (NEVES e GONÇALVES, 1989, p. 241).

A educação, especialmente na área das ciências, não tem correspondido às expectativas e nem dado respostas aos anseios dos estudantes.

As ciências, em especial a Física, tornaram-se matérias fora da realidade dos alunos, dissociada de suas vivências, uma disciplina de difícil entendimento, com um conteúdo rico em fórmulas, cuja origem e a finalidade são desconhecidas pela maioria dos alunos.

Um caminho de trazer o interesse do aluno para essa área poderá ser a humanização da ciência, colocar o aluno em seu contexto, fazendo com que ele sinta-se parte desse mundo. A ciência surgiu, e hoje parece retornar, para explicar os acontecimentos do mundo bem como as relações desse mundo com o homem e do homem com o mundo.

Outro caminho que se imagina é aproximá-la dos interesses pessoais do aluno, ou pelo menos da maioria do grupo, tornar a ciência mais desafiadora e reflexiva, desenvolvendo o

pensamento crítico, contribuir para um entendimento mais integral das matérias científicas, assim podendo tornar as aulas de Física mais atraentes e significativas.

Outro aspecto é que a Ciência é tratada como conteúdo, produzida apenas pelos cientistas e guardada em livros didáticos para ser apenas repassada, sem questionamento, não produzindo assim conhecimento e sim repetição. Dessa maneira o que foi aprendido pelos alunos não passa de um conhecimento meramente instrumental<sup>36</sup>.

Parece haver um abismo entre o conteúdo que ensinamos e o que realmente foi aprendido pelos alunos, pois o conteúdo não é transmitido e nem apreendido de forma significativa. Segundo autores como Delors, Dewey, Hernández e Ventura e os próprios alunos, o ensino sem a prática é um ensino vazio, se aprende mais o que se pratica.

A feira de ciências tem sido um ótimo espaço para a apresentação de trabalhos realizados pelos alunos e para a melhoria das práticas docentes. Não significa, necessariamente, ser um local de apresentação de trabalhos apenas científicos. Nesse espaço podem ser enfocados e explorados diversos aspectos da educação como cooperação, conexão de saberes, temas voltados para áreas sociais, dentre outros.

Devemos criar ambientes instigantes onde os participantes se sintam estimulados a trabalhar em equipe e a desenvolver novas idéias, associando conceitos básicos a projetos práticos.

Outro fator importante que deve ser contemplado nas feiras de ciências é instigar os alunos de maneira a contribuir para que eles desenvolvam um pensar científico, nesse sentido Borges, Borges e Vaz (2005) avaliam que:

Desenvolver o pensar científico significa buscar desenvolver uma postura indagadora e crítica, um modo de ser, de sempre buscar tornar claro para nós mesmos o que já sabemos e o que precisamos ou queremos saber sobre uma situação, evento ou fenômeno, e como podemos buscar fazê-lo, sabendo que não há procedimentos especificados ou especificáveis para isso (BORGES, BORGES e VAZ, 2005, p.436).

Na visão de Delors (1998) a educação deve ser crítica, cheia de saberes, é necessário aproveitar e explorar todas as situações para atualizar, aprofundar e enriquecer conhecimentos já adquiridos. Uma educação puramente quantitativa já não corresponde às necessidades e competências do futuro. Para poder corresponder à sua missão, a educação deve organizar-se em torno de quatro pilares: aprender a conhecer, a fazer, a conviver juntos e a ser.

A feira de ciências, se não conduzida de forma tradicional, poderá colaborar na contemplação desses pilares sobre os quais a educação deveria se sustentar.

O ensino contemporâneo exige competências e habilidades cada vez maiores, um olhar transdisciplinar sobre a educação supõe uma educação integral do ser humano. Criar lugares que ajudem a iniciar esse processo é de fundamental importância para a implementação de uma nova visão sobre a educação.

---

<sup>36</sup> Estudar apenas para “passar de ano”.

## 7 METODOLOGIA DA PESQUISA

### 7.1 Caminhos Metodológicos

Eu não confio na pesquisa solitária, confio na pesquisa solidária.  
Jean Piaget

Neste trabalho de investigação optamos por uma pesquisa participante, uma vez que se desenvolveu da interação entre pesquisador, pesquisados e membros das situações investigadas.

Utilizamos de um projeto de trabalho, desenvolvido pelos alunos das terceiras séries da CEDAF/UFV e aplicado na comunidade de Florestal, bem como a apresentação dos resultados na feira de ciências da escola, realizada num enfoque transdisciplinar, para tentarmos compreender como a interação dialética entre teoria e prática contribui para o conhecimento interligado e significativo para o aluno e de que forma o projeto desenvolvido contribuiu para melhorar a responsabilidade social desses estudantes.

Não seguimos com rigidez nenhum método estatístico, utilizamos vários meios para coletar, avaliar e analisar os dados obtidos durante a pesquisa.

### 7.2 Pesquisa Participante

A idéia de que a ciência nunca é neutra nem objetiva, sobretudo quando precisa erigir-se como prática objetiva e neutra. A consequência deste ponto de partida da pesquisa participante é o de que a confiabilidade de uma ciência não está tanto no rigor positivo de seu pensamento, mas na contribuição de sua prática na procura coletiva do conhecimento que tornem o ser humano não apenas mais instruído e mais sábio, mas igualmente mais justo, livre, crítico, criativo, participativo, co-responsável e solidário. Toda a ciência social de um modo ou de outro deveria servir à política emancipatória e deveria participar da criação de éticas fundadoras de princípios de justiça social e de fraternidade humana (BRANDÃO, 2006, p.24-25).

A experiência com a qual nos envolvemos quando da elaboração e execução do projeto, que visou diminuir o custo com energia elétrica e conseqüentemente aumentar a renda das famílias envolvidas em tal projeto e a divulgação desses resultados na feira de ciências da escola, nos fez aproximar da proposta da pesquisa participante.

De acordo com Brandão (2006, p.46) a pesquisa participante integra quatro propósitos:

- ela responde de maneira direta à finalidade prática a que se destina, como um meio de conhecimento de questões sociais a serem participativamente trabalhadas;
- ela é um instrumento dialógico de aprendizado partilhado e, portanto possui organicamente uma vocação educativa e, como tal, politicamente formadora;
- ela participa de processos mais amplos e contínuos de construção progressiva de um saber popular e, no limite, poderia ser um meio a mais na criação de uma ciência popular;
- ela partilha, com a *educação popular*, de toda uma ampla e complexa trajetória de empoderamento dos *movimentos populares* e de seus integrantes.

Segundo o mesmo autor uma das conclusões a que se chega é que a pesquisa participante pode contribuir para a reinvenção do espaço acadêmico, auxiliando para que a construção do saber se dê num espaço multifacetado de troca, de partilha e de negociação cultural.

“A pesquisa participante sempre reivindicou a imersão prática: as comunidades não precisam apenas de estudar seus problemas, precisam, sobretudo, de enfrentá-los e resolvê-los” (DEMO, 2008b, p.17). Esperamos que nosso projeto tenha contribuído para essa justa reivindicação.

### 7.3 Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com os 29 alunos da terceira série do curso Técnico em Processamento de Alimentos e os 24 alunos do curso Técnico em Agropecuário. Todos discentes foram informados sobre o objetivo do estudo. Manifestaram seu consentimento livre e esclarecido para participarem do processo, para tal cada aluno com idade igual ou superior a 18 anos assinou o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A), para os alunos menores de 18 anos esse termo foi assinado por um responsável.

Algumas questões do questionário (Anexo B) não estão diretamente relacionadas com o objeto da pesquisa, mas foram essenciais e necessárias para se caracterizar a população envolvida no processo bem como conhecer suas opiniões sobre o ensino na instituição.

As seis primeiras questões do questionário buscaram identificar dados pessoais dos alunos e também motivos que os levaram a escolher a CEDAF/UFV para concluir o ensino médio, bem como fatores que os levaram à escolha do curso.

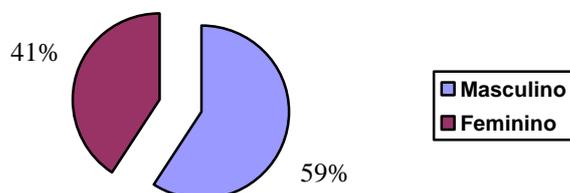
Algumas questões continham espaços para que os alunos expressassem livremente sua opinião acerca do item a ser respondido.

#### 7.3.1 Características dos respondentes e sua relação com a escola

Como enunciado anteriormente, algumas perguntas não estão diretamente ligadas ao objeto da pesquisa, mas elas nos serviram como subsídio importante para compreender melhor o público alvo, bem como conhecer sua visão sobre a educação na sua escola.

Na pesquisa observou-se que 29 (59%) dos respondentes se identificaram como sendo do gênero masculino, enquanto que 20 (41%) se identificaram como sendo do gênero feminino.

**Gráfico 7.1** – Distribuição dos Alunos por Sexo

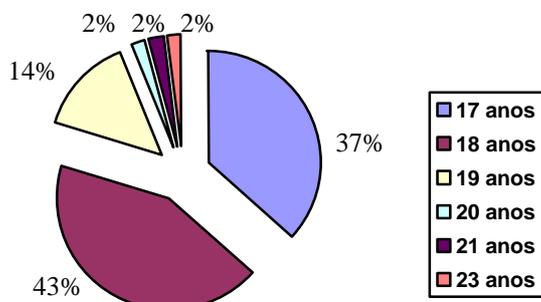


Historicamente, o contingente de alunos do sexo masculino nos cursos técnicos em Agropecuário é maior do que do sexo feminino. Essa relação, pelo menos nas turmas pesquisadas, se manteve, inclusive na turma do curso Técnico em Processamento de Alimentos.

A idade dos respondentes estava concentrada, em sua maioria, entre 17 e 19 anos, sendo que 18 (37%) alunos tinham 17(dezessete) anos , 21 (43%) alunos 18 (dezoito) anos , 7

(14%) alunos 19 (dezenove) anos, 1 (2%) aluno 20 (vinte) anos, 1 (2%) aluno 21 (vinte e um) anos e 1 (2%) aluno 23 (vinte e três) anos.

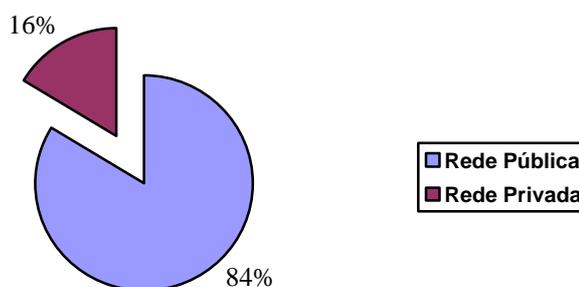
**Gráfico 7.2** – Distribuição dos Alunos por Idade



Presumimos que, pelo menos no universo pesquisado, a maioria dos estudantes ingressaram na CEDAF/UFV logo após concluírem o ensino fundamental, explicado pela maior parte deles estarem na faixa etária entre 17 e 18 anos (80%).

Pelas respostas dadas à terceira pergunta observamos que a maioria dos alunos cursaram seu ensino fundamental em redes públicas de ensino. Do total de alunos respondentes temos que 41 (84%) deles cursaram o ensino fundamental na rede pública de ensino e apenas 8 (16%) na rede privada.

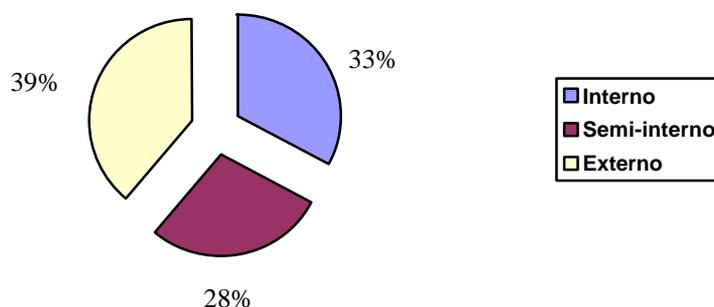
**Gráfico 7.3** – Distribuição dos Alunos em Função da Origem Escolar



Presumimos, baseado somente nas respostas a essa questão, que a maioria das famílias dos alunos não têm renda elevada, o que as levaram oferecer a seus filhos a rede pública de ensino.

Em relação ao regime de estudo a pesquisa indicou que 16 (33%) estudavam em regime interno na escola (moram nos alojamentos dentro da escola e se alimentam em seu refeitório), 14 (28%) são semi-internos (alimentam na escola e moram fora dela) e 19 (39%) alunos são externos (somente estudam na escola).

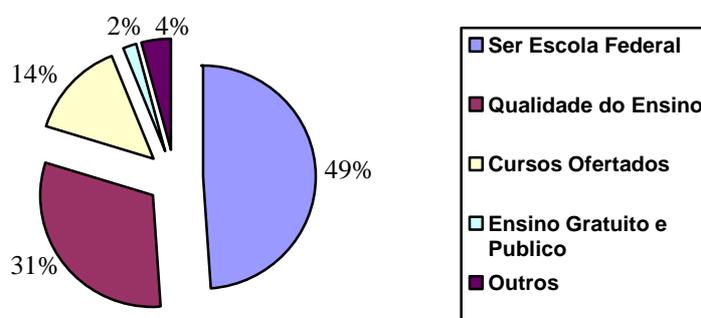
**Gráfico 7.4** – Distribuição dos Alunos em Relação ao Regime de Estudo na Escola



Um dos fatores que eleva o grande contingente de alunos semi-internos e externos é a instituição de ensino não oferecer alojamento feminino, o que leva as alunas morarem em repúblicas na cidade de Florestal.

A quarta pergunta se referia à escolha por estudar na CEDAF/UFV. Dos 49 alunos, 24 (49%) deles responderam que era o fato de ser uma escola Federal, 15 (31%) apontaram a qualidade de ensino o motivo da escolha, 7 (14%) escolheram a instituição pelos cursos ofertados, 1 (2%) por ter ensino gratuito e 2 (4%) alunos apontaram outros motivos pela escolha da escola.

**Gráfico 7.5** – Distribuição dos Alunos em Relação a Motivação pela Escolha de Estudar na Escola



As respostas dadas a essa pergunta nos causaram bastante surpresa. Percebemos a responsabilidade da escola no que se refere aos anseios e expectativas dos estudantes em relação ao ensino da CEDAF/UFV. Outro aspecto levantado foi a confiança na capacidade profissional dos professores. As falas dos respondentes ilustram essa situação:

- *Eu escolhi a CEDAF pensando tanto nos cursos que eram oferecidos, como também pela qualidade do ensino, já pensando no vestibular.*
- *As pessoas sempre comentavam que o ensino da CEDAF era muito bom além de ser uma escola cujo ensino é reconhecido em todo o país. Mas também escolhi a CEDAF pelo seu ensino gratuito.*
- *Os alunos que se formam na UFV – campus Florestal estão preparados para concorrer no vestibular e capacitados para entrar no mercado de trabalho.*

- *Os cursos técnicos são de grande importância pois além de já sairmos aptos para trabalhar em determinada área, saímos com uma visão diferente para o “mundo”. E o fato de ser uma escola Federal ajuda muito, pois tem um grande peso no currículo.*
- *Porque o ensino federal nos dá maior base para os concursos e vestibulares.*
- *Aqui nós temos acesso a Internet, bons livros na biblioteca e professores capacitados.*
- *Por ser um ensino de boa qualidade com professores capacitados ao aprendizado para os alunos.*

Pelas respostas, percebemos que parte dos alunos buscou a instituição por privilegiarem as duas vertentes de ensino: o propedêutico e o profissional. Isso evidencia a preocupação dos jovens com o futuro, pois anseiam uma preparação para se ingressarem no curso superior e buscarem capacitação profissional para ingressarem no mundo do trabalho.

Percebemos que, em parte, a CEDAF/UFV cumpre com seu papel na medida em que oferece um ensino de qualidade, mas isso não basta. Hoje, a escola deve se propor a muito mais como contribuir para a formação de um indivíduo que seja capaz de estabelecer relações, que saiba viver e conviver com os outros, que ensine o aluno aprender a aprender, enfim, preparar o aluno para enfrentar os problemas do seu mundo.

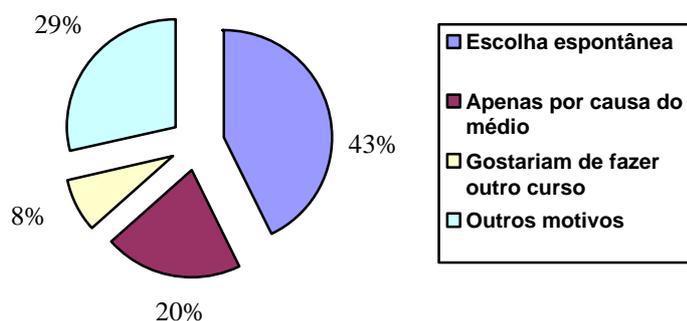
Segundo os PCN (Brasil, 1999, p.29) a escola, através de seu currículo, deve “contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva”.

Portanto, concluímos que a escola que precisamos é aquela de que os alunos necessitam e não aquela que idealizamos.

A sexta pergunta se referia à justificativa dos alunos para a escolha da formação profissional na CEDAF/UFV.

Os estudos mostraram que 21 (43%) alunos fizeram uma escolha espontânea, pois sempre quiseram cursar uma formação técnica, 10 (20%) alunos só estão cursando o ensino profissional por causa do ensino médio, 4 (8%) alunos gostariam de estar fazendo outro curso diferente do seu e 14 (29%) alunos escolheram o curso por outros motivos.

**Gráfico 7.6 - Distribuição dos Alunos Quanto à Escolha do Curso Técnico**



Fizemos uma análise sobre cada resposta separadamente.

Notamos que os alunos que marcaram a primeira opção, “fiz a escolha pois sempre quis cursar essa formação técnica”, estão fazendo o curso por realmente se interessar pela área, por ter afinidade com ela ou para se capacitar e melhorar o currículo. Alguns até pretendem continuar na área escolhida em que fizeram o curso técnico. Leia alguns comentários dos alunos.

- *Sempre gostei da área rural e pretendo seguir nela.*

- *O curso é interessante e pretendo trabalhar na área futuramente.*
- *Gosto da área e também meu pai é produtor rural.*
- *Eu achei interessante o curso e gostei, mas no início do curso não gostava muito.*
- *Eu sempre gostei da área de alimentos e esse curso foi uma ótima oportunidade de aprender sobre o tema.*
- *Gosto muito da área, além de melhorar o meu currículo.*

Os alunos que marcaram a segunda opção só fazem o curso técnico por causa do ensino médio. Estudos apontam que a CEDAF/UFV não é uma exceção, muitos alunos – para não perderem o alojamento – fazem o curso técnico apenas para terem o bom ensino médio ofertado pelas escolas federais. Sousa Luz (2009, p.3) faz esse comentário em sua dissertação ao colocar que a concomitância interna tem gerado um desconforto para a escola uma vez que a maioria dos alunos cursa a formação profissional por conta do ensino médio ofertado. Algumas falas dos alunos corroboram esse fato:

- *Nunca me interessei pelo curso técnico porém por o médio ser federal eu vim estudar aqui.*
- *Como eu queria o ensino Federal do médio resolvi fazer um técnico para obter mais formação.*
- *Queria fazer um curso médio de qualidade, mesmo tendo que fazer um curso técnico.*
- *Quando pensei em estudar aqui, não pensava que teria que fazer o curso técnico junto.*

Alguns gostariam de estar fazendo outro ensino técnico, como relatam nas respostas:

- *Primeiramente não gostaria de cursar a área de alimentos, mas aprendi muito com o técnico, no entanto gostaria de cursar algo que tenha relação com economia.*
- *Sou mais ligado a áreas de arquitetura e engenharia.*
- *Gostaria de estar cursando um curso técnico voltado para a área de saúde.*

Outros tiveram motivos diversos para estarem cursando o técnico. Vale ressaltar algumas respostas:

- *Eu escolhi o curso por falta de opção, por eliminação era o que tinha mais haver comigo, e foi uma escolha que deu certo.*
- *Escolhi ao acaso e estou adorando.*
- *No início escolhi o curso Processamento de Alimentos porque era o curso técnico que mais me agradava. Agora praticamente no final do curso posso dizer que gostei muito, não me arrependi de o ter escolhido e, talvez, pretendo continuar nesta área.*

Observamos, nesse último caso, que apesar das escolhas em sua maioria ser por eliminação ou ao acaso os alunos acabaram por gostar do curso que estavam fazendo.

#### **7.4 Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados**

O procedimento metodológico adotado foi baseado em duas das técnicas mais utilizadas em pesquisas qualitativas: observações e questionários.

Tendo como fio condutor técnicas qualitativas de investigação é que esta reflexão será externada.

#### 7.4.1 Observação participante

Mazzotti e Gewandsznajder (2004, p.164) relata que a observação de fatos ou situações, comportamentos e cenários, são de extremo valor em pesquisas qualitativas. Os autores citam algumas vantagens atribuídas à observação:

- independe do nível de conhecimento ou da capacidade verbal dos sujeitos;
- permite “checar”, na prática, a sinceridade de certas respostas que, às vezes, são dadas só para “causar boa impressão”;
- permite identificar comportamentos não-intencionais ou inconscientes e explorar tópicos que os informantes não se sentem à vontade para discutir;
- permite o registro do comportamento em seu contexto temporal-espacial”.

A observação será do tipo não-estruturada, também denominada assistemática, antropológica ou livre, que é característica desses estudos, onde os comportamentos a serem observados não são pré-determinados, eles são observados e relatados da forma como ocorrem, visando descrever e compreender o que está ocorrendo em uma dada situação. Não envolve questionamentos de forma verbal ou escrita.

As questões centrais da observação participante estão relacionadas aos principais momentos da realização da pesquisa, sendo um deles a entrada em campo (Cruz Neto, 2002, p.60).

Ainda segundo Cruz Neto (2002, p.59) “a importância dessa técnica reside no fato de podermos captar uma variedade de situações ou fenômenos que não são obtidos por meio de perguntas, uma vez que, observados diretamente na própria realidade, transmitem o que há de mais imponderável e evasivo na vida real”.

Portanto o nível da participação do pesquisador no contexto será de um observador participante, organizador e condutor do projeto de pesquisa que será desenvolvido pelos alunos, com o objetivo de articular as disciplinas, para ser apresentado na feira de ciências. Os sujeitos participantes terão pleno conhecimento das finalidades da pesquisa.

#### 7.4.2 Questionário

Para fins de obtenção das opiniões dos pesquisados, sobre os problemas levantados, o questionário foi escolhido como uma ferramenta de uso por sua praticidade de aplicação e facilidade de interpretação. Nesse sentido, o questionário utilizado nesse trabalho foi elaborado com a preocupação de incluir todas as questões identificadas como essenciais à formulação e fundamentação da proposta de pesquisa.

Nessa pesquisa foi escolhida a modalidade de questionário semi-estruturado, que é aquele que contém perguntas fechadas, mas que apresentam uma série de possíveis respostas, abrangendo várias facetas do mesmo assunto, permitindo ao entrevistado expandir sua opinião através de uma ou outra opção ao inserir uma resposta não contemplada na lista de respostas oferecidas, permitindo mais informações sobre o assunto. A vantagem desse tipo de questionário está no fato de não limitar as respostas totalmente, equilibrando objetividade e um grau de liberdade nas respostas, sem prejudicar a análise dos dados. Também foram colocadas questões que podem ter mais de uma alternativa de resposta e uma questão aberta.

Um pré-teste do questionário foi aplicado a três alunos, que não faziam parte do grupo de pesquisa, bem como a um professor para detectar e evitar possíveis falhas existentes, tais como: inconsistência da pergunta, complexidade das questões, ambigüidades, linguagem inacessível, perguntas supérfluas ou embaraçosas ao informante.

Foi elaborado um questionário (Anexo B), com 21 perguntas, e aplicado aos alunos das terceiras séries da CEDAF/UFV ao se concluir o projeto “O uso e difusão de aquecedor solar de baixo na comunidade de Florestal” (Anexo C).

O questionário aplicado teve vários objetivos, tais como: conhecer melhor o perfil dos alunos participantes do projeto, diagnosticar a concepção dos alunos acerca de como são ministradas as aulas e da articulação entre as várias disciplinas que compõem o seu curso, saber da sua opinião acerca da feira de ciências como espaço de interação e conhecimento, verificar se o projeto desenvolvido contribuiu ou não para melhorar a sua concepção acerca da interação entre as disciplinas, saber sua opinião acerca da feira de ciências realizada num enfoque transdisciplinar, verificar se um projeto social influencia no desenvolvimento do lado humano do aluno.

Segundo Goldengerg (2009, p.86) “o pesquisador deve ter em mente que cada questão precisa estar relacionada aos objetivos de seu estudo”.

A análise dos questionários se deu pela interpretação das informações contidas nas respostas dos questionários preenchidos pelos entrevistados. Essa análise permitiu uma visão mais realista sobre o problema da pesquisa.

Coletados e analisados os dados, foram atribuídos significados aos mesmos. Essa análise seguiu o processo indutivo. Segundo Silva e Menezes (2001), baseando-se em outros autores, o método indutivo foi proposto pelos empiristas Bacon, Hobbes, Locke e Hume. Eles consideram que todo conhecimento deve estar fundamentado em experiências, não levando em conta princípios preestabelecidos. Nesse tipo de raciocínio a generalização deriva de observações de casos que acontecem na realidade e as constatações particulares levam à elaboração de generalizações.

### **7.4.3 Portifólio**

Portifólio é um instrumento de identificação da qualidade do ensino-aprendizagem mediante a avaliação do desempenho do aluno e do professor; que compreende a compilação dos trabalhos realizados pelos alunos, durante um curso, série ou disciplina (ALTHAUS, 2007, p.1).

Segundo Hernández (1998) o portfólio é um recurso de avaliação evolutiva da aprendizagem, que oferece aos discentes e professores uma oportunidade de refletir sobre o progresso de ensino para a compreensão da realidade pelos alunos, ao mesmo tempo em que possibilita a introdução de mudanças durante o desenvolvimento do programa de ensino.

No início do projeto foi solicitado aos alunos que adquirissem um pequeno caderno, para que nele fosse registrada a síntese de cada atividade desenvolvida do projeto, expressando suas opiniões acerca de cada etapa.

Cada aluno comprometeu-se a apresentar, quando solicitado, o seu portfólio ao professor, como subsídio para o processo de avaliação do desenvolvimento do projeto.

Ao final do projeto todos alunos entregaram os portfólios ao professor pesquisador para servirem como fonte de coleta de dados.

O portfólio foi uma técnica inovadora e útil de avaliar as idéias dos alunos acerca do projeto, pois pode acompanhar suas opiniões em cada etapa enquanto o projeto se desenvolvia.

## **7.5 Delimitação da Área de Pesquisa**

A pesquisa<sup>37</sup> teve como ambiente a Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (Figura 7.1), escola de educação profissional vinculada à Universidade Federal de Viçosa (UFV).

---

<sup>37</sup> Os dados sobre a história da CEDAF foram obtidos nos registros da escola de 1939 a 2009 e também em pesquisa nos arquivos da Casa da Cultura (museu sobre a CEDAF/UFV).



**Figura 7.1** – Vista Aérea da CEDAF/UFV<sup>38</sup>

Inaugurada em 26 de Abril de 1939, pelo Presidente da República Getúlio Vargas, acompanhado do então Governador de Minas Gerais, Benedito Valadares, a Fazenda-Escola de Florestal se destinava à formação de administradores de fazenda e capatazes. Localizada em Florestal, Minas Gerais, a época distrito de Pará de Minas, situa-se a 60 Km da capital mineira, ocupando uma área de 1700 ha.

Em 1943, subordinado ao Departamento de Ensino Técnico da Secretaria de Agricultura de Minas Gerais, foi dada outra finalidade ao estabelecimento: passou a abrigar menores, ministrando-lhes ensino primário e profissional agrícola.

Com a extinção do curso de Administrador de Fazenda ou Capataz, em 1943, a ex Fazenda-escola passa a oferecer o curso primário normal aos menores que para Florestal vieram. No curso os alunos estudavam português, matemática, geografia e história em um turno e no outro prestavam serviço num local denominado Fazendinha, plantando arroz, feijão, milho e criando galinhas, com o objetivo de abastecer o refeitório da escola.

Em 1944 foi criado o curso básico, após o primário, que tinha matérias do conhecimento comum e da área técnica.

Em 1948, através do Decreto Lei nº 2.740 de 26 de maio, o governador do Estado de Minas Gerais, Milton Soares Campos, transforma a Fazenda-Escola em EMAF - Escola Média de Agricultura de Florestal, destinada à formação de técnicos agrícolas.

A EMAF foi regulamentada pelo Decreto Lei nº 2.931, de 13 de novembro de 1948, iniciando suas atividades, em abril de 1949, com o Curso Médio de Agricultura, destinado à formação de técnicos agrícolas.

Com a criação da EMAF, em 1948, extinguiu-se o curso oferecido aos menores de idade. Esses menores, que residiam na escola, foram transferidos para o Ginásio Mineiro em Belo Horizonte.

Em 05 de dezembro de 1955, pela Lei nº 1.360 a EMAF foi incorporada a UREMG – Universidade Rural de Minas Gerais. Em 1º de agosto de 1969 a UREMG foi federalizada

<sup>38</sup> Fonte: [www.cedaf.ufv.br/paginas/fotos.../album2.php?pg...foto](http://www.cedaf.ufv.br/paginas/fotos.../album2.php?pg...foto)

passando a UFV – Universidade Federal de Viçosa, e com ela a EMAF, também, incorporou-se à esfera federal.

Em 1971, foi extinto o Curso Médio de Agricultura e criado o Curso Técnico em Agropecuária concomitante ao ensino médio, atendendo a LDB nº 5.692/71.

Em 1978 foi criado o Curso Técnico em Florestas, pela iniciativa da EMAF e das empresas Companhia Agrícola Florestal Santa Bárbara – CAF, Florestas Rio Doce S.A., Florestal Acesita e os órgãos públicos: IEF/MG – Instituto Estadual de Florestas/Minas Gerais e Escola Superior de Florestas da UFV. De 1981 a 1983 o Curso Técnico em Florestas passou a funcionar como especialização em Ciências Florestais, sendo extinto, em 1984 pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura), sob a absurda alegação de que não existia essa ocupação na relação das ocupações do país.

Em 1981, através da Portaria nº102 do MEC, foi aprovado o novo Regimento Interno da EMAF, que passou a ser denominada CEDAF/UFV – Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa. Em 1999, atendendo a nova LDB, a CEDAF passa a oferecer cursos subsequentes (pós-médio) em Agropecuária e Informática com duração de um ano.

Em 22 de maio de 2006, através do CONSU - Conselho Universitário da UFV, a CEDAF passa a *UFV – Campus de Florestal*. Atualmente o *campus*, tendo aderido ao REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), além dos Cursos Técnicos em Agropecuária, Informática, Alimentos, Hospedagem, Eletrotécnica e Eletrônica, subsequente em Agropecuária e PROEJA (Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos) em Agropecuária, oferece dois Cursos Tecnológicos (Gestão Ambiental e Análise e Desenvolvimento de Sistemas), cinco licenciaturas (Química, Física, Matemática, Ciências Biológicas e Educação Física) e bacharelado em Agronomia, Administração e Engenharia de Alimentos.

Atualmente, o corpo docente da CEDAF/UFV é formado por 82 (oitenta e dois) professores, além de 160 (cento e sessenta) técnicos administrativos e 24 (vinte e quatro) funcionários terceirizados para cuidar de seus quase 1400 (um mil e quatrocentos) alunos.

## 8 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE TRABALHO

### 8.1 O projeto Uso e Difusão de Aquecedor Solar de Baixo Custo na Comunidade de Florestal

Os projetos de trabalho se delineiam como uma atividade interessante de maneira a transformar a escola em um espaço aberto à construção de aprendizagens significativas para todos que dele participem.

Tais projetos contribuem para uma resignificação dos espaços de aprendizagens de tal forma que eles se voltem para a formação de sujeitos ativos, reflexivos, atuantes e participantes.

Essa proposta pedagógica visa articular e integrar as diversas disciplinas curriculares em torno de um tema, preconiza a autonomia do aluno e valoriza as relações entre seus participantes o que lhe confere um caráter transdisciplinar.

Podemos seguir dois caminhos distintos, mas igualmente importantes, ao se planejar uma atividade por projetos de trabalho transdisciplinares: o projeto pode ter origem disciplinar (partir de uma única disciplina) ou pode ter origem multidisciplinar (envolvimento de diversas disciplinas). Segundo Sousa Luz (2009, p.53) “no primeiro caso, o tema gerador tem seu raio de ação ampliado pela sua contextualização e globalização com outras áreas do saber. O segundo caminho pressupõe o envolvimento de equipes multiprofissionais em que professores de diversas disciplinas articulem seu trabalho em torno de um mesmo problema”.

Neste trabalho, optamos por uma origem disciplinar para o desenvolvimento do projeto na CEDAF/UFV, uma vez que partindo de uma disciplina se torna mais simples a execução do projeto, mas sempre com a preocupação de que o tema fosse articulado com outras disciplinas.

Escolhemos as turmas dos terceiros anos para construirmos o projeto por dois motivos: maior maturidade e essas turmas já haviam participado de uma aula transdisciplinar de origem multidisciplinar o que facilitaria um olhar multifacetado sobre o tema.

Num primeiro momento houve a sensibilização dos alunos através de uma proposta de trabalho que levaria praticamente todo ano letivo de 2010 e que culminaria com a realização da feira de ciências. Nesse momento os alunos foram informados sobre a proposta dos projetos de trabalho, seus objetivos e finalidades bem como as etapas de execução.

No início do mês de março de 2010 fizemos um convite formal aos alunos do terceiro ano da CEDAF/UFV para participarem de um projeto cujo tema seria proposto e desenvolvido por eles e com a orientação do professor de Física, levando-se em consideração a importância, a relevância e o interesse pelo assunto.

Foi esclarecido aos alunos que mesmo partindo de uma única disciplina, no caso a Física, o tema escolhido deveria ser pesquisado exaustivamente, sobre vários ângulos, procurando contemplar a visão de todas as disciplinas sobre o assunto.

Para envolver os docentes de outras áreas no projeto sugerimos que os alunos os convidassem a participar do projeto e a dar opiniões sobre como seu conteúdo poderia fazer parte do assunto que seria pesquisado.

Nesse momento, também foi destacado que um projeto coletivo exige saber lidar com as diferenças, ter disposição, empenho e dedicação. Sem esses princípios o projeto teria dificuldades de ser conduzido. Ainda enfatizamos o fato de que essa atividade não deveria ser pensada apenas como uma a mais para melhorar a nota no final do semestre.

Após essas observações, houve unanimidade em participar do projeto de trabalho transdisciplinar. Então, fizemos uma breve programação das etapas<sup>39</sup> e prováveis datas para o cumprimento de cada etapa.

Esse foi um momento importante, pois em sua vida o estudante sempre deve estar preparado para planejar e executar algo e a programação das etapas objetivou contribuir para que o aluno possa desenvolver essa habilidade.

O primeiro passo, a primeira etapa, foi a escolha do tema.

Marcamos para dias depois que cada aluno trouxesse, escrito numa folha à parte, não privilegiando o “porque gosto”, um tema que gostaria de pesquisar. Após recolher as propostas combinamos que, depois da análise do professor orientador do projeto, os temas mais solicitados e mais relevantes seriam levados para discussão na aula seguinte.

Dos vários temas propostos pelos alunos o professor retornou com sete deles: música, problemas ambientais, fenômenos naturais, pré-sal, energias alternativas de baixo custo e tecnologia e suas aplicações nas áreas da saúde, educação e comunicação, pois foram os mais solicitados e de maior relevância.

Cada aluno deveria escolher um tema, dentre os sete propostos, escrevendo numa folha à parte uma justificativa para tal escolha e entregando-a ao professor orientador para análise e posterior discussão com os estudantes. A título de exemplo fizemos uma transcrição de algumas justificativas de alunos para a escolha do tema.

- *O tema foi escolhido por ser um assunto interessante de se conhecer mais profundamente e por estar ligado quase que diretamente com a vida de todos. Tenho o interesse de conhecer os porquês de muitas coisas que estão ligados à música.*
- *Desenvolvendo na escola e na comunidade um projeto de integração ao meio musical, onde os alunos cedafianos desenvolveriam projetos que aproximassem mais a população a vida musical.*
- *Escolhi esse tema porque esses fenômenos fazem parte do nosso dia-a-dia e na maioria das vezes nem imaginamos que a física explica todos esses fenômenos.*
- *Fenômenos Naturais. É bem interessante o assunto. Todas as matérias poderiam abranger, um tema que sempre é atual e causa bastante curiosidade.*
- *Um tema atualizado que futuramente visa o crescimento da economia Brasileira. O pré-sal é um “descobrimento” que irá desenvolver uma grande reserva de petróleo. É um avanço brasileiro que deixará o Brasil como um país de grande reconhecimento.*
- *Problemas ambientais. Porque é um problema que vivemos atualmente e de forma agravante.*
- *Problemas ambientais. Escolhi esse tema por ultimamente estar ganhando muita força e espaço em diferentes cenários, sendo um tema de importância universal e ter ligação direta com a vida do planeta.*
- *Energias alternativas de baixo custo. Escolhi este tema já que fiz feira de ciências com este tema, assim fica mais fácil pra mim entender ou fazer alguma experiência.*

---

<sup>39</sup> Usamos as três etapas sugeridas por Martins (2001):

Primeira etapa: preparação e planejamento do trabalho. Nessa etapa escolhe-se o tema, os procedimentos e medidas a serem tomados para a execução do projeto.

Segunda etapa: execução ou implementação do projeto. Nessa fase se realiza a pesquisa e implementa as ações ou atividades indispensáveis na realização do projeto.

Terceira etapa: análise dos resultados e deduções conclusivas.

- *É um tema que chama a atenção pelo fato de ser econômico e acessível a qualquer pessoa, é porque muitas pessoas se interessam a descobrir meios de energia alternativa de baixo custo.*
- *Eu escolhi este tema afim de pensar em outras formas de obtenção de energia, fácil de ser feito e de baixo custo, podendo até ser usadas com intuito de diminuir o gasto na energia elétrica e o mais importante a aprendizagem ganha com o trabalho.*
- *No nosso dia-a-dia, a tecnologia está sempre presente. Em tudo o que vamos fazer nos deparamos com algo novo, uma tecnologia nova, mas nem sempre sabemos como funciona e porque funciona. Por isso acho importante destacar esse tema.*

Pelas respostas dadas pelos respondentes podemos notar que alguns basearam sua escolha no individualismo, outros pensaram em projetos sociais, alguns buscavam mais conhecimentos e outros relação entre os conteúdos. Temos ainda os que não entenderam o objetivo da proposta o que fez com que fossem reforçados, com a turma, os objetivos do projeto. Outro fato interessante é a miscelânea de respostas, o que mostra a heterogeneidade da turma.

Dentre as propostas acima mencionadas a maioria dos discentes optou em trabalhar com o tema energias alternativas de baixo custo por haver um consenso de que é um assunto interessante, emergente, atual e que os conteúdos da Física poderiam ser contextualizados a partir dessa realidade.

Nesse momento, acertamos que faríamos uso do portfólio. Cada passo do projeto deveria ser anotado, de maneira individual, em um caderno exclusivo para o projeto. Após a conclusão de cada etapa o discente deveria fazer uma avaliação crítica e expressar sua opinião acerca da etapa, dando sugestões de possíveis mudanças no trabalho.

Após a escolha do tema deveríamos delinear um caminho para a pesquisa. Para isso, foi sugerida pelo professor a pergunta: por que as energias alternativas de baixo custo são pouco utilizadas, especialmente no Brasil? Os alunos concordaram em tomar essa linha de pesquisa. Estava especificado “o motor do conhecimento, o fio condutor” (HERNÁNDEZ e VENTURA, 1998, p.68).

Houve, ainda, a preocupação em contemplar um assunto que estivesse enquadrado dentro dos temas transversais, uma vez que esses fazem parte das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM – que por sua vez está inserida nos PCN. No nosso caso o assunto se encaixa no tema transversal meio ambiente.

Abaixo transcrevemos as orientações do Ministério da Educação e Cultura (MEC) relativas ao tema Meio Ambiente:

A vida cresceu e desenvolveu na Terra como uma trama, uma grande rede de seres interligados, interdependentes. Essa rede entrelaça de modo intenso e envolve conjuntos de seres vivos e elementos físicos. Para cada ser vivo que habita o planeta existe um espaço ao seu redor com todos os outros elementos e seres vivos que com ele se interagem, por meio de relações de trocas de energia: esse conjunto de elementos, seres e relações constitui o seu meio ambiente. Explicado dessa forma, pode parecer que, ao se tratar de meio ambiente, se está falando somente de aspectos físicos e biológicos. Ao contrário, o ser humano faz parte do meio ambiente e as relações que são estabelecidas, relações sociais, econômicas e culturais também fazem parte desse meio e, portanto, são objetos da área ambiental. Ao longo da história, o homem transformou-se pela modificação do meio ambiente, criou cultura, estabeleceu relações econômicas, modos de comunicação com a natureza e com os outros. Mas é preciso refletir sobre como devem ser essas relações socioeconômicas e ambientais, para se tomar decisões adequadas a cada passo, na direção das metas desejadas por todos: o crescimento cultural, a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental (BRASIL, 1997, p.27).

Os alunos deveriam, para nosso próximo encontro, formular algumas hipóteses sobre o problema levantado. Esse caminho permitiu aos alunos proporem respostas à pergunta levantada bem como analisar o seu conhecimento prévio sobre o assunto. Segundo Martins (2001, p.23) no trabalho com projetos de pesquisa “o papel essencial do professor será orientar os alunos a buscar os caminhos e a produzir o conhecimento, dentro do seu contexto próprio, partindo do que já sabem, dos saberes do senso comum”.

Baseando nas seis<sup>40</sup> hipóteses levantadas, elaboramos onze questões de pesquisa<sup>41</sup> para que nossa busca por respostas tivesse um rumo bem definido.

Após acordo, concluímos que o projeto seria desenvolvido em duas vertentes: um trabalho de pesquisa bibliográfica a fim de validar ou não as hipóteses levantadas e elucidar mais o assunto e, concomitantemente, seria executado um projeto que concretizasse a teoria com a prática e contemplasse o lado social.

Discutimos quais instrumentos seriam usados para a coleta de informações e a Internet foi eleita como a grande fonte de consulta.

Após várias discussões e sugestões chegamos à conclusão que o projeto deveria articular o ser, o saber e o fazer. Optamos, então, por um projeto social que contemplasse esses três caracteres da educação. A idéia foi materializar, no cotidiano escolar, a possibilidade de um olhar transdisciplinar sobre o ensino.

Num segundo momento – o segundo passo - partimos para a pesquisa sobre o assunto e para a execução do projeto de trabalho transdisciplinar bem como a pesquisa do assunto a ser apresentado na feira de ciências.

Definimos que os alunos seriam divididos em quatro grupos (exatas, humanas, agropecuário e alimentos), cada um com um representante. Essa divisão não visou fragmentar, mas sim facilitar para os alunos a pesquisa, pois essa deveria abordar assuntos que permeassem as várias disciplinas que fazem parte do curso. O resultado da integração das disciplinas para elucidar o tema proposto (energias alternativas de baixo custo) seria o projeto a ser apresentado na feira de ciências no final do ano.

Após algumas semanas de pesquisa nos reunimos para concluir a primeira fase do projeto. Depuramos o que já havia sido realizado pelos alunos, o que já havia sido produzido,

---

#### <sup>40</sup> HIPÓTESES

Com relação às energias alternativas convencionais:

- Falta de incentivo por parte do governo
- Alto investimento inicial
- Facilidade de obtenção de energia fornecida pelas hidrelétricas.

Com relação às energias alternativas de baixo custo:

- Falta de investimentos do governo em projetos que envolvam as energias alternativas de baixo custo.
- Desconhecimento por parte da população
- Desinteresse na divulgação frente aos interesses das grandes produtoras de energia elétrica.

#### <sup>41</sup> QUESTÕES DE PESQUISA

- De quê e como são feitos os painéis solares?
- Como se dá a transformação de energia solar em energia elétrica?
- Todos aparelhos podem ser alimentados através de painéis solares?
- É possível armazenar energia elétrica que foi transformada da solar?
- As energias alternativas como solar, eólica e outras poluem o ambiente?
- De que maneira a energia solar é transformada em energia térmica?
- De que forma o aquecedor solar pode contribuir para a conservação do meio ambiente?
- Como construir um aquecedor solar de baixo custo?
- Como instalar, nas residências, um aquecedor solar de baixo custo?
- Como poderia ser a divulgação, pelo menos em nossa comunidade, para incentivar o uso de aquecedor solar de baixo custo?
- O processo é viável? Por quê?

se estavam satisfeitos, se poderia ser feito mais alguma coisa que não estava planejada, se existe alguma coisa desnecessária em termos de pesquisa.

Nesse momento, decidimos que não pesquisariamos energias alternativas convencionais. A pesquisa se daria somente no campo de energias alternativas de baixo custo. Também, foi sugerido pelos alunos que fizéssemos algumas viagens técnicas. Decidimos realizar duas viagens durante o desenvolvimento do projeto: uma seria numa fazenda próxima à escola que utiliza os dejetos suínos para produção de energia elétrica e outra seria numa siderúrgica em Pará de Minas que utiliza os gases liberados na produção do ferro gusa para a produção de energia elétrica.

Um projeto de trabalho não é algo rígido, com um início, meio e fim pré-determinados. Segundo Nogueira (2007, p.89) “nada em um projeto tem que ser “engessado”. O importante é a satisfação em realizar sonhos, desejos e vontades e isso pode ser mudado no decorrer das projeções”.

No mesmo sentido Martins (2001, p.94) coloca que “os projetos não têm forma rígida; pelo contrário, são bem flexíveis e podem ser modificados ou adaptados às conveniências locais da escola ou de acordo com as intenções do professor”.

Após redefinirmos o projeto, estabelecemos que as turmas deveriam fazer um pré-projeto que contemplasse quatro famílias carentes da comunidade de Florestal com a instalação gratuita, em suas residências, de um aquecedor solar de baixo custo. Estipulamos um prazo para que se concretizasse a realização desse pré-projeto.

No término do prazo acima descrito o pré-projeto foi apresentado ao professor orientador. Após a análise do professor, com sugestões feitas aos representantes de cada um dos quatro grupos e após algumas correções, chegamos ao conteúdo do projeto intitulado: “O uso e difusão de aquecedor solar de baixo custo na comunidade de Florestal” (Anexo C).

Cada representante de grupo recebeu uma cópia do projeto que seria levado aos demais componentes para discussão, sugestões e possíveis alterações. Após a discussão dos representantes com seus grupos o projeto foi aprovado sem nenhuma alteração.

Esse também foi um momento muito importante, pois proporcionou aos alunos uma atividade que deverão fazer na sua vida acadêmica ou profissional: a elaboração de projetos.

O projeto elaborado pelos estudantes visou a construção de quatro Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) para serem instalados em residências de famílias de baixa renda de Florestal com o objetivo de economizar energia e, conseqüentemente, aumentar a renda familiar. A construção desses aquecedores demandaria certo custo. Para viabilizar a construção, ficou estabelecido que cada grupo se responsabilizaria pela busca de patrocínio para contemplar uma família.

Para facilitar a obtenção de recursos nos patrocínios cada representante de grupo recebeu um documento, assinado pelo professor orientador do projeto e pela direção da instituição (Anexo D), mostrando a veracidade e seriedade do projeto que estava sendo desenvolvido pelos alunos.

O próximo passo do projeto desenvolvido pelos alunos seria a pesquisa com as famílias carentes para definir onde os aquecedores seriam instalados. Para isso, procuramos a Prefeitura Municipal de Florestal que nos indicou o Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), instituição na qual poderíamos ter a relação das famílias carentes da cidade.

O professor orientador juntamente com quatro alunos, que se disponibilizaram a acompanhá-lo, foram ao CRAS para obterem informações sobre a localização de algumas residências de famílias carentes.

Chegando ao CRAS fomos recebidos pela sua coordenadora. Após a apresentação escrita e exposição verbal do projeto ela se prontificou a nos fornecer uma lista com alguns nomes de famílias para a execução do projeto.

A coordenadora da instituição ficou bastante empolgada com o projeto, empolgação essa traduzida por muitos elogios à iniciativa dos alunos e a disponibilização de um local, caso precisássemos, para reunir com as famílias com o objetivo de falar sobre o projeto.

Após algumas semanas, a coordenadora do CRAS nos forneceu uma lista com o nome de onze famílias que poderiam ser agraciadas com os aquecedores. Segundo a coordenadora, tal lista levou em consideração famílias assistidas pelo Bolsa Família cujas rendas eram as menores entre as famílias pesquisadas.

No próximo encontro com os alunos discutimos de que maneira escolheríamos as famílias. Para isso decidimos fazer um questionário (Anexo E) para ser aplicado, pelos alunos, junto às onze famílias selecionadas para que dentre elas escolhêssemos quatro.

As turmas foram divididas em onze grupos para que cada grupo fizesse a pesquisa com uma das famílias. Assim, cada grupo ficou responsável em trazer as informações contidas no questionário sobre cada família pesquisada.

Ressaltamos aqui as falas de alguns alunos após a entrevista com as famílias:

- *Estamos aprendendo muito com este projeto, principalmente a dar valor as coisas, pois estamos vendo de perto a realidade das pessoas.*
- *Me levou a pensar que com pequenas ações e com simples trabalho podemos ajudar os outros.*
- *A solidariedade com as outras pessoas pode ser uma forma eficaz de reduzir as dificuldades vivenciadas pela população carente.*
- *Eles são uma família completamente carente, o que me comoveu muito, e só a implantação de um aquecedor solar não seria o bastante para eles. Afinal uma família que deixa de comer para pagar contas merece toda a atenção, não só do projeto e da instituição mas também do governo.*
- *A pesquisa me fez perceber que as vezes reclamo muito e há pessoas em situações piores e que devemos dar valor ao que temos e ajudar o outro quando pudermos.*

Decidimos confeccionar os aquecedores com placas de PVC (*Poly Vinyl Chloride* ou Cloreto de PoliVinila) como indicado no manual<sup>42</sup> obtido pelos alunos durante a pesquisa, mas a obtenção de alguns materiais não pode ser feita na região e nem estávamos conseguindo onde adquiri-los.

Para ficarmos mais familiarizados com o assunto e descobrirmos a fonte do material para construção do ASBC decidimos que o professor orientador participaria de um curso em Belo Horizonte ministrado por um monitor da Sociedade do Sol (SoSol)<sup>43</sup>. Tal curso tinha o objetivo de mostrar como montar e instalar o ASBC.

Depois da realização do curso o professor pediu para que o monitor da SoSol, que ministrava o curso, cedesse o material utilizado para ser repassado para os alunos. Gentilmente ele cedeu os slides da palestra por e-mail.

Após a participação no curso, o professor orientador do projeto marcou uma data para que as informações fossem repassadas aos alunos numa palestra que ocorreu fora do horário de aula. Nesse momento também haveria a escolha das famílias nas quais os ASBC seriam instalados.

Durante a palestra procuramos mostrar a aplicação das várias disciplinas na construção do ASBC. Mostramos onde a Física, a Geografia, a Química, a Sociologia dentre outras se aplicavam na construção e execução do projeto.

---

<sup>42</sup> Disponível em <[www.sociedadedosol.org.br/arquivos/asbc-br-jul09v3-0.pdf](http://www.sociedadedosol.org.br/arquivos/asbc-br-jul09v3-0.pdf)>

<sup>43</sup> É uma organização não-governamental (ONG), instalada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), sediada no departamento de Física da Universidade de São Paulo, 15 anos pesquisando, desenvolvendo e difundindo a tecnologia de aquecedor solar de baixo custo e outras formas de economia de energia.

Ao final da palestra, que foi bastante proveitosa devido ao interesse dos alunos, decidimos que cada grupo fosse à frente e defendesse o porquê a família pesquisada por ele deveria ser contemplada com o ASBC.

Foi um momento bastante interessante. Cada grupo comentou de forma detalhada como foi a pesquisa (como explicaram o projeto e seus objetivos, o tratamento dado a eles pelos entrevistados no ato da pesquisa, a descrição das residências e das famílias, suas rendas, o gasto com energia elétrica, etc) e defendeu veementemente a família pesquisada. Foi um momento de calorosas discussões pelo fato de que todas as famílias eram carentes. Mas, após um consenso, as quatro famílias foram escolhidas.

Sensibilizados com algumas famílias que não foram contempladas os alunos sugeriram que com mais patrocínio poderíamos incluí-las no projeto. A defesa do grupo em prol da família pesquisada e o desejo da inclusão de mais famílias no projeto provocaram uma motivação nos alunos para buscarem mais patrocínio de maneira a concluir rapidamente o projeto.

Destacamos que esse momento nos deu subsídio para responder, em parte, um dos objetos da pesquisa: um projeto de trabalho prático desenvolvido pelos alunos, visando o lado social, contribui para melhorar seu lado humano?

Segundo Hernández (1998, p.73) uma das visões do projeto de trabalho está relacionada com a revisão do saber escolar destacando a importância da realidade pessoal e cultural por parte de professores e alunos. De acordo com o autor um dos fundamentos dessa visão é “dar sentido ao conhecimento baseado na busca de relações entre os fenômenos naturais, sociais e pessoais que nos ajude a compreender melhor a complexidade do mundo em que vivemos”.

Libâneo (2009) aponta que os conteúdos didáticos devem consistir na sistematização de conhecimentos e modos de realização do ensino-aprendizagem, visando o desenvolvimento das capacidades mentais, sociais e afetivas dos alunos.

Na busca de mais patrocínios destacamos um fato interessante e desmotivador. Voltamos a Prefeitura Municipal de Florestal e apresentamos o projeto para conseguirmos mais recursos para a instalação de ASBC, além dos quatro previstos no projeto. Fomos recebidos e apesar do interesse dos governantes da cidade no projeto, não conseguimos nenhum auxílio por parte dos órgãos públicos.

As próximas semanas foram ocupadas com a busca e compra dos materiais para a confecção dos aquecedores

Após termos adquirido todos os materiais decidimos marcar um sábado para a construção dos aquecedores. Para construir os aquecedores, como exigia utilizar algumas máquinas perigosas, decidimos convidar os pais dos alunos (que possuíssem tais máquinas) para nos ajudar na construção dos ASBC. Essa atitude teve o objetivo de incluir as famílias dos alunos na execução do projeto.

Na data marcada nenhum dos pais poderia contribuir com o seu trabalho na construção dos aquecedores, então conseguimos um amigo que se dispôs a nos ajudar e fazer o trabalho de furos e cortes com as suas máquinas.

Conseguimos, também através de um amigo, um galpão em seu restaurante que pudesse ser utilizado pelos alunos para a construção dos ASBC. Todos os alunos foram convidados a participar na construção. A maioria dos alunos, na verdade quase todos, foram e trabalharam. Alguns não puderam ir porque estavam fazendo um trabalho de vacinação de pequenos animais contra raiva na cidade de Florestal.

Na construção, os trabalhos foram divididos. O trabalho de furar e cortar ficou a cargo do nosso amigo (que teceu elogios à turma pela dedicação ao projeto) com suas máquinas. Alguns lixavam, outros pintavam as placas, outros construía o reservatório do aquecedor, enfim, todos colaboraram nessa etapa de construção.

É importante salientar que durante toda construção estávamos incluindo e enfatizando os conteúdos da Física (não somente dessa disciplina) na construção do ASBC, como por exemplo, para responder a perguntas tais como: por que as placas não podem ficar na horizontal? Por que os ASBC devem ser instalados frente ao norte? Por que a água aquecida nas placas tende a subir enquanto a fria tende a descer? Por que as placas devem ser pintadas de preto fosco e não de preto brilhante? Qual o significado de PVC?



**Figura 8.1** – Alunos construindo os ASBC

A próxima etapa seria a instalação dos aquecedores nas residências.

Decidimos contratar um profissional (que foi pago com recursos próprios do professor pesquisador) para a instalação dos aquecedores, uma vez que seria perigoso para os alunos subirem em telhados e trabalharem com máquinas cortantes.

Com a ajuda desse profissional começamos, em meados de setembro, a instalar os aquecedores nas residências. Não sabíamos que seria tão complexo o trabalho. A instalação é simples, mas devido a vários problemas como vazamentos nas placas, chuvas, dentre outros, essa etapa se tornou trabalhosa, desgastante, e demandou bastante tempo.

Um fato a acrescentar nessa etapa é a simpatia e disponibilidade das famílias contempladas em nos receber para instalar os aquecedores, contribuindo no que foi possível para que se concretizasse o projeto.

Combinamos que os alunos voltariam nas residências pesquisadas para comunicar as famílias que não foram contempladas com o aquecedor. Assim foi feito. Cada grupo retornou à família pesquisada por ele para comunicar o porquê de não ter sido agraciada com a instalação do ASBC em sua residência.

Nas residências onde foram instalados os aquecedores os alunos fizeram uma sondagem sobre a satisfação com o aquecedor e o resultado foi bastante positivo, pois as famílias estão gostando e elogiando o trabalho.

Atualmente, os quatro aquecedores estão instalados e funcionando bem nas residências. Não foi possível, ainda, um estudo detalhado junto às famílias para se verificar a redução no consumo de energia elétrica. Mas, sondagem com as famílias indicaram que já houve redução no valor da conta de energia elétrica.



**Figura 8.2** – Aquecedor solar instalado numa das residências

Como previsto no início do desenvolvimento do projeto, para aumentarmos nosso conhecimento sobre energias alternativas, pensamos na realização das viagens técnicas.

No final do mês de setembro fizemos a viagem à fazenda Monte Verde para saber como dejetos suínos poderiam ser transformados em energia elétrica.

No sábado de manhã, dia 25 de setembro, saímos da escola em ônibus que nos levou até o local onde fomos recebidos por um guia que nos explicaria todo o processo de transformação de energia.

Gerar energia elétrica a partir de dejetos suínos é muito interessante e viável. Além disso, é um processo sustentável, pois elimina totalmente o despejo de dejetos nos rios e reduz a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Outra vantagem é que o esterco gerado no processo pode ser usado para fertilizar o solo da fazenda.

Apesar do alto custo de instalação é um processo economicamente viável, uma vez que a redução no consumo de energia elétrica fornecida pela Central Elétrica de Minas Gerais (CEMIG) é muito significativa. Nessa fazenda, a redução de gasto com energia elétrica foi de quase 100%. Só se usa a energia da CEMIG quando se dá manutenção nos geradores.



**Figura 8.3** – Visita dos alunos à Fazenda Monte Verde

No portfólio, os alunos fizeram uma avaliação da visita à fazenda.

- *Gostei de visitar a Fazenda Monte Verde. Porque eu não conhecia (e nem sabia que existia) a produção de energia elétrica a partir de dejetos suínos.*

- *A visita técnica a fazenda monte verde contribuiu muito para o conhecimento de energias alternativas.*
- *Achei a visita muito proveitosa principalmente para mim que faço o curso de técnico em Agropecuário. Também achei que o Biodigestor é uma alternativa viável, apesar do custo ser um pouco elevado, vale a pena pois depois que o investimento é pago se tem uma grande economia de “luz” na propriedade rural, que é um dos principais gastos.*
- *Fomos visitar um Biodigestor na fazenda monte verde, este sistema produz energia alternativa através de dejetos suínos. Aprendemos todo o processo de produção de energia e suas principais curiosidades.*

Após a visita à fazenda começamos a nos preocupar com a realização da feira de ciências, pois seria a culminância do projeto. Começamos a discussão para decidirmos o tema do trabalho a ser apresentado ficando definido que o título do trabalho seria “Economia Doméstica”.

Como o projeto de trabalho se direcionou para o campo de energias de baixo custo decidimos que expandiríamos o tema com maneiras de economizar, não só energia, em uma residência.

Depois de alguns dias os alunos trouxeram o que já haviam pesquisado. Após ouvir os alunos o professor orientador deu algumas sugestões que poderiam melhorar ainda mais a pesquisa e a exposição do trabalho na feira.

Nesse momento, o professor orientador sugeriu a exposição de um ASBC na feira de ciências e que o material usado na sua construção fosse sorteado para um visitante que se interessasse pelo projeto. Esse sorteio faria parte da propaganda do trabalho e como forma de incentivar a população a visitar a feira de ciências. As sugestões foram aceitas e colocadas em prática.

Antes de concluir o projeto fizemos, no início do mês de dezembro, uma visita técnica à Usina Termoelétrica da Siderúrgica Alterosa. Nesse local vimos como se transforma gases poluentes em energia elétrica.

Na redução<sup>44</sup> libera-se gás CO (Monóxido de Carbono) que é vinte vezes mais poluente do que o CO<sub>2</sub> (Gás Carbônico). O CO liberado, que é um gás combustível, é captado por um duto e passa por um queimador de gases, nesse local o elevado calor gerado evapora a água, esse vapor gira as turbinas que produzem a energia elétrica.

Apesar do elevado custo de instalação o processo é extremamente viável, por dois motivos básicos: suprimento total de energia elétrica da empresa (ela até exporta a energia excedente para a CEMIG) e no final o gás liberado para a atmosfera é o CO<sub>2</sub>, um gás vinte vezes menos poluente do que o CO, o que caracteriza o processo como ambientalmente viável.

Uma outra conclusão interessante é que percebemos o desperdício de energia que poderia ser convertida em outra nas indústrias. Segundo o engenheiro que estava explicando todo o processo, a energia elétrica produzida somente pela siderúrgica seria capaz de abastecer 98% da energia residencial utilizada em Pará de Minas, uma cidade com aproximadamente cem mil habitantes.

Para conhecer a transformação de gases em energia elétrica, fomos recebidos por dois funcionários da empresa que guiariam os alunos e explicariam todas as fases do processo. Os alunos foram divididos em dois grupos de vinte e cinco alunos e esses em dois grupos, pois os equipamentos de segurança não seriam suficientes para todos.

---

<sup>44</sup> O processo de transformação do minério de ferro em ferro gusa é chamado pelas siderúrgicas de redução.



**Figura 8.4** – Visita dos alunos à Siderúrgica Alterosa

A visita foi bastante produtiva, fato esse traduzido pela fala dos alunos em seus portfólios.

- *Na siderúrgica pudemos ver uma ótima fonte de energia. A siderúrgica utiliza CO para produzir energia necessária para abastecer a usina inteira e até para vender.*
- *Essa visita foi interessante pois pude conhecer como é o funcionamento de uma siderúrgica.*
- *Além do aprendizado sobre as energias de baixo custo também podemos observar como a integração de disciplinas realmente funcionam.*
- *As visitas técnicas foram muito interessantes ... mostrou que nada se perde tudo se transforma, a utilização de dejetos de suínos e com gases poluentes é possível produzir energia.*

Após a viagem procuramos discutir a validade ou não das três hipóteses levantadas inicialmente (lembramos aqui que o foco da pesquisa se endereçou apenas para energias alternativas de baixo custo).

A pesquisa levantada, bem como a própria experiência dos alunos durante o desenvolvimento do projeto, mostraram que as hipóteses levantadas eram verdadeiras pelo fato de que o governo não tem uma política de incentivo ao uso desse tipo de energia, pelo menos as famílias consultadas pelos alunos desconheciam o ASBC e as grandes produtoras de energia, com raras exceções, não têm interesse na divulgação desse tipo de energia alternativa.

As últimas seis questões de pesquisa foram elucidadas durante a pesquisa e traduzidas em prática através da construção e implantação dos ASBC nas residências das famílias de baixa renda.

Por todos atos e fatos ocorridos podemos concluir que esse projeto visou privilegiar a pesquisa e a construção do conhecimento, acentuar no aluno a capacidade de aprender, descobrir, resolver problemas, articular saberes adquiridos, desenvolver a criatividade e agir com autonomia, despertar o senso de cidadania, saber trabalhar em grupo, habilidades essenciais para quem deseja uma formação integral.

Ressaltamos que todo o projeto foi desenvolvido paralelamente às outras atividades dos alunos. As discussões ocorriam nas aulas de Física e em horários alternativos, previamente combinados, para que não tivessem impacto negativo no andamento das outras disciplinas que seguem uma abordagem convencional, mostrando, assim, que é possível desenvolver um projeto ao mesmo tempo em que se cumpre a matriz curricular tradicional.

## 9 A REALIZAÇÃO DA FEIRA DE CIÊNCIAS DE 2010

Historicamente, as feiras de ciências têm se constituído em espaços de interação, criatividade e conhecimento. Mas, devemos levar em consideração que trabalhos estanques, como apresentados tradicionalmente, não contribuem de forma efetiva para uma formação global do estudante.

Geralmente, nas feiras tradicionais, os temas são desenvolvidos de última hora para serem apresentados como um trabalho. A apresentação de um trabalho numa feira de ciências deveria ser a etapa final de um projeto desenvolvido pelos alunos, deveria ser o resultado de um processo levado ao conhecimento público.

Nesse sentido, procuramos desenvolver, pelo menos com o grupo da pesquisa, um trabalho durante certo tempo para que seus resultados fossem apresentados para a população da região.

Desde 2006 a feira de ciências é realizada, de forma tradicional, na CEDAF/UFV. Em 2010, pensamos na realização de uma feira de ciências um pouco diferente.

Como mencionado anteriormente, primeiramente pensamos na integração. Atualmente, na CEDAF/UFV funciona um segundo endereço do ensino médio da Escola Estadual Serafim Ribeiro, ou seja, algumas turmas dessa escola fazem o curso técnico federal e o médio estadual em salas cedidas pela CEDAF/UFV.

Resolvemos contatar a direção da escola estadual e propomos que a feira se realizasse nas dependências dessa escola. Essa proposta foi imediatamente aceita, ou seja, todos os alunos do ensino médio, também dos nonos anos, da cidade exporiam seus trabalhos numa mesma data e local.

A integração teve dois motivos: primeiro promover a integração dos alunos das duas escolas e em segundo a proximidade do público alvo, uma vez que a CEDAF/UFV fica um pouco distante da cidade de Florestal.

Após várias reuniões com os professores organizadores e representantes dos grupos de trabalho, decidimos que a feira se realizaria no sábado dia 20 de novembro de 2010.

Posteriormente à decisão da data decidimos que cada grupo deveria entregar um projeto do trabalho que desejavam apresentar na feira, com o objetivo de não haver trabalhos repetidos e para que déssemos orientações na realização dos trabalhos.

Um outro objetivo com a entrega de um projeto anteriormente foi o fato de os alunos aprenderem como se elabora e executa um projeto, uma vez que esse será um atributo exigido durante toda a sua vida profissional.

Numa reunião com todos os representantes de grupos houve a entrega dos projetos dos trabalhos. Nesse momento, frisamos a importância da propaganda e instigamos os alunos para que também divulgassem a feira.

Para ter maior alcance a feira de ciências foi divulgada no site da CEDAF/UFV e com algumas faixas. Procuramos também, a rede de televisão local para que pudesse divulgar o nosso trabalho. Em entrevista, o professor orientador da feira de ciências usou o projeto ASBC desenvolvido pelos alunos como forma de aumentar o interesse da população em visitar a feira.

Na data marcada, fez-se a abertura oficial da feira de ciências com a execução do hino nacional. Logo após realizou-se um desfile, a cargo da professora de Português, com alunos caracterizados representando quatro elementos da natureza: fogo, terra, ar e água.



**Figura 9.1** – Abertura da feira de ciências

Em seguida os trabalhos foram abertos à visitação pública durante todo o dia.

O primeiro objetivo da integração foi alcançado na medida em que procuramos colocar numa mesma sala trabalhos de alunos das duas escolas para que houvesse maior proximidade entre eles. A maioria dos alunos aprovou essa medida.

O segundo objetivo também foi alcançado, uma vez que o público visitante foi bem maior do que nas feiras dos anos anteriores.

Convidamos formalmente, de maneira escrita, todos os professores das duas escolas para que visitassem o evento. Convidamos, também, professores aposentados e da ativa para que avaliassem os trabalhos.

Essa avaliação não teve o intuito de promover um controle e sim de um estímulo para que os trabalhos fossem bem apresentados. Além disso, nos moldes educacionais atuais é difícil desvincular a avaliação da prática educativa, uma vez que os alunos, em toda a sua vida acadêmica, são avaliados quantitativamente e não qualitativamente.

A maioria dos discentes só trabalha em forma de troca, portanto é constante pergunta do tipo: quanto vai valer?

A partir desse momento nos deteremos mais em descrever a realização do trabalho da turma envolvida no projeto.

Após vários debates com a turma, decidimos que o título do trabalho a ser apresentado na feira de ciências seria “Economia Doméstica”, uma vez que o assunto não se restringiu apenas ao ASBC ou energias alternativas de baixo custo, mas também como com atos simples podemos economizar e diminuir o consumo de energia em nossas residências.

Os alunos pesquisaram<sup>45</sup> o tema do trabalho apresentado na feira de ciências sobre várias óticas. Uma parte do trabalho procurou mostrar a história da necessidade do homem em utilizar energia e apresentou esse tema procurando explorar todos os aspectos sociais e econômicos que envolveram tal necessidade. Essa parte do trabalho culminou com o alerta de para onde vai caminhar a humanidade se não utilizarmos racionalmente as fontes de energias disponíveis.

Contemplando a área das ciências exatas foi apresentado ao público como se fazer corretamente o cálculo da energia elétrica nas residências (para isso utilizamos um programa da CEMIG<sup>46</sup> que os alunos encontraram em sua pesquisa que faz o cálculo do “consumo” de energia). Nessa parte do trabalho mostramos aos visitantes que com apenas o consumo de

---

<sup>45</sup> Ressaltamos que para incluir os professores de outras áreas no projeto os alunos os procuravam para tirar dúvidas e indicar assuntos que poderiam ser incluídos no trabalho, bem como convidá-los a participarem da exposição do trabalho na feira de ciências.

<sup>46</sup> Disponível em <[atendimentovirtual.cemig.com.br/portal/faq/](http://atendimentovirtual.cemig.com.br/portal/faq/)>

1kWh a mais de energia o consumo estaria num outro patamar que se paga um valor mais elevado pelo kWh na conta de “luz”.

Foram colocados alguns cartazes chamativos com perguntas tais como: por que não devemos colocar roupa molhada atrás da geladeira? Por que devemos fechar o registro geral da água quando não a estamos usando? Por que devemos diminuir a chama do fogão quando a água começa a ferver? Essas são algumas perguntas, dentre várias outras, que foram apresentadas e respondidas.

Para incluir a parte técnica do curso de processamento de alimentos no trabalho, alguns alunos explicaram ao público formas corretas de se armazenar alimentos para que não estraguem e, também, técnicas de higienização como forma de não contaminar os alimentos, evitando, assim, o desperdício.

Completando o trabalho, alguns alunos do curso técnico em agropecuário montaram dois aquecedores, um cujas placas coletoras eram de PVC e outro de placas feitas com garrafas plásticas, mostrando o seu funcionamento e como é a sua instalação. O visitante poderia sentir através do tato o aquecimento da água. Outro trabalho desenvolvido por eles foi uma lâmpada de água.

A turma decidiu que através de um sorteio o material dos aquecedores seria doado para uma pessoa que visitasse o trabalho e assinasse seu nome num caderno que ficava disponível para a escolha de um número.

Ao final da feira convidamos uma criança, que na frente de outros visitantes, sorteou o número pelo qual um dos assinantes foi agraciado com o material do ASBC.

Ressaltamos que o trabalho se tornou um ciclo onde um assunto se desencadeava em outro, onde um era complemento do outro, destacando assim a interatividade entre os conteúdos necessários para a explicação do trabalho.



**Figura 9.2** – Trabalho exposto pelos alunos do terceiro ano na feira de ciências

Na conclusão desse trabalho apresentado pelos alunos podemos perceber as diversas conexões que foram estabelecidas. No ensino médio precisou-se da História para explicar a origem do uso de energia, a Matemática explicou os cálculos de consumo de energia, a Física foi necessária para responder algumas perguntas que estavam expostas nos cartazes, a Geografia se fez presente para explicar a posição correta de instalação do ASBC em relação aos pontos cardeais, a Química para explicar os materiais de que são feitas as placas coletoras, a Biologia e a Ecologia como formas de energia limpa, além da discussão de temas do cotidiano relacionados ao assunto. Na área técnica, os alunos enfatizaram a utilidade de se instalar os ASBC em propriedades rurais, bem como, a utilização de matérias e conteúdos estudados em processamento de alimentos.

Um outro aspecto abordado foi o uso da ciência e tecnologia num contexto social. Com o trabalho podemos mostrar que os assuntos abordados em sala de aula podem ultrapassar os muros da escola e se efetivar na comunidade.

Com isso, mostramos que ao final do projeto a transdisciplinaridade se mostrou nas quatro aprendizagens fundamentais enfatizadas por Delors cuja educação deve estar apoiada.

*Aprender a conhecer*: este tipo de aprendizagem não visa tanto a aquisição de um repertório de saberes codificados e se mostrou na medida em que houve autonomia e necessidade na busca pelo conhecimento acerca do assunto em questão.

Na medida em que os alunos buscaram alternativas de solucionar os problemas propostos, desenvolveram o espírito cooperativo, tiveram iniciativa e concluíram o trabalho com a realização de uma prática, acreditamos que o segundo tipo de conhecimento foi contemplado: *o aprender a fazer*.

No mundo atual um importantíssimo aprendizado deve ser privilegiado: *o aprender a conviver*. Na realização do projeto os alunos tiveram de aprender a viver com os outros, tiveram de administrar conflitos porque participavam de um projeto comum, nesses momentos acreditamos que esse tipo de aprendizado também se fez presente.

Por último *o aprender a ser*. É preciso desenvolver a sensibilidade, ter sentido ético, responsabilidade pessoal e social, é preciso aprender a ter um pensamento autônomo, saber pesquisar e se comunicar. Acreditamos, pelas falas dos alunos durante a realização do projeto e apresentação na feira de ciências, que o trabalho contribuiu na formação de um indivíduo mais socialmente competente.

Enfim, sabemos que é difícil desenvolver todas essas competências, mas acreditamos que esse trabalho contribuiu para o desenvolvimento de um ser mais autônomo, sensível, competente e relacional.

A última etapa do projeto foi sua avaliação. Na visão do professor orientador o projeto foi bastante proveitoso, pois conseguiu atingir os dois principais objetivos propostos na pesquisa: contribuição para articulação das disciplinas e contribuir para melhorar o sentimento solidário do aluno.

O segundo objeto de pesquisa é um item que não pode ser desconsiderado em nossas práticas educativas, uma vez que estamos inseridos num contexto onde o individualismo e o egoísmo são atitudes constantemente observadas.

Abaixo colocamos algumas respostas que mostram a avaliação do projeto na visão dos alunos.

- *A experiência do aquecedor solar foi para mim muito proveitosa, pude adquirir mais conhecimento e ampliar a consciência da necessidade da busca de alternativas sustentáveis. Agradeço pela oportunidade.*
- *Eu achei muito interessante a idéia do projeto é algo inovador, chamativo e que não só interage alunos com alunos, escola com alunos, professores e alunos, é algo que faz a comunidade da cidade de Florestal interagir conosco e vice-versa.*
- *O projeto foi muito bom, pois além de aprender um novo método de ensino, ou seja, a transdisciplinaridade, adquirimos novos conhecimentos sobre as criativas maneiras de se obter energia visando a preservação do meio ambiente.*
- *O projeto foi muito importante pois pude aprender e ensinar muitas coisas. Me ensinou que as matérias se intercomunicam relacionando-se entre si, trazendo-nos grandes conhecimentos em todas áreas. Enquanto pessoa me mostrou como é bom ajudar as pessoas e passar a elas o nosso conhecimento.*
- *O projeto em si foi a maior realização entre os três anos estudando na CEDAF, trouxe grande conhecimento e com isso ajudamos as pessoas carentes de Florestal e com a realização da feira ensinamos as pessoas também.*

- *A feira de ciências realizada dessa maneira contribui para um maior aprendizado de todos em várias áreas, esclarecendo dúvidas e trazendo idéias novas.*
- *O projeto ... contribuiu e muito para nossa formação como pessoa e interação entre disciplinas, o que foi muito importante.*
- *A feira de ciências de forma integrada é melhor para se aprender e se passar conhecimento. Com a articulação das matérias é mais fácil o entendimento em diversas áreas.*
- *Concluimos que a feira e o projeto ASBC foram um sucesso, deu muito trabalho, mas nada sem trabalho é gratificante, foi muito bom participar deste projeto com o professor, creio que cresce muito enquanto ser humano e intelectualmente.*
- *Vejo que um trabalho em que há uma real aplicação para a comunidade seja mais interessante e atrativo aos visitantes, assim, sendo este conceito de associação do conhecimento em busca de um trabalho que possa ser extensivo a comunidade de muito maior valia em relação a um trabalho que não se tem possibilidade de aplicação real no cotidiano. Penso que devemos buscar conhecimento em prol da sociedade, como no caso do nosso projeto.*
- *Fiquei surpreso com o trabalho final, achei que não ficaria tão bacana, agora, o que mais chamou a atenção foi o interesse da comunidade no nosso projeto, bem diferente da feira nos outros anos.*
- *Através desse projeto pude aprender melhor o funcionamento do ASBC, e pude desenvolver melhor minhas habilidades de explicação diante de outras pessoas, além da oportunidade das salas trabalhar toda em um grupo que foi muito boa para integração dos alunos.*

A avaliação do projeto pelos alunos, no portfólio, aumentou ainda mais a nossa convicção de que um projeto de trabalho transdisciplinar, contemplando o lado social, realmente contribui para a formação de um indivíduo mais competente, mais autônomo e mais sensível.

## 10 ALGUMAS DISCUSSÕES E RESULTADOS DA PESQUISA

O questionário serviu como mais um suporte para a coleta de dados, uma vez que os portfólios também foram utilizados como subsídio para o mesmo fim.

A seguir estão apresentados alguns resultados e discussões referentes às questões levantadas que suscitaram o desenvolvimento da pesquisa. As discussões se basearam em fatos que elucidaram a percepção dos alunos acerca do conhecimento em rede e da contribuição no desenvolvimento de seu lado cidadão, tendo como objetos delineadores os projetos de trabalho e a feira de ciências numa visão transdisciplinar.

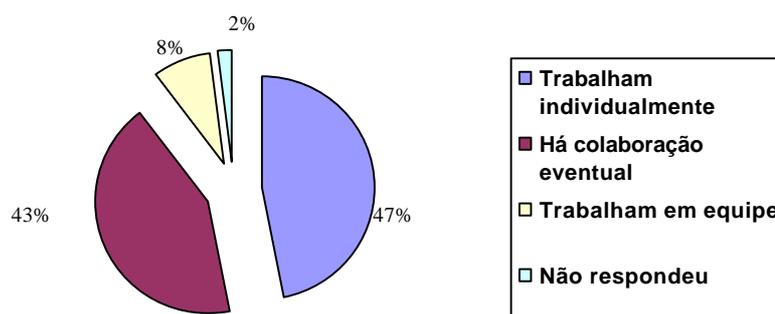
Como mencionado anteriormente, o projeto foi desenvolvido com os 53 alunos das turmas Técnico em Agropecuário (24 alunos) e Técnico em Processamento de Alimentos (29 alunos) da CEDAF/UFV. Desse universo 49 ( $\approx 92\%$ ) alunos responderam ao questionário. Portanto, a amostra será esse contingente de alunos, ou seja, o estudo do questionário foi feito tendo como base as respostas dos alunos respondentes e não do total de alunos participantes do projeto.

### 10.1 Impressão dos Respondentes Sobre Como São Ministradas as Aulas na Sua Escola

Nessa parte do questionário procuramos verificar de que forma os alunos estão percebendo a atitude de seus professores em relação ao trabalho articulado entre as disciplinas que compõe o seu curso.

23 (47%) alunos admitem que os professores trabalham individualmente, sem a colaboração das áreas na construção do conhecimento, outros 21 (43%) alunos acham que eventualmente há colaboração entre os professores e, apenas 4 (8%) acham que os docentes trabalham em equipe e 1 (2%) aluno não respondeu a essa pergunta.

**Gráfico 10.1** – Percepção dos Alunos em Relação à forma como as Professores Ministram suas Aulas



Segundo Santos (2003, p.88) “o conhecimento, em qualquer que seja a profissão, deve estar contextualizado, articulado com outros conhecimentos, como a Filosofia, Antropologia, História, Sociologia, Ética”. Mas, o que se percebe, em regra, é que o cotidiano escolar aponta em outra direção. O ensino encontra-se compartimentado e isolado pelas fronteiras disciplinares.

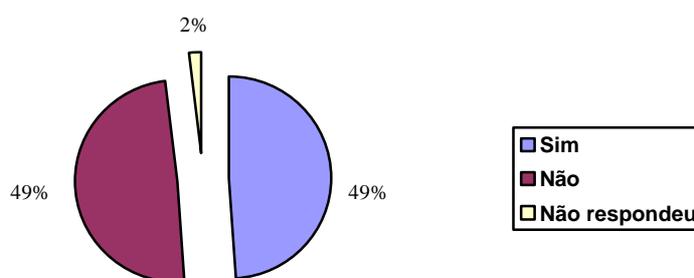
O maior articulador do conhecimento deve ser o professor, mas na visão dos alunos isso não acontece. O resultado acima evidencia essa contramão em que caminham os docentes.

A próxima questão procurou verificar se os docentes da CEDAF/UFV se preocupam em trabalhar seus conteúdos de forma a promover a comunicação entre as disciplinas. Dos respondentes, 24 (49%) alunos acham que os professores se preocupam com a articulação dos conhecimentos, 24 (49%) alunos acham que não e 1 (2%) aluno não marcou a opção, mas deu a resposta abaixo:

- *Alguns professores sim, porém outros parecem estar sendo obrigados a dar aulas e não ajudam em nada a situação do aluno ou mesmo da escola.*

Destacamos essa resposta porque representa uma situação alarmante e extremamente preocupante e que não é um fato esporádico nas instituições de ensino.

**Gráfico 10.2** – Percepção dos Alunos em Relação a forma Integrada com que os Professores Trabalham Os Conteúdos



Santos (2003, p.54) nos remete a pensar que “em relações pedagógicas que estimulam os alunos a produzirem seus próprios conhecimentos, a função do docente passa a ser a de um facilitador de diálogos com os saberes, respeitando a diversidade e peculiaridade de cada um”.

Nesse sentido as fronteiras disciplinares devem ser demolidas pelo professor e, cabe a ele trabalhar como mediador entre os conhecimentos que valorizam o homem e a ciência.

No caso acima observamos que metade da turma acha que os professores trabalham os conteúdos de forma a contribuir para uma efetiva comunicação entre eles, já a outra metade acha que não, os docentes lecionam apenas seu conteúdo sem se preocupar com a integração com as demais disciplinas.

Destacamos algumas respostas que ilustram as duas visões da turma:

- *Isso agora no 3º Ano pois, antes era tudo independente, agora que os professores estão começando a relacionar sua matéria com outra, principalmente sendo esta outra do curso técnico.*
- *Na maioria das vezes os professores intercalam o ensino médio, dando exemplos práticos da matéria.*
- *Pois todos os conteúdos estão de alguma forma ligados entre si.*
- *Pois os ensinamentos de um professor, muitas vezes completam e facilitam a compreensão da matéria de outros professores.*
- *Os professores em sua maioria da ênfase só as suas disciplinas.*

- *Os professores não promovem atividades relacionadas ao técnico e isto deveria mudar, para assim, ficar mais fácil e interessante.*
- *Cada um ensina a sua sem ter que explicar para que serve e onde devemos aplicar lógico que temos exceções.*
- *Os professores trabalham separadamente cada um de acordo com a sua respectiva grade da matéria.*

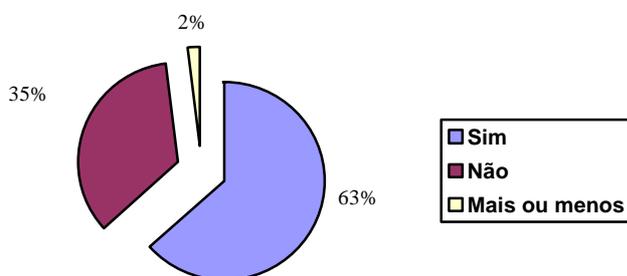
Percebemos que ainda há um longo caminho a percorrer, pois Morin (2009b), nesse sentido, enfatiza que a reforma na educação deverá começar primeiro pela reforma dos educadores.

## 10.2 A Visão dos Alunos em Relação à Missão da Escola

A missão da escola atualmente é um assunto tão sério que a Unesco encomendou ao político francês Jacques Delors um relatório sobre a educação para o novo século<sup>47</sup>. Nesse sentido, a oitava pergunta procurou verificar se a CEDAF/UFV esta cumprindo com o papel da escola contemporânea, ou seja, preparar o aluno para enfrentar os problemas do seu tempo.

31 (63%) alunos responderam que sim, ou seja, a escola o prepara para os desafios nesse início de século, outros 17 (35%) acham que não e 1 (2%) aluno respondeu mais ou menos (uma opção que não havia na pergunta).

**Gráfico 10.3 – Você Acha que o Atual Sistema de Ensino, da sua Escola, te Prepara para os Desafios de seu Tempo?**



Abaixo algumas respostas que concordam ou não com a CEDAF/UFV estar cumprindo o seu papel enquanto uma instituição de ensino preocupada em contribuir para a preparação do aluno para enfrentar os desafios do século XXI.

- *A função de uma escola é nos preparar para o “mundo”, e as pessoas que ali estão cumprem com esta função apesar de ainda deixar muito a desejar pois o ensino poderia ser um pouco mais dinâmico para que prenda a atenção do aluno.*
- *Pois ela me ensina a trabalhar em equipe e abrange mais a minha visão de mundo.*
- *Sim, pois aqui os professores esclarecem que tudo o que aprendemos será utilizado no futuro, em nossa vida e em nossa profissão.*
- *Ajuda muito, mas sempre tem que melhorar, já que cada dia há novas áreas e novas descobertas.*
- *O sistema nos dá uma base, lá fora, no mercado, agente tem que se virá, cada um com seus problemas.*

<sup>47</sup> Leia página 36.

- *Quando chegamos ao mercado de trabalho passamos por várias experiências que muitas vezes não é falado na escola.*

Os maiores desafios do mundo dos nossos jovens alunos são o curso superior e o mercado de trabalho. Portanto, devemos contribuir na formação de um jovem mais preparado para enfrentar esses problemas.

Acreditamos, pelas respostas, que para a maioria dos estudantes a nossa escola tem contribuído para a formação de um aluno global, mas não de forma tão efetiva.

Para contribuir efetivamente para a formação de jovens para enfrentarem os desafios de seu tempo acreditamos, como enfatiza Morin (2009a), que a reforma na educação deverá começar pela reforma das mentes e das instituições.

### 10.3 O Projeto de Trabalho Como Estratégia Metodológica de Ensino

O projeto de trabalho bem como a feira de ciências objetivaram contemplar três domínios da ação humana: o ser, o saber e o fazer.

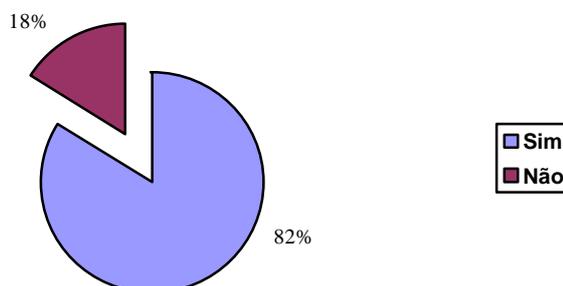
As análises abaixo tentam elucidar o objeto da pesquisa. Utilizamos o método de projetos de trabalhos para desenvolver, juntamente com os alunos, um Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC), que foi implantado em residências de famílias carentes de Florestal e, os resultados apresentados na feira de ciências da CEDAF/UFV.

Nesse contexto, procuramos analisar e avaliar as contribuições que o projeto e a feira promoveram no desenvolvimento da articulação entre as diversas disciplinas que compõem o curso do aluno, bem como suas contribuições para melhorar o sentimento solidário do aluno.

A pergunta abaixo teve como objetivo verificar se os alunos perceberam a contribuição, do projeto que eles desenvolveram, para a articulação do conhecimento.

A grande maioria dos alunos, 40 (82%) deles, concordou que o projeto desenvolvido por eles contribuiu de forma a promover a articulação entre as disciplinas de seu curso, 9 (18%) alunos acharam que não.

**Gráfico 10.4** – O Projeto de Trabalho ASBC Contribuiu para uma Melhor Percepção de Articulação entre as Disciplinas que Compõem o seu Curso?



Verificamos, pelas respostas, que mesmo a maioria dos alunos tendo percebido relações entre as disciplinas o pensamento disciplinar ainda continua imbuído no aluno, uma vez que ele pensa em fixar a matéria e não compreender e aprender. Há, ainda, o desejo que práticas como essas não sejam esporádicas. Abaixo colocamos alguns comentários dos alunos:

- *Sim, pois a partir daí pude ver o quanto as matérias, tanto do curso técnico quanto do médio, se relacionam.*

- *Pude perceber a prática de matérias que são apenas teóricas, coisa que deveria acontecer sempre, pois nós fixamos melhor a matéria através da prática.*
- *Várias disciplinas puderam ser incluídas no projeto, tal como matemática, Física, História, Geografia e até sociologia.*
- *Pois engloba várias disciplinas com um mesmo tema.*
- *Não enxerguei um relacionamento de matérias e sim uma aplicação de conhecimentos e conceitos.*
- *Em se tratando das matérias técnicas não, apenas entre matérias do ensino médio.*

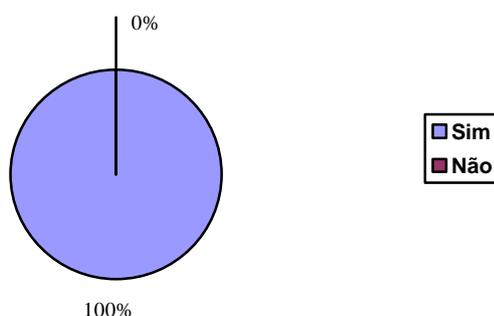
#### 10.4 O Aprimoramento do Lado Humano do Aluno

De acordo com Petraglia (1995, p.64) o desenvolvimento levou o homem moderno a feitos que permitiram o conforto e bem estar da humanidade, mas devemos questionar os efeitos colaterais disso. Esse desenvolvimento tornou o ser humano, “de certa forma, uma espécie automatizada, seres individualistas, egocêntricos e que gradativamente perdem a noção de solidariedade”.

Um dos objetivos do projeto ASBC foi despertar no aluno essa noção de solidariedade, pois estamos vivendo num mundo individualista. Colocar o ensino a favor da comunidade não deveria ser um fato isolado, mas sim uma constante. Nesse momento, procuramos mostrar aos alunos que a Física pode ultrapassar os muros da escola e melhor ainda, poderá ser usada em prol dos menos favorecidos.

O total de alunos (100%) concordou no que se refere à contribuição do projeto para a melhoria do seu lado humano. Isso mostra a viabilidade de projetos envolvendo os alunos, que visem não só o conhecimento, mas também o lado humano.

**Gráfico 10.5 – O Projeto ASBC Contribuiu para Melhorar o seu Lado Humano?**



Destacamos abaixo a fala de alguns alunos que evidenciaram a questão levantada.

- *Pois tive contato com algumas realidades diferentes, que apesar de saber de sua existência nunca tive a oportunidade de acompanhá-la de perto.*
- *Pois percebi o quanto há pessoas necessitadas que conseguem viver com tão pouco, e o projeto foi uma maneira de ajudar um pouco estas pessoas.*
- *A ação de todos da turma se juntarem para poder ajudar pessoas carentes da comunidade mostrou que até dentro da sala de aula podemos ajudar quem precisa. É uma atitude muito bonita.*
- *Pois apesar das minhas dificuldades aprendi que existem pessoas que enfrentam coisas piores que eu, aprendi a enfrentar os obstáculos.*

- *Através das pesquisas com as famílias, com a montagem do ASBC, todas as etapas me ensinaram muita coisa. A ter dedicação, seriedade, humildade, a explicar melhor, entre outros.*

### **10.5 A Realização da Feira de Ciências de Forma Tradicional e Numa Ótica Transdisciplinar**

É inegável que as feiras de ciências se constituem em espaços de interação e aprendizagem. Outro fator relevante é a motivação dos alunos na realização das atividades. Mas há questionamentos que devem ser levados em consideração, como por exemplo, a real utilidade dessa atividade em nível de formação dos alunos.

Geralmente os trabalhos apresentados estão totalmente dissociados dos conteúdos ministrados nos cursos que os alunos fazem. Essa preocupação é colocada por Silva Rosa (1995, p.224): “o tema e os assuntos escolhidos para a realização das feiras são dissociados dos temas estudados em sala e que compõem o que se chama de currículo”.

No mesmo sentido, Silva Rosa (1995) coloca que:

...as ‘pesquisas’ ocorrem em função da feira e não o contrário: o fato de um grupo de professores ter decidido fazer uma feira leva os alunos e demais professores a correrem desesperadamente atrás de temas e informações a serem mostradas na feira quando o ideal (e por que não dizer, o correto) seria dizer que a feira de ciências ocorresse em função de um trabalho pré-existente. Se existe a mostra é porque já deveria haver o que ser mostrado (SILVA ROSA, 1995, p.224).

O mesmo autor enfatiza que o principal objetivo de uma feira de ciências é mostrar à comunidade um trabalho de investigação desenvolvido e executado pelos alunos durante certo período de tempo e que, as outras vantagens tais como despertar o interesse pela investigação científica, espírito de cooperação, promover interação escola-comunidade, dentre outros, são atitudes e habilidades atribuídos às atividades experimentais.

É importante salientar que as atividades experimentais despertam o interesse e a curiosidade dos estudantes em relação aos fenômenos que participam do experimento. Referindo-se a experimentos, Araújo e Abib (2003) afirmam:

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.176).

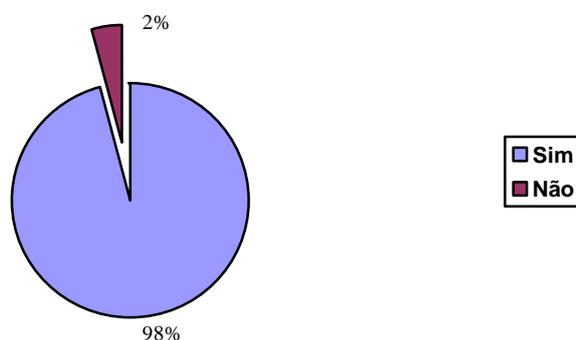
As perguntas a seguir tiveram o objetivo de saber a visão dos alunos a respeito da realização de uma feira integrada, apresentada como etapa final de um projeto e privilegiando a conexão entre os saberes.

A primeira pergunta desse bloco teve como objetivo verificar a importância da feira de ciências como busca de novos conhecimentos.

Dos respondentes apenas 2 (4%) não concordam que a feira de ciências é uma alternativa importante na busca de novos conhecimentos. Abaixo destacamos as respostas desses dois alunos para não concordarem com a pergunta.

- *Acho que são tantas explicações que fica até difícil de se escutá-las e assimilá-las em forma de conhecimento.*
- *Pois nem todos os buscam.*

**Gráfico 10.6** – A Feira de Ciências é uma Alternativa Importante na Busca de Novos Conhecimentos?



Apesar da grande maioria dos alunos concordarem com a pergunta, as respostas dadas evidenciam a confusão entre o objetivo de uma feira de ciências e as atitudes e habilidades atribuídas às atividades experimentais. Mas, de qualquer forma podemos concluir que, para a maioria dos alunos, esse é um ambiente de criatividade, trocas e conhecimento.

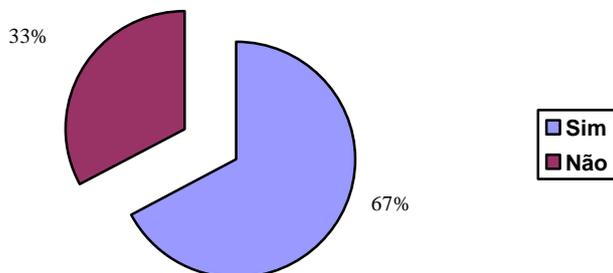
- *Pois além dos novos conhecimentos adquiridos há uma forte interação entre as pessoas, tanto dos visitantes, quanto dos grupos da Feira.*
- *Pois ela nos dá a oportunidade de termos criatividade e demonstrá-la.*
- *Várias experiências e curiosidades que levam ao enriquecimento de conhecimentos.*
- *Na feira são abordados vários temas, o que é muito importante pois em pequenos trabalhos são retirados muitos conhecimentos.*
- *É interessante e sempre há o que aprender, principalmente o que não vimos na sala de aula.*

As duas perguntas seguintes tiveram como objetivo verificar a percepção do aluno acerca da articulação das disciplinas numa feira de ciências realizada de forma tradicional e sobre a ótica transdisciplinar.

A primeira pergunta se referia à maneira tradicional de realização da feira de ciências, ou seja, o aluno (geralmente próximo à data de realização da feira) escolhe um tema e o desenvolve mostrando algumas experiências para ilustrar o trabalho.

Nesse contexto 33 (67%) dos respondentes admitiram que o trabalho por eles apresentado na feira contribuiu para a conexão entre as disciplinas. Os outros 16 (33%) alunos não perceberam essa rede de relações entre os conteúdos quando apresentou o seu trabalho na feira de ciências do ano anterior.

**Gráfico 10.7** – Na Feira de Ciências do Ano Anterior o Trabalho Apresentado pelo seu Grupo Contribuiu para Articular as Disciplinas que fazem Parte de seu Curso?



Abaixo destacamos as respostas dadas por alguns alunos.

- *Sim. Por que o trabalho de tratamento de esgoto teve importância nas áreas humana, exatas, ambiental e econômica.*
- *Sim. O trabalho do meu grupo foi sobre tensão superficial e na área de higienização a tensão superficial é essencial para o funcionamento da limpeza.*
- *Sim. Pois o meu trabalho foi uma pesquisa de tratamento e melhoramento da água da barragem de Florestal assim envolvendo matérias do médio como química, física, biologia, história e geografia e do técnico também.*
- *Não. Cada grupo trabalhava uma disciplina separadamente.*
- *Não. Falamos sobre a gripe suína, e apenas informamos os cidadãos do que estava acontecendo e como prevenir.*

Observamos que dependendo do trabalho os alunos perceberam ou não essa relação entre as disciplinas. Destacamos, principalmente, na fala dos alunos que não observaram nenhuma relação entre os conteúdos, que a maneira tradicional de realização de uma feira de ciências não contribui para essa integração.

Em anos anteriores a 2010 o aluno escolhia uma matéria (física, química ou biologia) dentro da qual deveria desenvolver o seu trabalho para ser apresentado na feira. Geralmente, os alunos pesquisavam uma experiência e os conceitos que a explicavam e pronto.

Pelas falas notamos que essa maneira de conduzir um trabalho não contribui para uma visão global do aluno sobre determinado assunto.

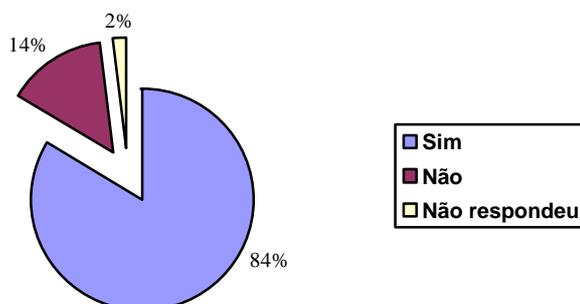
O trabalho apresentado pelos alunos na última feira de ciências foi resultado de um longo processo de pesquisa. Durante quase todo ano de 2010 os alunos pesquisaram e implantaram o projeto ASBC. Alguns dos resultados do projeto, tais como o método de construção e instalação, a redução no valor do consumo de energia e consequentemente a redução no valor da conta de luz<sup>48</sup> foram apresentados na feira de ciências no final desse mesmo ano.

A segunda pergunta teve como objetivo verificar se a pesquisa e o projeto de trabalho desenvolvido por eles contribuiu para a comunicação entre as disciplinas, uma vez que o resultado dessa pesquisa foi o trabalho apresentado na feira de ciências.

<sup>48</sup> A redução no valor da conta não foi calculada pelas contas de energia elétrica das famílias onde foram instalados os ASBC e sim por pesquisa, pois o tempo em que já estavam instalados não permitiu esse estudo. Mas, de qualquer forma, uma sondagem com as famílias nos permitiram afirmar que houve redução no valor da conta de “luz”.

Nessa ótica, 41 (84%) alunos responderam afirmativamente a pergunta e 7 (14%) alunos responderam que não e 1 (2%) aluno não respondeu à pergunta.

**Gráfico 10.8** – O Projeto e a Pesquisa Feita por você, para a Apresentação do seu Trabalho, na Última Feira de Ciências, Contribuiu para a Comunicação entre as Disciplinas que fazem parte do seu Curso?



Destacamos abaixo algumas respostas a essa pergunta.

- *Sim, pois era necessário ter conhecimentos gerais para apresentar a feira.*
- *Sim, pois usamos as matérias do ensino médio e as matérias técnicas para realizar o trabalho.*
- *Sim. Por que o tema bem trabalhado como foi o nosso trabalho é legível as ligações das disciplinas entre si.*
- *Sim. Apresentando um trabalho que envolve mais disciplinas juntas, o conhecimento adquirido é maior.*
- *Em relação às disciplinas técnicas não.*
- *Não percebi muita interação, teve mais interação com a do médio.*
- *Não. Apesar de tudo estar relacionado, não consegui ver a pesquisa feita com o meu curso.*

Observamos que na maneira tradicional de realização da feira de ciências 33% dos alunos não percebiam relação entre os conteúdos. Após o término do projeto e a realização da feira numa ótica transdisciplinar esse percentual baixou para 14%. Isso corresponde a uma redução de 58% no número de alunos que não percebiam nenhuma relação entre os conteúdos.

O objetivo seria abranger 100% dos alunos, mas verificamos que mesmo com um projeto de trabalho um percentual da turma não verificou essa interação entre os conteúdos que participaram na composição do trabalho.

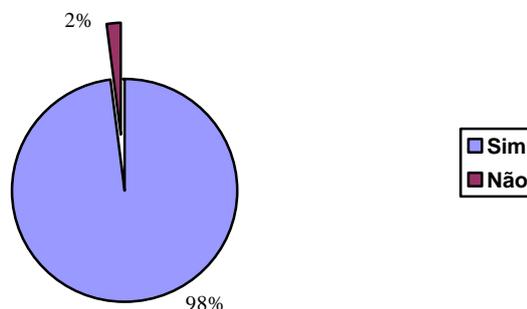
## 10.6 Aprovação dos Alunos Acerca do Método Transdisciplinar

As respostas a essa pergunta nos respaldaram a aprovação do método transdisciplinar como estratégia metodológica de ensino.

Apesar de alguns alunos não perceberem as interações entre os conteúdos, apenas 1 (2%) dos respondentes não aprovou a realização da feira de ciências numa ótica transdisciplinar.

O aluno que não concordou com a abordagem transdisciplinar marcou essa opção por preferir a realização da feira de ciências na CEDAF/UFV e não na escola estadual.

**Gráfico 10.9** – Você Aprovou a Abordagem Transdisciplinar na Feira de Ciências como estratégia de Ensino na CEDAF/UFV?



Vejam algumas colocações dos respondentes que mostram a aprovação dessa nova abordagem:

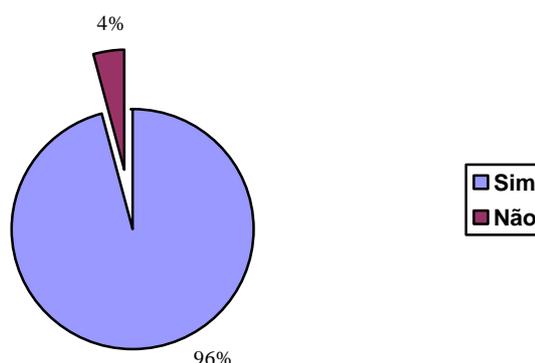
- *Pois ajudou muito em nosso desenvolvimento tanto em relação às matérias quanto socialmente.*
- *Pois todos colaboram e ajudam a trabalhar em equipe.*
- *As apresentações de trabalho completavam uma as outras conferindo-nos uma visão completa sobre um determinado assunto.*
- *A abordagem transdisciplinar faz com que o aluno aprofunde mais os conhecimentos buscando outros. Achei interessante podendo ter uma maior ligação, tanto com disciplina do médio quanto disciplinas do técnico.*
- *Pois promove a interação entre as matérias, professores e alunos.*
- *Acho que esta é a maneira correta de se ensinar e aprender pois nenhuma matéria é só tudo é um conjunto.*

As respostas a essa pergunta vieram a conferir a aprovação da abordagem transdisciplinar na realização da feira de ciências, bem como uma estratégia a ser utilizada de maneira a contribuir para a articulação entre as disciplinas que compõem o curso do aluno.

O objetivo da próxima pergunta foi verificar se a abordagem transdisciplinar, na opinião dos alunos, poderia fazer parte do cotidiano escolar. Apenas 2 (4%) alunos não concordam com a expansão dessa abordagem para o cotidiano da sala, veja por que:

- *Pois se não vai ficar muito misturado.*
- *Não, na minha opinião, a partir do momento que juntar muitas pessoas, (a não ser para fazer estes tipos de trabalhos) haveria um pouco de desorganização.*

**Gráfico 10.10** – Você Acha que essa Nova Abordagem pode ser Estendida para o Cotidiano da Sala de Aula?



Abaixo colocamos algumas respostas dos alunos de modo a reafirmar que a abordagem transdisciplinar pode ser estendida para o cotidiano da sala de aula.

- *A abordagem transdisciplinar nos possibilita a observar os vários lados de um assunto.*
- *Com essa nova abordagem os alunos exercitarão melhor o cérebro encaixando uma matéria na outra.*
- *É interessante que isto ocorra pois no mundo onde atuaremos, as disciplinas não estarão divididas. A transdisciplinaridade é uma ótima maneira de ensinamento, pois amplifica o conhecimento.*
- *Basta os professores se dedicarem a isto e os alunos se adaptarem.*
- *Pois cada dia mais o mundo está mais relacionado entre si.*

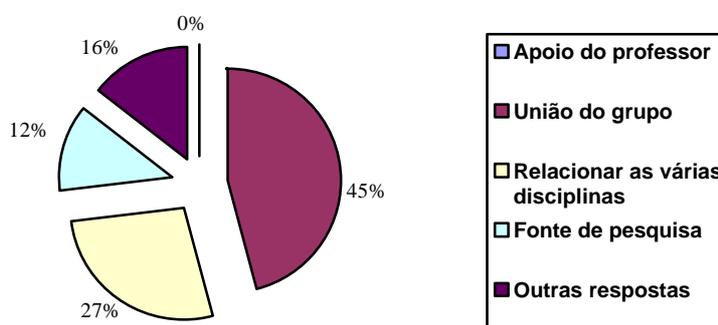
Uma questão interessante colocada por um respondente foi a relação de que no “mundo” as coisas não estão separadas, elas se relacionam entre si.

Verificamos, através de algumas respostas, a percepção dos alunos acerca de um mundo cada vez mais globalizado e para isso devemos utilizar estratégias de ensino que contribuam para uma formação global do estudante.

### **10.7 Dificuldades Encontradas Pelos Alunos no Desenvolvimento do Projeto**

Esta foi uma pergunta fechada, com quatro opções, que procurou verificar as principais dificuldades encontradas pelos alunos na realização do projeto. Nenhum aluno relacionou a falta de apoio do professor como obstáculo na realização do projeto, 22 (45%) alunos marcaram que foi a união do grupo, 13 (27%) alunos acharam que foi relacionar o tema proposto com várias disciplinas do curso, 3 (6%) alunos marcaram simultaneamente as duas questões anteriores, 6 (12%) acharam que foi a fonte de pesquisa, 4 (8%) alunos não encontraram nenhuma dificuldade e 1 (2%) relacionou uma dificuldade que não estava nas opções : *tempo para dedicar ao projeto*.

**Gráfico 10.11** – Quais as Principais Dificuldades Encontradas no Desenvolvimento do Projeto?



Quase a metade dos alunos deixaram claro que a maior dificuldade encontrada foi a união do grupo. O trabalho foi desenvolvido e apresentado pelos 53 alunos das duas turmas de terceiros anos o que dificultou um pouco a coesão do grupo.

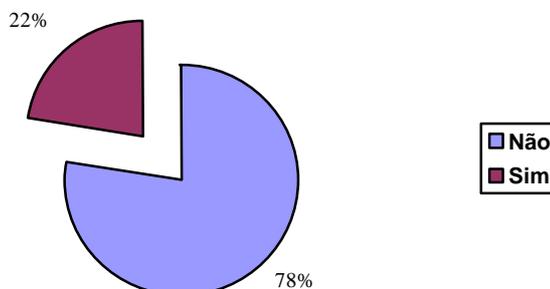
### 10.8 A Realização do Projeto em Concomitância Com o Currículo Tradicional

Perguntados acerca do desenvolvimento do projeto ao mesmo tempo em que se cumpria a grade curricular tradicional, inclusive da disciplina de Física, 38 (78%) alunos acharam que o projeto não prejudicou o desenvolvimento normal das aulas, já 11 (22%) alunos acharam que as aulas foram prejudicadas pelo projeto.

A maior reclamação foi no sentido de terem muitas matérias para estudarem no terceiro ano e o projeto demandou algum tempo para ser concluído.

Podemos considerar que um projeto de trabalho pode ser desenvolvido ao mesmo tempo que se cumpre o currículo tradicional, visto que a grande maioria dos alunos indicaram que o projeto não atrapalhou o desenvolvimento das aulas.

**Gráfico 10.12** – O Desenvolvimento do Projeto Prejudicou o Andamento de Outras Disciplinas não Envolvidas no Projeto?

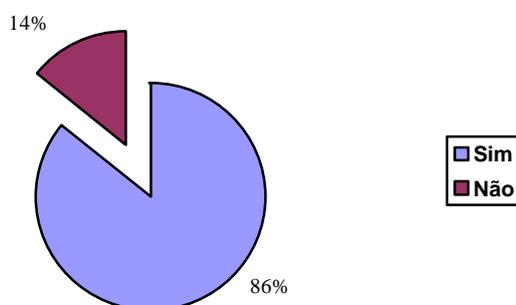


## 10.9 A Articulação das Disciplinas em Torno do Tema Trabalhado na Feira de Ciências

Essa questão procurou perceber se o projeto de trabalho e a feira de ciências contribuíram para que o aluno trabalhasse a articulação das disciplinas em torno do tema desenvolvido.

42 (86%) concordaram que o projeto de trabalho contribuiu para articular as disciplinas e ajudar na compreensão de outras disciplinas em torno do tema trabalhado; 7 (14%) deles acharam que não.

**Gráfico 10.13** – O Projeto de Trabalho, Finalizado na Feira de Ciências, Promoveu a Articulação Disciplinar Ajudando na Compreensão de Conteúdos de Outras Disciplinas Acerca do Tema Trabalhado?



## 10.10 Competências Desenvolvidas ao Final do Projeto

Perguntamos aos alunos sobre as competências desenvolvidas ao final do projeto (nessa questão eles poderiam marcar mais de uma opção).

A pergunta era a seguinte: que competências você desenvolveu ao final do projeto e da feira de ciências?

Através das respostas dos alunos montamos o quadro abaixo que indica o número de alunos que responderam determinada opção e o percentual correspondente em relação ao total de alunos.

**Quadro 10.1** – Competências desenvolvidas pelos alunos ao término do projeto

Competências	Número de alunos	Porcentagem
Capacidade de solucionar problemas	26	53%
Trabalhar em equipe	38	76%
Autonomia na aprendizagem	5	10%
Visão de relação entre as disciplinas	29	59%
Aprimoramento do lado humano	38	76%
Outras	3	6%

Além das respostas acima, outras habilidades foram mencionadas pelos alunos, como mostra as respostas abaixo:

- *Visão dinâmica e geral do projeto*
- *Igualdade, articulação, métodos de trabalho em grupo, maturidade.*

➤ *Administração do tempo livre.*

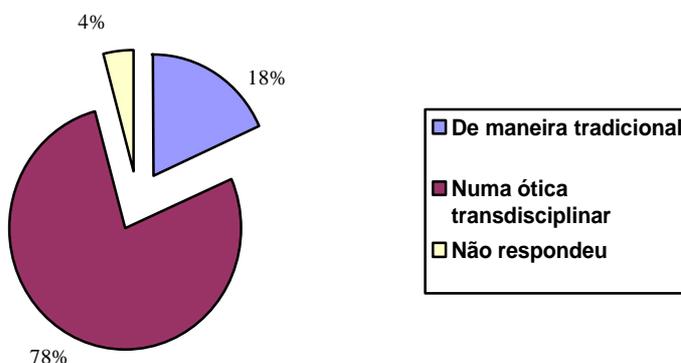
Um fato interessante a observar é que a maior dificuldade encontrada pelos alunos no desenvolvimento do projeto (união do grupo) foi a habilidade que a maioria desenvolveu após a execução do projeto.

Duas habilidades que eram objeto da pesquisa também foram desenvolvidas pela maioria dos alunos: visão de relação entre as disciplinas e desenvolvimento do lado humano. Isso nos mostra novamente a viabilidade de uma feira de ciências sob uma ótica transdisciplinar.

### 10.11 Feira de Ciências Tradicional ou Numa Ótica Transdisciplinar?

Como mostrado no gráfico abaixo 38 (78%) alunos preferem a realização da feira de ciências numa ótica transdisciplinar, 9 (18%) preferem como era realizada a feira e 2 (4%) não responderam.

**Gráfico 10.14** – Como Você Prefere a Realização da Feira de Ciências



### 10.12 Comparação Entre o Método Tradicional e Transdisciplinar

A última pergunta foi aberta e teve como objetivo que os alunos comparassem o Método Tradicional e a Abordagem Transdisciplinar. A pergunta foi feita da seguinte maneira : **faça uma comparação entre o método de ensino tradicional e a abordagem transdisciplinar.**

Dentre as várias respostas procuramos algumas que representasse a visão da maioria do grupo. No quadro abaixo cada linha corresponde à comparação feita por um aluno.

Pelo quadro percebemos que o método tradicional separa (visão apenas das partes) o conhecimento em compartimentos chamados de matérias, apenas repassa conteúdos, tolhe o aluno na medida em que o professor fala e o aluno escuta.

Já o ensino construído numa abordagem transdisciplinar abre um leque (visão do todo) de possibilidades, o aluno passa a ser o centro das atenções, o ensino se torna mais prazeroso.

**Quadro 10.2** – Comparação entre o método tradicional e a abordagem transdisciplinar

<b>Método Tradicional</b>	<b>Abordagem transdisciplinar</b>
Vejo o método tradicional se defasando aos poucos, sendo então a nova abordagem uma boa alternativa para substituí-lo.	A abordagem transdisciplinar nos amplia a visão de alguns conceitos anteriormente com pouco valor atribuído. Além disso a transdisciplinaridade nos traz um método que desperta um maior interesse de aprendizado

	do que o método tradicional.
No método de ensino tradicional o professor só ensina o conteúdo específico de sua matéria.	Enquanto no transdisciplinar o professor preocupa em envolver conteúdos de outras disciplinas no assunto abordado.
O método tradicional é uma forma meio egoísta de aprendizagem. Uma vez que todas as matérias têm uma certa ligação, porque não tratá-las em conjunto?	A abordagem transdisciplinar nos obriga a aprender trabalhar em equipe, pode juntar mais ainda as pessoas, socialmente falando.
Envolve apenas um conteúdo, observamos um determinado assunto somente por um ângulo, visão parcial.	Envolve várias disciplinas, possibilidade de observar um determinado assunto por vários ângulos, visão de totalidade.
No método de ensino tradicional como as matérias são divididas e independentes muitas vezes os alunos não conseguem estabelecer uma relação que tem entre as matérias, daí ele pode estar deixando de adquirir conhecimento por causa desta separação.	Já no método da abordagem transdisciplinar o aluno consegue estabelecer uma relação de adição entre as matérias, ou seja, uma ajuda a compreender a outra tanto nos aspectos positivos quanto negativos gerando um ponto de vista do aluno sobre o que está sendo abordado.
Aborda cada matéria separadamente, pouca interação entre os professores, muito repetitivo.	Promove a interação entre todas ou a maioria das matérias, grande interação entre professores e alunos, grande diversidade de assuntos e conteúdos.
No método de ensino tradicional aprendemos uma matéria mais sem compreender direito, pois essa compreensão é explicada em outra matéria.	Já na abordagem transdisciplinar, com essa junção de um tema envolvendo várias matérias, podemos compreender muito mais fácil as coisas de uma forma simples.

Na visão de alguns alunos essa nova abordagem não se sujeita apenas a religar o que estava separado. Percebemos que a vida não é feita de pedaços separados, devemos nos preparar para os novos desafios que se apresentam e um caminho é a formação de um indivíduo que saiba pensar, estabelecer relações, situar-se num contexto e trabalhar em equipe respeitando as individualidades.

Nas respostas abaixo verificamos que parte dos alunos foi além de perceber apenas a teia de relações em que estão inseridas as disciplinas.

- *O método de ensino transdisciplinar abordado ... é importante, pois a maneira pela qual teremos que enfrentar as dificuldades do mundo afora, não será da maneira tradicional de aprendizado ... Isso é importante para trabalhar a capacidade dos alunos para enfrentar os problemas, aprender a relacionar as disciplinas, e a trabalhar em equipe.*
- *O método tradicional depois de se trabalhar com o transdisciplinar fica sem sentido pelo fato de que do ponto de vista humano, social e prático se torna muito mais correto se trabalhar com o transdisciplinar.*
- *Método de ensino tradicional: este método é bom, mas não aprofundamos sobre o assunto escolhido e a integração entre os alunos não é grande. Já no transdisciplinar ocorre a integração entre os alunos e o aprofundamento do tema em forma de projeto, o que é ótimo, pois nos prepara para novos desafios e a ter mais responsabilidade.*

Para finalizar a discussão sobre essa questão do questionário colocamos a resposta dada à pergunta por um dos alunos, resposta que representa bem a visão transdisciplinar sobre o ensino.

- *O método de ensino tradicional é centrado na fala do professor, na transmissão de conteúdos, conceitos e memorização. Os conteúdos são desvinculados da realidade social, são apresentados seqüencialmente em programas curriculares, enquanto que a abordagem transdisciplinar, as disciplinas colaboram entre si, e há um pensamento*

*organizador que ultrapassa as próprias disciplinas. Há construção de significados, que é o elemento central da aprendizagem significativa. O aluno consegue estabelecer relação entre o que aprende e o que conhece.*

## 11 CONCLUSÕES

O professor não modifica ninguém, o aluno é que se modifica quando aprende.  
Edson Franco

Observamos hoje a dicotomia em que o ensino está inserido. O que constantemente reproduzimos não é o que os alunos necessitam. Na maioria das vezes tratamos nossos aprendentes como meros espectadores sem história de vida, inseridos em uma sala de aula “fria”, um ambiente onde a diversidade, a criatividade, a crítica e as relações pessoais não fazem parte do contexto.

Reconhecer que o ensino tradicional já não é capaz de satisfazer os anseios dos estudantes requer trazer para dentro da escola novas idéias que possam contribuir com uma formação de um aluno não visando apenas o cognitivo, mas também o afetivo e a prática.

Não faz sentido apenas reproduzir ou transmitir conhecimento, nessa direção corremos o risco de apenas estarmos repassando uma informação formalizada. Não queremos dizer que uma informação não seja relevante, mas a valorização da construção do conhecimento se faz necessário, uma vez que queremos contribuir para a formação de seres pensantes, autônomos e cidadãos que saibam lidar com os problemas de seu mundo.

Consideramos importante ressaltar que a educação não deve visar apenas o cognitivo, faz parte da educação que o aluno consiga adquirir na escola a capacidade de entender e de participar social e politicamente dos problemas da comunidade.

O resgate e aplicação de metodologias interativas podem contribuir para a construção de um ensino mais relevante e eficaz. A implantação da educação por projetos no cotidiano escolar podem colaborar para que os alunos não apenas busquem informações, mas para além disso adquiram habilidades, mudem comportamentos, alunos que possam construir seu conhecimento de forma prazerosa e transformadora, pelas constantes integrações, cooperação e criatividade, tendo em vista a construção do cidadão competente e produtivo.

Nesse sentido, o estudo desenvolvido nesse trabalho procurou analisar e avaliar as contribuições do método de projetos de trabalhos e a feira de ciências como estratégia de ensino de modo a promover a articulação entre as disciplinas. Também analisar de que forma essas estratégias de ensino podem contribuir para a formação de um aluno mais solidário, crítico, criativo e que possa construir o seu próprio conhecimento com a mediação do professor.

O desenvolvimento de um projeto social culminando com a apresentação dos seus resultados na feira de ciências, evidenciou a completa separação entre o ensino que produzimos e o que se espera dele para o século XXI.

Com esse trabalho fomos capazes de constatar que apesar da estrutura acadêmica estar organizada sob o princípio da divisão das áreas de conhecimento e pelo individualismo, podemos efetivar na escola práticas pedagógicas que melhorem as relações professor-aluno-conhecimento-prática.

Dessa forma, o desenvolvimento do projeto o uso e difusão de aquecedor de baixo custo na comunidade de Florestal, buscou contribuir para a formação de um aluno mais autônomo, que saiba articular as diversas disciplinas que compõe o seu curso, um aluno que através da pesquisa possa construir o seu próprio conhecimento, enfim um aluno mais cidadão e solidário e que não veja o conhecimento apenas enclausurado dentro dos muros da escola.

Os dados coletados nas observações, nos portfólios e no questionário demonstraram a viabilidade do emprego de estratégias de ensino que visam a formação global do aluno. Tais dados obtidos mostraram que o cotidiano escolar tradicional não contribui de forma efetiva

para a formação do estudante, na medida em que não há construção de conhecimento e sim mera reprodução.

A feira de ciências apresentada numa ótica transdisciplinar mostrou que é possível privilegiar estratégias de ensino que possam modificar o cotidiano escolar que atualmente é direcionado para o individualismo e aquisição passiva do conhecimento.

Essa mudança foi verificada no empenho da maioria dos alunos em concluir o projeto, no aprendizado de dividirem idéias quando se trabalha em um grupo, em apresentar na feira pequenos atos que possam contribuir para melhorar um pouco a situação de pessoas de baixa renda, em perceberem que o ensino não é estanque e isolado, ele é dinâmico, constituído de uma rede de relações que se comunicam e interagem entre si.

Os resultados da nossa pesquisa consolidam a necessidade de mudanças na maneira de ensinar e aprender, mudanças na postura do professor e também do aluno que se encontra, ainda, fixo nas idéias de um ensino conservador, individualista e que tolhe a criatividade e dinamismo de nossos estudantes.

Enfim, esperamos que esse humilde trabalho possa contribuir para essas discussões que permeiam as mudanças no ensino e principalmente que tenha contribuído para mudar um pouco o pensamento pelo menos das pessoas que participaram desse estudo de caso.

Terminamos esse trabalho convictos de que esse estudo nos fez mais conscientes e comprometidos com um ensino que possa ser mais fecundo para o aluno, pois como enfatiza Basarab Nicolescu: a educação está no âmago do nosso devir.

## 12 REFERÊNCIAS

- ALTHAUS, M. T. M. **Portfólio**. 2007. Disponível em: <[www.uepg.br/uepg\\_departamentos/.../Roteiro%20portfólio.pdf](http://www.uepg.br/uepg_departamentos/.../Roteiro%20portfólio.pdf)>. Acessado em 06/01/2011.
- ANDERY, M. A. P. A.; *et al.* **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.
- ARAGÃO, G. **Lógica e diálogo inter-religioso**. 2004. Disponível em <[www.unicap.br/teologia/Gil21-2.htm](http://www.unicap.br/teologia/Gil21-2.htm)>. Acessado em 13/01/2010.
- ARAÚJO, S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades Experimentais no Ensino de Física. Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *In: Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2003, vol.25, nº2, p.176-194.
- ASSMANN, H. **Metáforas novas para reencantar a educação**. São Paulo, Unimep: 1998.
- \_\_\_\_\_. **Reencantar a Educação: rumo à sociedade aprendente**. 10ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- BACON. F. **Novo Organum**. 2002. Disponível em [www.ebooksbrasil.org/eLibris/norganum.html](http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/norganum.html). Acessado em 15/05/2011.
- BEHRENS, M. A.; OLIARI, A. L. T. A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional à complexidade. *In: Revista Diálogo Educacional*, 2007, v.7. nº 22, p. 53-66. Disponível em: <[www2.pucpr.br/reol/index.php/.../view/DIALOGO?...](http://www2.pucpr.br/reol/index.php/.../view/DIALOGO?...)>. Acessado em 25/01/2011.
- BOHR, N. **Física Atômica e Conhecimento Humano: ensaios 1932-1957**. 18ª ed. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contra-ponto, 1995.
- BORGES, A.T.; BORGES, O.; VAZ, A. Os planos dos estudantes para resolver problemas práticos. *In: Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2005, v.27, nº 3, p. 435-446.
- BRANDÃO, C. R. A pesquisa participante e a participação da pesquisa: um olhar entre tempos e espaços a partir da América Latina. *In: BRANDÃO, C. R. e STRECK, D. R. (orgs). Pesquisa Participante: a partilha do saber*. Aparecida: SP: Idéias Et Letras, 2006, p. 21-54.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Lei nº. 9394/96. Brasília, 1996.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1999.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Temas Transversais**. 1997. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>>. Acessado em: 14/01/2011.

- BRENNAN, R. **Gigantes da Física: uma história da Física Moderna através de oito biografias**. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges; revisão técnica de Hélio da Motta Filho e Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.
- CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Tradução de Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 2006a.
- \_\_\_\_\_. **O Ponto de Mutação**. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 2006b.
- CRUZ NETO, O. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, M.C.S. **Pesquisa Social – Teoria, método e criatividade**. Petrópolis: vozes, p.51-66, 2002.
- DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI**. Tradução: Jose Carlos Eufrázio. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: MEC/UNESCO, 1998. Disponível em: <[www.dhnet.org.br/dados/.../r\\_unesco\\_educ\\_tesouro\\_descobrir.pdf](http://www.dhnet.org.br/dados/.../r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf) – >. Acessado em 06/09/2010
- DEMO, P. **Complexidade e aprendizagem: a dinâmica não linear do conhecimento**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2008a.
- \_\_\_\_\_. **Educar pela pesquisa**. 8ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2007a.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos**. 2ª ed. Brasília: Líber Livro Editora, 2008b.
- \_\_\_\_\_. **Professor do futuro e reconstrução do conhecimento**. 6ª ed. Petrópolis: Vozes, 2007b.
- DESCARTES, R. **Discurso do Método. Meditações**. Tradução: Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Martin Claret, 2008.
- EINSTEIN, A. **A Teoria da Relatividade Especial e Geral**. Tradução: Carlos Almeida Pereira. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.
- EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A Evolução da Física**. Tradução de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.
- FAZENDA, I. C. A. (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 11ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- FERRARI, M. Edgar Morin – O arquiteto do pensamento complexo. In: **Revista Nova Escola ( Edição Especial, Grandes Pensadores)**. São Paulo: Editora Abril, Julho, 2008.
- FERREIRA, A. B. H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

- GALVÃO, E. M. Memória Social e Transdisciplinaridade. *In: Morpheus – Revista Eletrônica em Ciências Humanas*. Ano 8, nº 13, 2008. Disponível em <[www.unirio.br/morpheusonline/.../ednagalvao.htm](http://www.unirio.br/morpheusonline/.../ednagalvao.htm)>. Acessado em 26/01/2011.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2009.
- HAWKING, S. **O universo numa casca de noz**. 5ª ed. Tradução: Ivo Korytowski; revisão técnica Augusto Damineli. São Paulo: Arx, 2002.
- HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Tradução: Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. 5ª ed. Tradução de Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- KAWAMURA, M.R.D; HOSOUME, Y., A contribuição da Física para um novo ensino médio. *In: Coleção Explorando o Ensino v. 7, Física: Ensino Médio*. Seleção e organização Arden Zylbersztajn (*et al.*); organização geral Nelson Studart. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006, p. 9-17.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2009.
- LIBÂNEO, J. C. Prefácio. *In: Complexidade e Transdisciplinaridade: em busca da totalidade perdida. Conceitos e práticas na educação*. Akiko Santos e Américo Sommerman (*orgs*). Porto Alegre: Sulina, 2009.
- MANCUSO, R; FILHO, I. L. Feiras de Ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas. *In: Programa Nacional de Apoio às feiras de Ciências da Educação Básica FENACEB*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- MARTINAZZO, C. J. **A utopia de Edgar Morin: da complexidade à concidadania planetária**. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.
- MARTINS, J. S. **O trabalho com projetos de pesquisa: do ensino fundamental ao ensino médio**. 5ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2001.
- MAZZOTTI, A. J. A.; GEWANDSNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira Tomson Learning, 2004.
- MELLO, M. F. **Transdisciplinaridade, uma visão emergente. Um projeto transdisciplinar**. 1999. Disponível em: <[www.cetrans.usp.br](http://www.cetrans.usp.br)>. Acessado em: 16/01/10.

MORAN, J.M. **Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias**. 2006. Disponível em: ,<<http://eca.usp.br/prof/moran/uber.htm>>. Acessado em: 16/04/2009.

MORIN, E. **A cabeça Bem Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução Eloá Jacobina. 16ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009a.

\_\_\_\_\_. **Educação e Complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. Maria da Conceição de Almeida, Edgard de Assis Carvalho, (orgs). 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2009b.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 4ª ed. Tradução: Dulce Matos. Lisboa: Instituto Piaget, 2003.

NEVES, S.R.G.; GONÇALVES, T. V. O. Feira de Ciências. *In: Caderno Catarinense do Ensino de Física*, 1989, v. 6, nº 3, p. 241-247.

NICOLESCU, B. Fundamentos Metodológicos para o estudo Transcultural e Transreligioso. *In: SOMMERMAN, A; MELLO, M. F; BARROS, V. M.(orgs). Educação e Transdisciplinaridade II*. São Paulo: Triom, 2002.

\_\_\_\_\_. **O manifesto da transdisciplinaridade**. Tradução: Lucia Pereira de Souza. São Paulo: TRION, 1999.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos projetos: etapas, papéis e atores**. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2008.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia dos projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências**. 7ª ed. São Paulo: Érica, 2007.

PETRAGLIA, I. C. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber**. 9ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

PIMENTEL, E. **Teoremas de Incompletude de Gödel**. 2005. Disponível em <[www.mat.ufmg.br/~elaine/ntern\\_matematica/aula08.pdf](http://www.mat.ufmg.br/~elaine/ntern_matematica/aula08.pdf)> . Acessado em 15/01/2010.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza**. Tradução: Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Unesp, 1996.

SANTOS, A. Complexidade e Transdisciplinaridade em Educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. *In: Revista Brasileira de Educação*. ANPED, nº37, p. 71-83. Rio de Janeiro: Autores Associados, 2008.

\_\_\_\_\_. **Didática sob a ótica do pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

SANTOS, A.; SANCHEZ, S.B. **Métodos interativos e autopoieticos na perspectiva da transdisciplinaridade**. Apresentado no *Fórum Internacional y V Jornadas sobre Innvación y Creatividade. Uma mirada Transdisciplinar y ecoformadora*. Espana, Barcelona, 10 al 12 de junio de 2010.

