

ROBERTO VARGAS DE OLIVEIRA

INTERDISCIPLINARIDADE E
CURRÍCULO: ASPECTOS HISTÓRICOS,
FILOSÓFICOS, CONCEITUAIS E SUAS
IMPLICAÇÕES NO ENSINO DA
MATEMÁTICA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

JULHO DE 2014

ROBERTO VARGAS DE OLIVEIRA

INTERDISCIPLINARIDADE E CURRÍCULO:
ASPECTOS HISTÓRICOS, FILOSÓFICOS,
CONCEITUAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NO
ENSINO DA MATEMÁTICA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.”

Orientador: Prof. Mikhail Petrovich Vichnevsvii

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO - UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

JULHO DE 2014

ROBERTO VARGAS DE OLIVEIRA

**INTERDISCIPLINARIDADE E CURRÍCULO:
ASPECTOS HISTÓRICOS, FILOSÓFICOS,
CONCEITUAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NO
ENSINO DA MATEMÁTICA**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.”

Aprovada em 11 de Julho de 2014.

Prof. Paulo Sérgio Dias da Silva

D.Sc. - UENF

Prof^ª. Liliana Angelina León Mescua

D.Sc. - UENF

Prof^ª. Silvia Cristina Freitas Batista

D.Sc. - IFF

Prof. Mikhail Petrovich Vichnevsvii

D.Sc. - UENF
(ORIENTADOR)

Dedico esse trabalho de dissertação a minha esposa, Roberta e ao meu filho, Daniel, pessoas que Deus colocou em minha vida para amar e que sofreram com minha ausência durante essa minha formação.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter proporcionado-me essa oportunidade, a esposa Roberta e o filho Daniel que incansavelmente exercitaram a paciência comigo esperando enquanto estudava, aos meus pais, Sebastião (*in memoriam*) e Odeth que sempre investiram e acreditaram em mim, meus irmãos e os amigos que de alguma maneira contribuíram e torceram para que meu curso fosse realizado com êxito, à Igreja Presbiteriana do Brasil em Guaçuí que prontamente cedeu um espaço para estudo reservado, ao professor Vinício de Macedo Santos que muito encorajou-me a dar este passo de formação continuada e sua relevante contribuição em minha graduação que culminou neste trabalho, ao orientador professor Mikhail Petrovich Vishnevsvii que com maestria e paciência contribuiu com preciosas orientações e encorajamento para a realização deste trabalho.

A perspectiva interdisciplinar não é, portanto, contrária à disciplinar; ao contrário, não pode existir sem ela e, mais ainda, alimentar-se dela.

Yves Lenoir

Resumo

À medida que se trilha o caminho da investigação valendo-se das leituras sobre esse tema, tornam-se evidentes aspectos históricos, filosóficos e epistemológicos relativos à organização fragmentada do conhecimento. Desde a contribuição da filosofia dos gregos, passando pela influência da filosofia escolástica (na idade média), o contexto do renascimento com influências do movimento humanista e também da revolução científica, os princípios do Método de Descartes, o contexto da revolução industrial, a influência tecnicista a partir dos princípios de Taylor aos princípios do positivismo são considerados nesse trabalho, na tentativa de olhar e entender a organização do conhecimento como uma estrutura disciplinar que foi construída historicamente. Há uma tentativa de recuperar as diversas possibilidades existentes do conceito de interdisciplinaridade pela reflexão a partir das variações do conceito de disciplina, em seguida pensando sobre a separação histórica entre ciência e senso comum, citada por Platão e estabelecida pelo positivismo e confrontada pela opinião do pesquisador Boaventura Souza Santos; o surgimento da interdisciplinaridade como questão gnosiológica; a solução marxista frente à proposta dos neo-positivistas; o progresso das pesquisas em interdisciplinaridade no Brasil nas décadas de 1970, 1980 e 1990; as correntes de pensamento que refletiram sobre a busca da totalidade e aspectos conceituais do termo interdisciplinaridade com suas variações. Esse trabalho se propõe a pontuar algumas implicações da interdisciplinaridade sobre o ensino de matemática enquanto apresenta influências tecnicistas nas décadas de 1960 e 1970 no Brasil, herdadas a partir da aproximação entre a pedagogia tecnicista e o Movimento da Matemática Moderna, sobre a escola; refletir sobre a apropriação do termo globalização em âmbito escolar e apontar o que é orientado nos Parâmetros Curriculares Nacionais e Documentos Curriculares Estaduais¹ na perspectiva interdisciplinar. Além disso propor algumas atividades interdisciplinares de matemática seguidas de uma reflexão sobre as interações observadas.

Palavras-chaves: Interdisciplinaridade, Metodologia do Ensino da Matemática, Currículo de Matemática.

¹ ESPÍRITO SANTO. **Currículo Básico das Escolas Estaduais**. Vitória: Secretaria de Estado da Educação - SEDU;2008; e SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular para o Ensino de Matemática no 2º grau do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Educacc ao do Estado de São Paulo; 3ª ed;1994.

Abstract

As you track the path of research by drawing from the readings on this topic, historical, philosophical and epistemological aspects of the fragmented organization of knowledge become evident. Since the contribution of the Greek's philosophy, through the influence of scholastic philosophy (in middle age), the context of the Renaissance with influences from the humanist movement and also the scientific revolution, the principles of the Descartes method, the context of the industrial revolution, the technicist influence from the Taylor's principles to the positivism principles are considered in this work, in an attempt to look and understand the knowledge's organization as a historically constructed disciplinary structure. There is an attempt to recover the various possibilities of the interdisciplinary concept by reflecting over the variations on the concept of discipline, then thinking about the historical separation between science and common sense, mentioned by Plato and established by positivism and confronted by Boaventura Souza Santos' opinion; the emergence of interdisciplinarity as an epistemological question; the Marxist solution compared to the neo-positivists motion; the advances in research on interdisciplinarity in Brazil in the 1970s, 1980s and 1990s decades; the thought currents that reflected over the search of totality and conceptual aspects of the interdisciplinary term with its variations. This work aims to point out some implications of interdisciplinary in mathematics teaching while introducing technicians influences in the 1960s and 1970s decades in Brazil, inherited from the meeting of the technicist pedagogy and the New Math Movement, about the school; reflect over the appropriation of the term globalization in the school setting and point out what is oriented in the National Curriculum Standards and State Curriculum Documents ² in interdisciplinary perspective. Furthermore, to propose some interdisciplinary math activities followed by a reflection over the observed interactions.

Key-words: Interdisciplinarity, Methodology of Teaching Mathematics and Math Curriculum.

² ESPÍRITO SANTO. **Currículo Básico das Escolas Estaduais**. Vitória: Secretaria de Estado da Educação - SEDU;2008; e SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular para o Ensino de Matemática no 2º grau do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Educacc ao do Estado de São Paulo; 3ª ed;1994.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Diagrama que representa interdisciplinaridade segundo Pombo (2003, p.2) [58]	37
Figura 2 – Gráfico da função $d(t) = 60t$	57
Figura 3 – Gráfico da função $v(t) = 60$	58
Figura 4 – Circuito Elétrico Simples.	59
Figura 5 – Gráfico da função $i(U) = \frac{U}{30}$	60
Figura 6 – Transformação Isotérmica	64
Fonte: Feltre (2004, v.1, p. 282)	
Figura 7 – Gráfico da função $P(V) = \frac{1200}{V}$	65
Figura 8 – Escala exponencial de solução aquosa	67
Fonte: Feltre (2004, v.2, p.228)	
Figura 9 – Gráfico da exponencial de $[H^+] \times pH$	68
Figura 10 – Escala linear de pH	69
Fonte: Feltre (2004, v. 2, p. 230)	

Sumário

Introdução	10
1 O conhecimento e sua organização	13
1.1 O conhecimento deste a antiguidade clássica	13
1.2 A totalidade concebida como conhecimento	17
1.3 O positivismo: um marco na organização do conhecimento	19
2 Interdisciplinaridade: conceito e reflexões	22
2.1 A propósito da organização disciplinar	22
2.2 Interdisciplinaridade: uma breve contextualização histórica	24
2.3 Reflexões sobre interdisciplinaridade	28
2.4 Multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade	31
3 Interdisciplinaridade: a apropriação pela escola	39
3.1 A influência da pedagogia tecnicista na escola	39
3.2 Um breve olhar na constituição das disciplinas no currículo escolar e algumas tentativas de práticas interdisciplinares na escola	40
3.3 O Movimento da Matemática Moderna (MMM) e a influência tecnicista no ensino de matemática	42
3.4 Globalização e suas variações no contexto escolar	44
3.5 Matemática, Interdisciplinaridade e Currículos	49
4 Interdisciplinaridade em sala de aula	54
4.1 A matemática dos movimentos da física.	54
4.2 A matemática da Primeira Lei de Ohm.	59
4.3 A matemática e a dilatação de sólidos.	61
4.4 A matemática e a transformação isotérmica (Lei de Boyle-Mariotte)	64
4.5 A matemática no estudo do potencial de hidrogênio (pH)	67
Considerações Finais	72
Referências	74

Introdução

O primeiro contato com o tema ocorreu a partir da realização de um trabalho de avaliação de livros didáticos na graduação, quando a interdisciplinaridade encontrava-se entre os critérios a serem observados na literatura avaliada. Desde então, surge o desejo de aprofundamento no tema interdisciplinaridade com o interesse voltado para a dimensão escolar, especificamente, no que diz respeito ao ensino da matemática.

Trata-se de um tema que permite um considerável amadurecimento pedagógico, tendo em vista que exige a participação dos diversos campos da educação, desde filosofia às metodologias. No andamento das leituras percebe-se o quanto o tema é interessante e envolvente e constata-se a existência de um vasto campo de pesquisa e um percurso a ser desenvolvido como um amplo projeto de pesquisa. A convergência sobre a educação matemática é consequência do interesse em somar esforços sobre tal área de conhecimento no sentido da busca de respostas e alternativas sob a perspectiva interdisciplinar.

Platão defende que para se compreender as proposições e entender as relações entre elas, é importante a sistematização do conhecimento. Sendo assim, é possível compreender a ideia do todo, construindo-se a ideia de unidade, a qual estaria no mesmo nível das ideias de bem, justiça e saúde concebidas por Platão (Garcia, 1995) [31].

Com relação à ideia de unidade e totalidade, na fase da Idade Média, a concepção de mundo era aristotélica, mas contendo adaptações a partir das contribuições do platonismo e do estoicismo. A Igreja, o Império e o Feudalismo consideravam-se representantes da ordem cósmica na terra e tinham como instrumento a força da hierarquia, tidas como necessárias à ordem universal. E é assim, sob essas condições, que a investigação filosófica se desenvolve. Nota-se que a partir do final do século VIII iniciam-se mudanças políticas e econômicas, e com isso, também um período de crise na concepção de ordem cósmica. O conhecimento começa a adquirir ares novos, com uma dimensão maior de liberdade de investigação. Mesmo que a hierarquia e a religião não sejam ainda contestadas, o mais importante é que as faculdades mentais começam a adquirir, em certos casos, o estatuto de legitimidade e eficácia, e à fé começa a somar-se também a razão (Abbagnano, 1969) [1].

O século XV testemunhou o Renascimento. Nesse contexto a ideia de totalidade é associada à concepção de conhecimento e o homem é visto como um ser terrestre ou mundano, integrante da sociedade, inserido num tempo histórico, capaz e responsável por

seu próprio destino (Garcia, 1995) [31].

Na abordagem humanística, o aluno é visto primordialmente como pessoa. O aprendiz é visto como um todo – sentimentos, pensamentos e ações – não só intelecto (Moreira,1999) [51].

Entre os principais nomes que emergiram do movimento científico, Garcia (1995) destaca René Descartes (1596-1650) e sua contribuição que foi o método cartesiano. Esse método é analítico, implicando o processo lógico de decomposição do objeto em seus componentes básicos.

Ainda de acordo com Garcia (1995) [31], o desenrolar dos últimos acontecimentos científicos até então acabaria por pressionar o desencadeamento da fragmentação daquilo que até então estava constituído em totalidade: o conhecimento. Esse era o indicador do advento da fase multidisciplinar, fase esta que faria coincidir historicamente, com a divisão do trabalho, reforçada pela Revolução Industrial, e pelo positivismo. Dentre os acontecimentos científicos destacam-se: a apropriação da matemática dos gregos para a elaboração do novo paradigma heliocêntrico, defendido por Copérnico reunindo a matemática e a astronomia para esse fim; a contribuição de Galileu (1564-1642) à articulação do paradigma heliocêntrico de Copérnico (Zanetic, 1995) [72]; o método indutivo de Bacon com base na experimentação (Zanetic, 2006) [73]; o método racional-dedutivo de Descartes, que foi conhecido como fundador do racionalismo moderno (Descartes, 1978) [17]; Thomas Hobbes, que desenvolveu um empirismo-racionalista junto com nominalismo (Garcia, 1995) [31]; Locke, que foi defensor das ideias do individualismo, um dos princípios do liberalismo (Crema, 1989 [14] & Garcia, 1995 [31]) e Newton que além de ser o fundador da mecânica clássica, estabelece a síntese, aliando e superando o método empírico-indutivo de Bacon e o racional-dedutivo de Descartes e sistematiza o paradigma heliocêntrico (Crema, 1989 [14] & Zanetic, 1995 [72]).

A questão que nos inquieta no contexto desse trabalho seria quais são as implicações do tema interdisciplinaridade para o ensino de matemática?

A necessidade de se constituir significados para os assuntos internos à disciplina de matemática reclama uma resposta que venha do cotidiano, enfim, da realidade em si, isto é, a disciplina de matemática sozinha não dá conta de tecer explicações sobre situações, presentes no dia-a-dia, que sejam significativas e úteis.

Entendemos ser a interdisciplinaridade uma abordagem em que se vislumbram possibilidades de respostas a questões como essa. Na perspectiva educacional, o tema proposto é considerado, em alguma medida, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental e está entre os princípios norteadores expostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Em virtude de tais considerações entende-se ser o tema, em questão, correspondente a um assunto de considerável relevância.

O presente trabalho pretende apresentar uma revisão de literatura relativa ao tema

“interdisciplinaridade e currículo de matemática”. A proposta de pesquisa sobre o tema, em questão, percorre um campo demasiadamente vasto e rico em possibilidades instigantes.

O que se pretende é promover subsídios para que o educador situe-se frente ao tema sobre interdisciplinaridade e conheça suas implicações para o ensino de matemática. Parece-nos desafiar o educador a enfrentar a profissão docente inserida num contexto onde o conhecimento é visto, predominantemente, de maneira fragmentada, estanque, com áreas cada vez mais específicas, mas onde vem se impondo também a ideia de que há diálogos e interações possíveis entre as diferentes áreas tendo em vista a tarefa complexa de compreender, explicar, transformar a realidade e produzir novos conhecimentos. Para isso espera-se conseguir:

- Contextualizar historicamente a organização do conhecimento;
- Refletir sobre o conceito de interdisciplinaridade;
- Analisar o modo como a escola apropria-se do conceito de interdisciplinaridade;
- Propor atividades de ensino da matemática na perspectiva interdisciplinar com a tentativa, inclusive, de ilustrar as variações conceituais em torno da interdisciplinaridade.

Capítulo 1

O conhecimento e sua organização

1.1 O conhecimento desde a antiguidade clássica

Desde os primórdios o conhecimento revela-se como um relevante patrimônio da humanidade. No passado significava instrumento de defesa pela sobrevivência. No presente, na condição de subsistência e existência, representa testemunho da história do homem, do que ele foi capaz de pensar e fazer e representa a base sobre a qual se assenta a projeção do futuro.

Conforme nos relata Garcia (1995) [31], a evolução do conhecimento, na pré-história, dependia do surgimento de necessidades que por sua vez provocavam o desenvolvimento de soluções para as diversas situações vivenciadas, desde o desenvolvimento da capacidade de organização à produção de instrumentos para as mais variadas aplicações.

Evidências dos nossos ancestrais são as pinturas encontradas nas cavernas pré-históricas que traduzem a racionalidade que, segundo Garcia (1995) [31], diferenciam a raça humana das demais espécies.

Na continuação da trajetória do conhecimento, surge a escrita (dos egípcios, datada de aproximadamente 3500 a.C.). Em seu trabalho Garcia (1995, p.14) [31] lembra que “com a escrita, surge também o poder, que passa a ser exercido por uma casta de privilegiados, sobre uma classe analfabeta” e destaca o surgimento da filosofia, na Grécia antiga, como um marco importante para a evolução do conhecimento. Essa mesma autora argumenta que, a partir do contexto do século VI, o homem passou a viver uma fase de abertura para reflexão acerca de si mesmo. Trata-se do contexto do período pré-socrático de 600 a 400 a.C., onde o homem reflete sobre a realidade natural, tentando desmistificar o mito e buscando a visão lógica, racional e sistemática.

Sócrates (469-399 a.C.), nascido em Atenas, interessou-se menos pelo mundo dos fenômenos naturais e mais pelo mundo das ideias a ele subjacentes (Franco, 2002) [27]. É conhecido como o pai da filosofia ocidental. O conhecimento para ele relacionava-se ao

estudo do homem, contudo na direção do autoconhecimento, com vistas ao estabelecimento de uma ordem de prioridades com base na ética e na razão e não na tradição. O estudo da natureza para esse filósofo relacionava-se com a “maneira de viver” dos homens (Garcia, 1995) [31]. Os destaques de Sócrates com respeito ao seu trabalho são: o método socrático, que se dividia em dois tempos: a ironia e a maiêutica; o argumento indutivo; a definição universal; e sua ética (Pauli, 1997) [55]. O método socrático consistia na exposição do conhecimento, numa forma de diálogo (altamente rigoroso em forma de perguntas e respostas), que se configurava numa apresentação didática de seus ensinamentos (Madjarof, 2006) [46].

Destacamos Platão (427-347 a.C.), que foi discípulo de Sócrates, como outro importante contribuinte na reflexão sobre o conhecimento. Em aproximadamente 386 a. C., Platão funda a Academia. A Academia de Platão veio a tornar-se um modelo de todos os colégios e universidades futuras (Garcia, 1995) [31]. A conhecida escola de Platão herdou esse nome devido a um parque público com alamedas e belas árvores, adornada com estátuas, templos e sepulcros de homens ilustres onde haviam sido plantadas oliveiras, parque esse que era originalmente conhecido como Akademia ou Hekademeia. Trata-se de uma área localizada num dos mais bonitos subúrbios de Atenas, perto de Kolonos, terra natal de Sófocles, a cerca de seis estádios das portas da cidade voltadas para noroeste (Pombo *et al*, 2000) [59].

No início de sua carreira intelectual, Platão demonstra uma influência recebida de seu mestre, Sócrates. Nota-se que essa influência, com o tempo, dá espaço para a autonomia do pensamento platônico. Esse pensamento platônico é evidenciado, como próprio, quando exhibe sua Teoria das Ideias, que discute questões inerentes ao conhecimento (Garcia, 1995) [31].

Nessa teoria, Platão separa epistême (ciência) da eîdos (ideia) do mundo ordinário da aisthesis (sensibilidade), dos eidolon (coisas, fenômenos) e da dóxa (opinião ou senso comum). Privilegia a Ideia ao responsabilizá-la pela guarda do triângulo constituído pelo Bem, o Belo e o Verdadeiro (Prates, 1997a) [60].

Platão defende que para se compreender as proposições e entender as relações entre elas, é importante a sistematização do conhecimento. Sendo assim, é possível compreender a ideia do todo, construindo-se a ideia de unidade, a qual estaria no mesmo nível das ideias de bem, justiça e saúde concebidas por Platão (Garcia, 1995) [31].

De acordo com Franco (2002) [27], Aristóteles (384-322 a.C.), durante uma primeira fase de sua vida, recebe influência de Platão, frequentando a Academia por ele fundada. Ao longo de sua trajetória intelectual, Aristóteles adaptou as ideias de Platão às necessidades de uma ciência no sentido ocidental diferenciando o mundo *Físico* do *Metafísico*. Enquanto o mundo *Físico* decorre da sistematização da experiência do mundo exterior, o mundo *Metafísico* é resultado essencialmente da reflexão. Essa distinção é

fundamental para a construção de uma ciência capaz de descrever com precisão e fidelidade os fatos observados na natureza exterior à reflexão puramente intelectual.

Aristóteles foi o fundador da instituição denominada Liceu em 335 a.C., sediada em Atenas. Patrick (1972) [54], conforme Pombo *et al.* (2000) [59] cita que no Liceu, Aristóteles criou algo de novo com a sua escola: uma coleta sistemática da literatura previamente produzida, a qual foi inteiramente trabalhada; uma vasta e sistemática coleta de informação e material para certos propósitos, de forma a tornar possível uma visão geral sobre todo um campo de conhecimento; estreita cooperação entre o líder da escola e os seus seguidores e mais importante que tudo, o uso de um método de trabalho estritamente científico.

Aristóteles, sob a premissa de que “Se nada percebêssemos, não poderíamos aprender ou entender nada” define a sua linha de pensamento, com ênfase na percepção dos sentidos (Garcia, 1995, p.20) [31]. O pensamento aristotélico apresenta uma característica inovadora e histórica para a filosofia: é o criador do primeiro sistema filosófico organizado e metódico. Em seus tratados, Aristóteles defende que a filosofia deve ser orientada pela lógica formal, propondo que a correção do pensamento e o alcance da Verdade dependem da aplicação de um método no uso da razão (Prates, 1997b) [61].

“Sócrates ensinou a Platão, que ensinou a Aristóteles, que ensinou a Alexandre, o Grande, indubitavelmente os nomes mais famosos jamais interligados em tal sucessão” (Luce, 1994, p.113) [43]. A mesma autora descreve que no século III a.C., o mundo grego assistiu à expansão de dois novos grandes sistemas filosóficos: o estoicismo e o epicurismo. Essas escolas filosóficas surgiram devido ao desenvolvimento emergente da sociedade grega, tendo como base o desenvolvimento das cidades e a expansão do mundo grego, resultante das vitórias de Alexandre, o Grande. Essa fase é também conhecida como período pós-socrático.

Ao analisar as questões estudadas pelos estóicos, Garcia (1995) [31] observa que os mesmos interessaram-se pela física, ética e pela lógica, e, ao que parece, eles foram os que primeiro usaram o termo “Lógica”, como nós o conhecemos hoje. Os estóicos também interessaram-se por uma outra parte do estudo acerca do conhecimento, que hoje podemos denominar como teoria do conhecimento, tendo como fundamento os ensinamentos aristotélicos. A contribuição dada por essa escola grega foi no sentido de tentar elaborar uma justificativa para a questão do conhecimento, como sendo de natureza empírica.

Entre os séculos VI e XI, assistimos o fortalecimento da Igreja, como autêntica autoridade política sob a representação do Papa, por um lado, e a decadência da cultura clássica, por outro. A filosofia escolástica surge inicialmente como a “escola da Igreja”, trazendo em si uma filosofia que vai exercer domínio sobre toda a Idade Média. O termo *scholasticus*, no começo da Idade Média, designava os professores que ensinavam as disciplinas pertencentes às artes liberais: o *trívio* (gramática, lógica ou dialética e retórica), e

o *quadrívio* (geometria, aritmética, astronomia e música). Posteriormente essa denominação estendeu-se aos magister, professores de filosofia ou de teologia, que ministravam aulas inicialmente nos claustros, e depois nas universidades (*studium generale*) (Abbagnano, 1969) [1].

Ainda de acordo com Abbagnano (1969) [1], a filosofia escolástica não contribuía para a autonomia e nem para a independência crítica diante do conhecimento. Consistia em conduzir o homem ao pleno conhecimento da verdade revelada, sendo que esta deve ser entendida como o que foi revelado ao homem por intermédio das Sagradas Escrituras. Para tanto, a Igreja dispunha de pessoas inspiradas por Deus, e devidamente reconhecidas por ela, para desempenhar tal função: eram os clérigos, padres e doutores da fé.

Com relação à ideia de unidade e totalidade, nessa fase da Idade Média, a concepção de mundo era aristotélica, mas contendo adaptações a partir das contribuições do platonismo e do estoicismo. A Igreja, o Império e o Feudalismo consideravam-se representantes da ordem cósmica na terra e tinham como instrumento a força da hierarquia, tidas como necessárias à ordem universal. E é assim, sob essas condições, que a investigação filosófica se desenvolve. Nota-se que a partir do final do século VIII iniciam-se mudanças políticas e econômicas, e com isso, também um período de crise na concepção de ordem cósmica. O conhecimento começa a adquirir ares novos, com uma dimensão maior de liberdade de investigação. Mesmo que a hierarquia e a religião não sejam ainda contestadas, o mais importante é que as faculdades mentais começam a adquirir, em certos casos, o estatuto de legitimidade e eficácia, e à fé começa a somar-se também a razão (Abbagnano, 1969) [1]. Nota-se, nesse contexto, mudanças atreladas aos aspectos político e econômico: o primeiro é marcado pela necessidade de se restaurar o Império Romano e o segundo, resultado das grandes navegações comerciais que se restabelecem por volta do século XI. Para se administrar e fortalecer um império, faz-se necessário ter como base o conhecimento, e este há muito se encontrava enclausurado nos mosteiros ou cultivado em cidades geograficamente periféricas. De qualquer forma, distante de toda a população (Garcia, 1995) [31].

Ainda segundo Garcia (1995) [31], o sistema escolástico sobrevive até o século XIV. No entanto, ainda no século anterior surge o filósofo e teólogo São Tomás de Aquino, por meio do qual, acontece de fato a distinção clara entre razão e fé, entre teologia e filosofia, bem como a definição de seus respectivos objetos de estudo. E então filosofia e teologia convertem-se em disciplinas cooperantes.

Foi de importância fundamental para a conservação de grande parte da cultura mundial a maneira como os árabes se apoderaram dos inúmeros trabalhos gregos que foram laboriosamente traduzidos para o árabe, e assim, preservados até que posteriormente intelectuais europeus pudessem retraduzi-los para o latim ou outras línguas. Devido o trabalho dos intelectuais árabes, grande parte da ciência grega foi preservada ao longo da Baixa Idade Média (700 e 1500 d.C.) (Eves, 2005) [22].

1.2 A totalidade concebida como conhecimento

O século XV testemunhou o Renascimento. Nesse contexto a ideia de totalidade é associada à concepção de conhecimento e o homem é visto como um ser terrestre ou mundano, integrante da sociedade, inserido num tempo histórico, capaz e responsável por seu próprio destino (Garcia, 1995) [31]. Como é demonstrado nas palavras de Abbagnano (1969, V: p.22) [1] quando diz que “o sentido da renascença reporta-nos ao mundo do homem na sua totalidade: à atividade prática, à sua arte, à sua poesia e à sua vida em sociedade”. O aspecto religioso do Renascimento estava de alguma forma relacionado ao direito de usufruir daquilo que consideravam de caráter especificamente humano: as artes, a instrução e a investigação as quais, acreditava-se levar o homem para mais próximo da perfeição de Deus, e diferentes dos outros seres da natureza. Nota-se uma diferença aqui também da concepção Deus/criatura em relação à da Idade Média e ao movimento escolástico (Garcia, 1995) [31].

Humanismo trata-se do movimento intelectual europeu do Renascimento, caracterizado pela valorização do espírito humano, por uma atitude individualista e inquiridora e pela redescoberta das obras e dos textos da Antiguidade (Dicionário Texto Editores Universal, 2014) [19].

Humanismo também pode ser entendido como o movimento que se produziu no Renascimento entre a gente culta, por reação contra a escolástica e por um regresso às letras, às artes e ao pensamento dos antigos (Dicionário Porto Editora, 2007) [18].

Conforme Garcia (1995) [31], o humanismo contribuiu no processo de desenvolvimento da ciência experimental moderna com as reflexões sobre os textos de Aristóteles voltados ao conceito de ordem necessária e imutável presente na natureza e com as novas concepções da relação homem-natureza com base na experiência matemática aliada à experiência sensata. Pode-se dizer que a liberdade recuperada pelo homem renascentista, junto à consciência de sua competência cognoscitiva contribuiu para o nascimento da ciência. Esse período traduziu-se como um contexto ideal para que ocorresse a Revolução Científica.

Na abordagem humanística, o aluno é visto primordialmente como pessoa. O aprendiz é visto como um todo – sentimentos, pensamentos e ações – não só intelecto (Moreira,1999) [51].

A Revolução Científica foi um movimento que teve seu início quando os filósofos iniciaram a separação entre a razão e a fé, e o homem requisitou para si o direito de produzir e ter acesso ao conhecimento. O Renascimento contribuiu fortalecendo a ideia da potencialidade de produção existente no homem, apresentando este ser como que dotado de capacidade criadora. O principal destaque nesse contexto foi a transição da teoria geocêntrica para a teoria heliocêntrica, Garcia (1995) [31]. A teoria geocêntrica

(paradigma aristotélico-ptolomaico) , conforme cita Zanetic (1995) [72], defende, entre outros pontos, uma visão de mundo onde a Terra é o centro do Universo e permanece em repouso, tendo os demais corpos celestes como orbitantes em seu redor. Como assim é chamado paradigma aristotélico-ptolomaico, trata-se de uma teoria que foi defendida por Aristóteles (384-322 a.C.), articulada por alguns filósofos gregos e sistematizada por Cláudio Ptolomeu, que viveu no século II d.C.. Essa visão de mundo, como aponta Zanetic (1995) [72], foi defendida pela Igreja por toda a Idade Média como o paradigma aceitável e que era possível adaptação com a explicação cristã sobre a gênese do Universo. Nicolau Copérnico (1473-1543), após recuperar a matemática grega, contesta o paradigma vigente, o aristotélico-ptolomaico, e apresentando sua teoria heliocêntrica (paradigma que mais tarde veio a ser conhecido como copérnico-newtoniano) que apresentava a Terra em movimento de rotação e de translação, isto é, em órbita em torno do Sol, que por sua vez é apresentado como o centro do universo (Zanetic, 1995) [72]. Essa teoria apresentada por Copérnico trouxe soluções para alguns problemas que o paradigma vigente, aristotélico-ptolomaico, não dava conta (Zanetic, 1995) [72]. Vale acrescentar que essa transição de teorias não foi imediata e nem tão pouco amigável por desestruturar não só a principal instituição de “poder de governo”, que era a Igreja, mas também os alicerces do pensamento filosófico até então aceito (Garcia, 1995) [31].

Entre os principais nomes que emergiram do movimento científico, Garcia (1995) [31] destaca René Descartes (1596-1650) e sua contribuição que foi o método cartesiano. Esse método é analítico, implicando o processo lógico de decomposição do objeto em seus componentes básicos.

Os princípios do método cartesiano são:

“Jamais aceitar como verdadeira coisa alguma que não se conhecesse de forma clara e distinta; dividir cada dificuldade a ser examinada em tantas partes quanto possível para resolvê-las; pôr em ordem os pensamentos para se chegar gradativamente dos conhecimentos mais simples aos mais complexos; e finalmente, fazer enumerações tão exatas e revisões tão gerais, de forma a estar certo de não ter esquecido nada (Descartes,1978) [17].”

Na visão de Garcia (1995) [31], Descartes pode ser considerado um dos grandes, senão o maior representante desse processo como se pode observar por meio dos princípios contidos em sua obra “Discurso sobre o Método”.

Dentre os principais nomes do pensamento iluminista, Garcia (1995 [31]) destaca John Locke (1632-1704) que sob a influência de Thomas Hobbes (1588-1679) defendia a tese do empirismo filosófico. Locke acreditava que o conhecimento era construído com base na experiência sensível e na reflexão. Uma combinação de ideias provenientes do exterior (a experiência sensível) com ideias originadas no interior (reflexão) (Crema, 1989) [14]. Ao defender a ideia de que o conhecimento se reduz a fenômenos observáveis, acrescentava-se o

fato de que esses fenômenos do conhecimento se ligam uns aos outros, segundo correlações que são também observáveis (Châtelet 1974 [11], conforme Garcia, 1995 [31]). Outro nome de grande importância para a ciência entre os iluministas é o de Isaac Newton (1642-1727). Newton estabeleceu a síntese, aliando e superando o método empírico-indutivo de Bacon e o racional-dedutivo de Descartes (Garcia, 1995) [31].

Ainda de acordo com Garcia (1995) [31], o desenrolar dos últimos acontecimentos científicos até então acabaria por pressionar o desencadeamento da fragmentação daquilo que estava constituído em totalidade: o conhecimento. Esse era o indicador do advento da fase multidisciplinar, fase esta coincidiu historicamente, com a divisão do trabalho, reforçada pela Revolução Industrial, e pelo positivismo. Dentre os acontecimentos científicos destacam-se: a apropriação da matemática dos gregos para a elaboração do novo paradigma, heliocêntrico, defendido por Copérnico reunindo a matemática e a astronomia para esse fim; a contribuição de Galileu (1564-1642) à articulação do paradigma heliocêntrico de Copérnico (Zanetic, 1995) [72]; o método indutivo de Bacon com base na experimentação (Zanetic, 2006) [73]; o método racional-dedutivo de Descartes, que foi conhecido como fundador do racionalismo moderno (Descartes, 1978) [17]; Thomas Hobbes, que desenvolveu um empirismo-racionalista junto com nominalismo (Garcia, 1995) [31]; Locke, que foi defensor das ideias do individualismo, um dos princípios do liberalismo (Crema, 1989 [14] & Garcia, 1995 [31]) e Newton que além de ser o fundador da mecânica clássica, estabelece a síntese, aliando e superando o método empírico-indutivo de Bacon e o racional-dedutivo de Descartes e sistematiza o paradigma heliocêntrico (Crema, 1989 [14] & Zanetic, 1995 [72]).

1.3 O positivismo: um marco na organização do conhecimento

As palavras que melhor refletem o espírito adotado pelo movimento positivista do século XIX são: ordem, paz, justiça e progresso. Um dos principais nomes que emergiu do movimento positivista foi o de Augusto Comte (1798-1857). Comte foi o criador da lei dos três estados que, diga-se de passagem, é o ponto de partida de toda a sua filosofia. De acordo com sua lei, cada um dos ramos do conhecimento humano passa sucessivamente pelos três estados teóricos: o estado teológico ou fictício; o estado metafísico ou abstrato; o estado científico ou positivo (Abbagnano, 1969) [1].

Em 1844, Comte descreve a invariável hierarquia, a um tempo histórica e dogmática, igualmente científica e lógica, das seis ciências fundamentais: a Matemática, a Astronomia, a Física, a Química, a Biologia e a Sociologia (Comte, 2007) [13]. Comte considerava que todas as ciências deveriam apresentar-se organizadas, hierarquizadas e classificadas com base na ideia de “enciclopédia das ciências”. Assim as ciências foram organizadas seguindo o critério decrescente de simplicidade e generalidade. Nesse contexto, ocorreu a divisão da física em orgânica e inorgânica sendo esta responsável pelo estudo da astronomia e

da física terrestre enquanto aquela seria responsável pelo estudo dos seres vivos, ciência fisiológica e a física social.(Garcia 1995) [31].

A Revolução Industrial foi grande responsável por uma transformação social na Europa na segunda metade do século XVIII. Ela veio confirmar o sistema capitalista de produção, iniciando assim um novo sistema econômico e social sob uma forma peculiar de Estado (Arruda, 1988) [3].

O contexto de quando se despontou a Revolução Industrial na Inglaterra era de uma educação primária e universitária precárias, com exceção das universidades de Cambridge e Oxford. Essa deficiência na educação inglesa, no entanto, era compensada pelas escolas e universidades escocesas que tinham seu ensino baseado nos princípios do calvinismo. Somente no século XIX foram lançados os primeiros cursos de alfabetização em massa, de cunho elementar sob a responsabilidade de voluntários na Grã-Bretanha (Hobsbawm, 1994) [37].

Com a chegada da indústria, o trabalho artesanal desaparece. O novo ofício, que antes era desenvolvido no próprio lar com a ajuda da família, requer o deslocamento da família para a fábrica. As condições desse novo trabalho são cruéis, as crianças são obrigadas a trabalhar horas seguidas sem descanso e também o trabalho feminino era explorado. Para todos, principalmente para as mulheres e crianças, o salário era humilhante em relação à sua produtividade e aos altos lucros proporcionados aos patrões (Arruda, 1988) [3].

No início, a indústria tinha sua forma de produção baseada na manufatura, contendo como principal característica, segundo Garcia (1995) [31], a intensificação da segmentação do trabalho, e a desvalorização do trabalho artesanal. E mais tarde, com o advento da máquina como ferramenta, tem-se a mecanização baseada na reprodução automática do trabalho, adaptada depois por Frederick Winslow Taylor (1856-1915).

Garcia (1995) [31] diz que é para essa classe de trabalhadores, dos quais a indústria precisava, que mais tarde consolidou-se um tipo de escola, de educação, e adequou-se uma forma de transmissão de conhecimento que, por sua vez, deveria ajustar-se a todos: à escola, à indústria capitalista, que ora nascia, e ao aluno, o futuro sujeito-trabalhador, que se tornaria responsável por fazer girar essa difícil e rentável engrenagem.

Os fundamentos das ideias de Taylor podem ser encontrados em sua mais famosa obra *Principles of Scientific Management*, publicado no início desse século, no ano de 1911, onde desenvolve o que ele mesmo chama de uma ciência que poderá ser implementada a cada fase do trabalho humano (Garcia, 1995) [31].

Os princípios tayloristas apoiados em regras técnicas e normas, influenciaram não apenas a indústria e a oficina, como era o seu propósito original, mas transformaram-se em um paradigma¹ para a organização da estrutura escolar e sobretudo para a matriz

¹ Paradigma - um modelo de conhecimento científico que traz respostas próprias aos problemas propostos

curricular que permite o desenvolvimento do saber do aluno (Garcia, 1995) [31]. O modelo taylorista adaptou-se muito bem ao sistema educacional como concordava o próprio Taylor, expressando na introdução de sua obra *Princípios de Administração Científica*: “esperamos contudo ter deixado claro que os mesmos princípios, com resultados iguais, podem ser aplicados em qualquer atividade social: (...) na administração de igrejas, de universidades e de serviços públicos” (Taylor, 1980, p.28) [68].

Ao reproduzir-se o modelo da indústria diretamente na escola as consequências foram imensas. A mesma passou, sob a premissa da produção, a conceber o conhecimento aprendido/adquirido pelo aluno como um produto, não percebendo que as condições adversas para essa produção pouco contribuíam para a qualidade do ensino em si. Os conteúdos eram apresentados aos alunos sob uma organização curricular seriada, dispostos dos mais simples aos mais complexos, de maneira mecânica e dificultando o acesso deles ao produto conhecimento (Garcia, 1995) [31]. Retornaremos ainda mais a essa reflexão no capítulo 3, sobre a relação tecnicista e a sua influência na escola lançando um olhar sobre a introdução da pedagogia tecnicista especialmente no Brasil.

Capítulo 2

Interdisciplinaridade: conceito e reflexões

Para se discutir o significado da interdisciplinaridade é necessário partir da compreensão do termo disciplina e a concepção de disciplinaridade.

2.1 A propósito da organização disciplinar

Berger (1972) [4], segundo Pombo *et al* (1994) [57], define disciplina como um conjunto específico de conhecimentos que têm as suas características próprias no terreno do ensino, da formação, dos mecanismos, dos métodos e dos materiais. Palmade (1979) [?] afirma que uma disciplina trata de uma certa categoria de fenômenos que visa tornar inteligíveis e a propósito dos quais procura fazer previsões possíveis ou estabelecer correspondências.

Em sua análise, Pombo (2003) [58] entende que na verdade, a palavra disciplina pode assumir, pelo menos, três grandes significados. Disciplina como *ramo do saber*: a Matemática, a Física, a Biologia, a Sociologia ou a Psicologia são disciplinas. Disciplina como *componente curricular*: História, Ciências da Natureza, Cristalografia, Química Inorgânica, etc. Finalmente, disciplina como *conjunto de normas* ou leis que regulam uma determinada atividade ou o comportamento de um determinado grupo: a disciplina militar, a disciplina automobilística ou a disciplina escolar, etc.

Olhando a etimologia da palavra disciplina, Maheu (2006) [47] nota que sua origem é do latim *discere*, e quer dizer aprender. Para a pedagogia, disciplina também significa um conjunto de normas de conduta estabelecidas com vistas a manter a ordem e o desenvolvimento normal das atividades em uma classe ou em uma escola. Para a ciência, disciplina é um saber específico e possui um objeto determinado e reconhecido, bem como conhecimento e saberes relativos a este objeto e métodos próprios.

Segundo Maheu (2006) [47], as ciências, desde a Antiguidade Clássica, não eram vistas como fragmentos. Essa separação em disciplinas é um fenômeno que se acentua sobretudo no século XIX, com o advento do positivismo.

Heckhausen (1972) [35], citado por Pombo (1994) [57], entende que disciplina-ridade é a exploração científica especializada de um domínio determinado e homogêneo, exploração que consiste em produzir conhecimentos novos que vão substituir os antigos. A atividade disciplinar conduz a uma formulação e reformulação contínua do atual corpo de conhecimentos sobre o domínio em questão.

Segundo Macedo (1999) [45], o processo de disciplinarização do mundo é o reflexo, no campo do conhecimento, do modo de produção capitalista. A separação do trabalho industrial acarretaria a divisão do conhecimento em disciplinas isoladas; “o processo de produção favorecido pela industrialização exigiria uma maior especialização” (Macedo, 1999, p.45-46) [45].

A fragmentação do conhecimento é um processo, no qual as distintas áreas do saber vão-se destacando e estruturando-se em especialidades. Algumas dessas especialidades tornar-se-ão disciplinas científicas e as demais ficam destinadas a não-ciência (Macedo, 1999) [45]. O pensamento positivista definiu no século XIX a separação entre ciência e senso comum e fundamentou o conceito de disciplina, que está em vigor na modernidade. Para que uma certa quantidade de conhecimentos se constituísse disciplina, segundo Santomé (1998) [63], era necessário que fossem satisfeitos requisitos que envolviam três tipos de elementos: 1) objetos observáveis e/ ou formalizados, ambos manipulados por meio de métodos e procedimentos; 2) fenômenos que são a materialização da interação entre esses objetos; 3) leis que deem conta dos fenômenos e permitam prever sua operação. Esses elementos são originados do ideário positivista.

Macedo (1999) [45] argumenta que para se refletir sobre as fronteiras disciplinares faz-se necessário questionar a cientificidade do conhecimento positivo. Por isso, o que deve ser superado não se trata da matriz disciplinar, mas do paradigma positivista. A evidência da influência positivista, ainda conforme Macedo (1999) [45], é percebida quando da proliferação de novas disciplinas científicas sob a justificativa de uma aproximação do real. Com isso o que se vê é a perda da importância do conhecimento por parte dos alunos.

A realidade passou a ser de tal forma compartimentalizada que o saber tornou-se inútil. O mundo moderno vem revelando cada dia mais a impropriedade da extrema especialização para uma reflexão crítica dos problemas científicos e sociais. Disciplinas científicas já estabelecidas tornam-se impossibilitadas de atuarem isoladamente, levando ao surgimento de novas especialidades híbridas, menos restritas. Ao mesmo tempo, as fronteiras entre as ciências naturais e sociais e entre o conhecimento científico e senso comum vêm sendo constantemente criticadas. As promessas não cumpridas do iluminismo positivista alimentam os questionamentos, que passam a buscar redefinir o conhecimento

(Macedo, 1999) [45].

Santos (1989) [64], ao questionar o pensamento positivista de conhecimento, confronta o ideário da modernidade à necessidade de uma dupla ruptura epistemológica, isto é, de uma ruptura com a ruptura moderna entre o conhecimento científico e o senso comum. O autor argumenta a favor de uma concepção pragmática de ciência baseada na conversão do conhecimento científico em senso comum, conversão essa que possibilitará a própria transformação do senso comum.

Ainda Santos (1989) [64] conclui que, mais do que problematizar a validade do saber, a ciência deve questionar o sentido do saber no mundo contemporâneo. Para Santos, a justificativa da prática científica se impõe pelos resultados que é capaz de produzir tanto na sociedade como na comunidade científica. A ideia de ciência defendida por Santos, em oposição ao paradigma positivista, apoia-se na ideia de que a separação entre verdade epistemológica e verdade sociológica é sem fundamento. Enquanto a pós-modernidade assume um conceito pragmático de ciência, cada disciplina científica passa a buscar compreender e modificar o mundo, assim como a derrubar as fronteiras entre o saber científico e o senso comum. A disciplinaridade deixaria de ser, então, um obstáculo à responsabilidade da ciência com o mundo cotidiano.

2.2 Interdisciplinaridade: uma breve contextualização histórica

A interdisciplinaridade, como questão gnosiológica, surgiu no final do século XIX, devido à necessidade de responder sobre a fragmentação causada por uma epistemologia positivista. As ciências dividiram-se em muitos ramos e a interdisciplinaridade restabelecia, pelo menos, um diálogo entre elas, embora não resgatasse ainda a unidade e a totalidade. A tradição marxista colaborou parcialmente com a solução do problema, colocando a historicidade como fundamento das ciências. Marx defendia que só existia uma ciência e assim ele resolvia a questão da fragmentação. A totalidade não seria alcançada, como queriam os neo-positivistas, por meio da interdisciplinaridade, mas através de um referencial comum que é a história. A interdisciplinaridade surgia com a promessa de romper com a tendência de especialização do conhecimento herdada da epistemologia positivista, mesmo permanecendo fiel aos seus princípios. Por isso o nome neo-positivista (Gadotti, 1999) [28]. Conforme Goldman (1979) [32] o processo de organização do conhecimento em disciplinas foi uma questão de grande importância para o progresso científico. Resumia-se a entender a relação entre “o todo e as partes”. Gadotti (1999, p.1) [28] entende que para Goldman, “apenas o modo dialético de pensar, fundado na historicidade poderia resgatar a unidade das ciências”.

Na visão de Gadotti (1999) [28], após a Segunda Guerra Mundial, a interdisciplinaridade aparece como preocupação humanista além da preocupação com as ciências. Desde

então, as correntes de pensamento que se ocuparam com a questão da interdisciplinaridade foram:

- a teologia fenomenológica que encontrou na interdisciplinaridade uma chave para o diálogo entre a igreja e o mundo;
- o existencialismo, buscando dar às ciências uma aparência de unidade;
- a epistemologia que buscava entender o processo de construção do conhecimento e fundamentar a unidade das ciências;
- o marxismo que buscava uma alternativa para a recuperação da unidade entre todo e parte.

Em suas investigações, Fazenda (2006) [24] descreve que o movimento da interdisciplinaridade começou na Europa, principalmente na França e na Itália, em meados da década de 1960. Surgiu como uma tentativa de elucidação e de classificação temática das propostas educacionais que começavam a aparecer na época; como um movimento de oposição a todo o conhecimento que privilegiava o capitalismo epistemológico de certas ciências; como oposição à alienação da Academia às questões da cotidianidade, às organizações curriculares que evidenciavam a excessiva especialização e a toda e qualquer proposta de conhecimento que incitava o olhar do aluno numa única, restrita e limitada direção, a uma patologia do saber.

Ainda em 2006, Fazenda [24] comenta sobre um colóquio, realizado em Louvain em 1967, que trouxe desdobramentos importantes para as pesquisas em interdisciplinaridade. O colóquio teve por motivação inicial refletir sobre o estatuto epistemológico da teologia e acabou por apontar dificuldades, mas também diretrizes para as pesquisas em interdisciplinaridade. Foi quando se sentiu a necessidade de refletir as relações igreja/mundo. Houve a necessidade de se estabelecer uma comunicação que fosse global, isto é, uma linguagem que fosse comum aos diversos grupos para se fazerem compreendidas as asserções colocadas. A interdisciplinaridade seria essa possibilidade de comunicação. Uma grande contribuição para a investigação sobre a dicotomia ser/existir, a partir desse colóquio, seria a discussão interdisciplinar sujeito humano/mundo. Em 1971, houve uma outra contribuição ao movimento de interdisciplinaridade que foi uma tentativa de conceber a universidade, minimizando as distâncias entre as disciplinas. Nessa proposta seriam realizadas atividades de pesquisa coletiva e inovação no ensino. A proposição desse projeto partia de uma distinção conceitual entre os seguintes níveis de relação: multi, pluri, inter e transdisciplinar.

Fazenda (2006) [24] apresenta um histórico da evolução das pesquisas sobre interdisciplinaridade que, segundo ela, teve seu início na década de 1970 no Brasil. Nesse histórico, expõe as fases e contradições próprias do movimento de pesquisa em interdisciplinaridade, indicando dicotomias que dele emergem e a forma como se vem enfrentando tais dicotomias. Destaca a necessidade de superação da dicotomia ciência/existência. Essa

reflexão remete à crise das ciências e a autora acrescenta que é necessário estudar-se a problemática e as origens dessas incertezas e dúvidas para se conceber uma educação que as enfrente. No sentido de trazer um olhar mais refinado à evolução das pesquisas sobre interdisciplinaridade, subdivide essa evolução em três fases, sob um recorte epistemológico: na década de 1970 – uma construção epistemológica da interdisciplinaridade; na década de 1980 – uma explicitação das contradições epistemológicas decorrentes dessa construção; e na década de 1990 – tentativa de construção de uma nova epistemologia, a própria da interdisciplinaridade.

Segundo Fazenda (2006) [24], a totalidade, na década de 1970, mobilizou as discussões sobre interdisciplinaridade. Como objeto de reflexão, foi o principal tema abordado por um dos precursores do movimento em prol da pesquisa em interdisciplinaridade: Georges Gusdorf. O primeiro projeto de Gusdorf, apresentado em 1961, previa a diminuição da distância teórica entre as ciências humanas (Gadotti, 1999 [28]; Fazenda, 2006 [24]).

A década de 1970, época em que Fazenda iniciou suas pesquisas sobre o tema interdisciplinaridade, poderia também ser conhecida como a década da estruturação conceitual básica. Nela a preocupação concentrava-se fundamentalmente na explicitação terminológica. Tratava-se de uma palavra nova para a língua portuguesa e já houve discordância, nesse período, com a forma como deveria ser escrita durante a tradução: interdisciplinaridade ou interdisciplinarietà. O movimento de pesquisa sobre interdisciplinaridade trouxe repercussões e preocupações, pois o surgimento dessa palavra anunciava a necessidade da construção de um novo paradigma de ciência, conhecimento e a elaboração de um novo projeto de educação, de escola e de vida. Houve a necessidade de se realizar um tratamento terminológico para evidenciar de qual significado sobre interdisciplinaridade estava-se falando (Fazenda, 2006) [24].

De acordo com Fazenda (2006) [24], em 1977, Guy Palmade [53] percebeu o perigo da interdisciplinaridade se converter em ciência aplicada e essa preocupação o levou a insistir na importância da explicação conceitual. Palmade entendia que se fossem claros os conceitos envolvidos em interdisciplinaridade, os obstáculos surgidos seriam mais facilmente identificados e transpostos. Essa ambiguidade, que foi detectada entre as décadas de 60 e 70, do conceito de interdisciplinaridade permeia o discurso em educação ainda hoje. Com isso, as pesquisas em interdisciplinaridade e os projetos interdisciplinares devem ser precedidos de uma reflexão sobre sua terminologia com a finalidade de apresentar a proposta interdisciplinar como metodologia alternativa e disponível ao processo de construção de valores éticos, morais e também contribuir para a formação de uma cultura geral em educação. Hoje, mais do que ontem, deve-se considerar o aspecto conceitual como fundamental na proposição de qualquer projeto autenticamente interdisciplinar.

Realizando uma conexão entre as décadas de 1970 e 1980, Fazenda (2006) [24] defende que o trato das questões interdisciplinares tem que partir do confronto entre as

possibilidades que a educação aventa como possíveis e as outras impossibilidades que as colocariam numa categoria diferenciada de ciência. Nesse sentido, não é possível partir-se de um quadro teórico já organizado para procedermos a uma análise que avance e redimensione as práticas escolares, no sentido da interdisciplinaridade. A autora cita o documento que considera o trabalho mais importante sobre interdisciplinaridade que surgiu na década de 1980. Esse documento tem como título “Interdisciplinaridade e ciências humanas”, em 1983, elaborado por Gusdorf, Apostel, Bottomore, Dufrenne, Mommsen, Morin, Palmarini, Smirnov e Uli. Trata das possibilidades de relação entre as disciplinas das ciências humanas e dessas com as ciências naturais. Os mais significativos avanços decorrentes desse trabalho, em relação à interdisciplinaridade, no olhar da autora, podem ser assim sintetizados:

- interdisciplinaridade não é categoria de conhecimento, mas de ação e essa ação é resultado de sínteses imaginativas e audazes;
- entre disciplinas e a interdisciplinaridade existe uma diferença de categoria;
- a interdisciplinaridade nos conduz a um exercício de conhecimento: o perguntar e o duvidar;
- a interdisciplinaridade desenvolve-se a partir do desenvolvimento das próprias disciplinas, devido a sua propriedade que se estabelece à medida que as relações entre as disciplinas são descobertas ou construídas, entretanto tratam-se de relações que são flexíveis.

Fazenda (2006) [24] relata como percebeu a intervenção do Estado brasileiro, especialmente dos poderes Legislativo e Executivo, nas décadas de 1960 e 1970. Em nome do poder, submetiam todos os trabalhos educativos que eram desenvolvidos para a construção da cidadania, à cassação, configurando-se num período de silêncio para os pesquisadores em educação. A autora realiza também uma investigação entre os anos de 1987 e 1989 e descobre que o perfil dos professores de postura e atitude interdisciplinar apresentava motivação pelo conhecimento e pela pesquisa. Possuíam um comprometimento maior com seus alunos e ousavam novas metodologias de ensino de maneira consciente e crítica. Já entre os anos 1989 e 1991, o trabalho da autora assumiu uma busca em se construir uma metodologia de trabalho para os professores, que fosse interdisciplinar. Com registro, análise das práticas docentes e também das pesquisas realizadas, foi possível o enfrentamento de uma das principais dicotomias a serem superadas, até então, pela interdisciplinaridade: a dicotomia teoria/prática.

A autora afirma que na década de 1990 ocorreu a proliferação de trabalhos, classificados como interdisciplinares, mas que eram improvisados, impensados e fundamentados numa literatura provisoriamente difundida. Diz ser essa a razão que a motiva às pesquisas em interdisciplinaridade. Defende que o início da década de 1990 foi marcado pela possibilidade de explicitação de um projeto antropológico de educação, o interdisciplinar, em

suas principais contradições. Esse projeto é objeto de pesquisa do *Núcleo de Estudos e Pesquisas*, o qual é coordenado por Fazenda e composto de mestrandos e doutorandos da PUC/São Paulo. Esse Núcleo já produziu quase 30 pesquisas que buscaram explicitar o caminho percorrido em práticas interdisciplinares intuitivas, tentando retirar delas os princípios teóricos fundamentais para o exercício de uma prática docente interdisciplinar. Outras tantas pesquisas que estavam sendo concluídas pelo grupo de orientandos abordavam uma temática variada, tão variada quanto a história de cada pesquisador que ousou registrá-la e analisá-la; entretanto, em todas elas, há a *marca* de uma prática interdisciplinarmente vivenciada. Como exemplo cita-se: alfabetização, pré-escola, formação de professores para o 1º, 2º e 3º graus, a questão dos conteúdos específicos, a arte, a estética, a ética, a educação do corpo, dos sentidos e da memória. As fases da evolução das pesquisas em interdisciplinaridade no Brasil ficam melhores sintetizadas no quadro abaixo.

Fases da evolução das pesquisas em interdisciplinaridade no Brasil

Período e Objetivo das pesquisas
Década de 70 - Uma construção epistemológica da interdisciplinaridade.
Década de 80 - Uma explicitação das contradições epistemológicas decorrentes dessa construção.
Década de 90 - Tentativa de construção de uma nova epistemologia, a própria da interdisciplinaridade.

Fonte: Fazenda (2006) [24]

2.3 Reflexões sobre interdisciplinaridade

Japiassú (1976) [39] afirma que não basta ser uma simples troca de informações entre os campos disciplinares para que se configure a metodologia interdisciplinar. Faz-se necessário que a comunicação seja um diálogo compreensível. O mesmo autor acrescenta que para dar conta dessa metodologia interdisciplinar, em sua visão, pode-se implementar a mesma em duas etapas distintas e complementares: o *método da tarefa*, que se orienta para os empreendimentos humanos e da história, e que se aplica à procura de um objeto comum aos vários saberes, culminando com a prática; e o *método da reflexão* interdisciplinar, onde se realiza a reflexão sobre os saberes, já organizados, com o objetivo de se estabelecer discernimento e juízo.

Gusdorf prefaciando Japiassu (1976, p.7) [39] afirma que "o mundo em que vivemos padece de uma doença muito grave, como diariamente atesta a imprensa..." Segundo Gadotti (1999) [28], para esses autores a interdisciplinaridade seria, então, a solução para a "patologia do saber". Gadotti critica essa perspectiva de padecimento das ciências e esse pessimismo epistemológico, afirmando que a interdisciplinaridade para se firmar como

atitude e método, não pode entrar em cena com tamanha dramaticidade. Existe sim uma ordem-desordem, um processo dialético no qual as noções de tensão, fragmentação, conflito, finitude, desequilíbrio, etc. estão interligadas às noções de alegria, amor, progresso, satisfação, desejo etc.

A interdisciplinaridade pretende garantir a construção de um conhecimento globalizante, sobre o qual falaremos mais adiante, rompendo com os limites das disciplinas. Não se trata de uma mera integração de conteúdos, mas da necessidade de uma atitude, isto é, uma postura interdisciplinar. Atitude de busca, envolvimento, compromisso, reciprocidade diante do conhecimento (Fazenda, 1979 [23]; Gadotti, 1999 [28]).

Os marxistas defendem, em sua teoria, a utilização da historicidade para alcançar a ideia de totalidade. Goldman (1979) [32] resume essa teoria em três teses:

“nunca há pontos de partida absolutamente certos, nem problemas definitivamente resolvidos; o pensamento nunca avança em linha reta, pois toda verdade parcial só assume sua verdadeira significação por seu lugar no conjunto, da mesma forma que o conjunto só pode ser conhecido pelo progresso no conhecimento das verdades parciais; a marcha do conhecimento aparece como uma perpétua oscilação entre as partes e o todo, que se devem esclarecer mutuamente (Goldman, 1979, p.6) [32].”

Veiga Neto (1996) [70] estuda e entende a interdisciplinaridade como um processo pertencente à disciplinaridade e não como posição antagônica que deve ser superada. Mostra que tanto Japiassú como Fazenda teorizam a disciplinaridade em um contexto da patologia, e a interdisciplinaridade como uma direção comportamental psicologizante. Reconhece a evolução do conhecimento sobre interdisciplinaridade e diz que esta evolução não rompe com os modelos pioneiros de Japiassú e Fazenda. Nota-se que, os discursos sobre interdisciplinaridade progrediram, mas não se dispersaram das duas abordagens – epistemológica e pedagógica – introduzidas por Japiassú e Fazenda. Para Veiga Neto (1996) [70], tanto a disciplinaridade como a interdisciplinaridade são elementos cooperantes no processo histórico educacional. Não vê, nesta última, o meio único de se produzir conhecimentos capazes de desvendar a realidade objetiva de forma inequívoca. Concebe a interdisciplinaridade como um trabalho conjunto de várias disciplinas em direção do mesmo objeto de pesquisa, com o propósito de aproximá-lo cada vez mais da realidade objetiva à medida que constrói sua perspectiva dialética.

Etges (1997) [21] critica a reflexão atual sobre a interdisciplinaridade, por ser a sua orientação a-histórica. Acredita que a interdisciplinaridade deve orientar-se na direção da visão dialética ou histórica. Os elementos constitutivos do seu conceito partem das seguintes considerações: o fenômeno interdisciplinar não é metafísico; funda-se no trabalho dos cientistas; a ciência é vista como meio de produção de novos mundos adequados aos sujeitos; a ciência é uma totalidade fechada cuja existência somente é possível quando exteriorizada pela linguagem; serve para “[...] mediar a comunicação entre eles e o mundo

do senso comum” (p.71). A interdisciplinaridade é concebida como princípio mediador entre as disciplinas, não podendo ser entendida como função reducionista das disciplinas a um denominador comum, eliminando totalmente seu caráter disciplinar. Na visão histórica, ao contrário, reforçam-se os princípios da criatividade e da diferença.

Segundo Jantsch e Bianchetti (1997a) [38], “a construção histórica de um objeto implica a constituição do objeto e a tensão entre o sujeito pensante e as condições objetivas (materialidade) para o pensamento” (pp. 11-12). Nota-se que os autores situam a interdisciplinaridade no campo da epistemologia e criticam a sua vinculação à filosofia do sujeito, pelo fato de não ser esta filosofia a base para a interdisciplinaridade à medida que recusam a aceção subjetivista, na qual o homem é superestimado no processo de construção do conhecimento. Recusam, também, a aceção iluminista, cuja concepção da interdisciplinaridade remete à ideia de método, sugerindo que, através dele, seja possível resgatar a Ciência dos desvios da especialização. Rejeitam, ainda, a ideia de realização de trabalhos em equipes – pesquisas e teses – como saída para a concretização da interdisciplinaridade. Mostram-se contrários à aceção positivista e ao “[...] racionalismo cartesiano que afirma um sujeito (pensante) que se põe a si mesmo” (p. 12). Finalmente, defendem uma concepção dialética ou histórica da produção do conhecimento/pensamento pela ênfase dada à relação entre objeto e sujeito, como prerrogativa para a interdisciplinaridade, posto que nem objeto e nem sujeito são autônomos.

Demo (1998) [16] alerta para o perigo de se produzir ciência enquadrando-na em pólos extremos. Por um lado, a especialização extrema e por outro, a generalização. O mesmo autor acredita que os dois extremos mutilam a realidade.

Segundo Gadotti (1999) [28], ainda hoje muitos confundem interdisciplinaridade com dinâmica de grupo. Essa confusão acredita-se ter origem no fato de Lauro de Oliveira Lima, que na década de 60 tornou-se famoso pela introdução da “dinâmica de grupo” na educação, ter encontrado na obra de Piaget a fundamentação epistemológica para a sua teoria.

Ainda em 1999, Gadotti [28], defende que, entre uma visão onde se enxerga a fragmentação como patologia do saber e outra que fica na mera descrição epistêmica dos processos de construção do conhecimento, sua preferência é por ficar com o construtivismo crítico de Paulo Freire, que entende o conhecimento como um processo de construção e reconstrução do mundo. Uma visão dialética da interdisciplinaridade, pode ser bem empregada no trabalho pedagógico, pois ela nos aponta sua verdadeira natureza, nos mostra os seus obstáculos sem nos fazer cair em ilusões idealistas.

Conforme Alves (2004) *et al* [2], com a reflexão sobre interdisciplinaridade não se pretende perder de vista a disciplinaridade, mas vislumbrar a possibilidade de um diálogo interdisciplinar que aproxime os saberes específicos oriundos de diversos campos do conhecimento, em uma fala compreensível, audível aos diversos interlocutores.

Por outro lado, a proposta, segundo Pombo (2003) [58], não é dizer que a organização disciplinar está em crise, pois a herança científica que temos deve-se ao método analítico de se fazer ciência, mas entender que ele surge como insuficiente e que a interdisciplinaridade torna-se uma possibilidade complementar.

Maheu (2006) [47] afirma que a ambiguidade existente na tentativa de se conceituar interdisciplinaridade é precedida pela incompreensão do conceito de disciplina.

O mesmo autor concorda com Piaget, em sua teoria, quando diz que a epistemologia construtivista, através da construção do conhecimento, fundamenta o conceito de unidade das ciências e que a interdisciplinaridade é como pensar e alcançar a transdisciplinaridade, conforme será discutido mais adiante (Maheu, 2006) [47].

Ainda para Maheu (2006) [47] um trabalho interdisciplinar pode ser precedido de uma ação intradisciplinar, isto é, do estabelecimento de relações intrínsecas entre uma matéria (disciplina-mãe, matriz) e demais disciplinas que derivam da primeira.

Ao estudar a colocação de Japiassú a respeito da metodologia interdisciplinar, Fazenda (2006) [24] apresenta considerações importantes: análise das condições necessárias à implementação desse projeto; no caso da constituição de um grupo interdisciplinar, o estabelecimento de conceitos-chave para facilitar a comunicação entre membros da equipe; o registro das etapas da implementação desse projeto o que permitiria revisitar os fatos e realizar uma reflexão sobre as experiências realizadas e sobre o detalhamento dessas etapas da realização.

O trabalho interdisciplinar possibilita a crítica e os confrontos da vida cotidiana, atende a necessidade de uma pluralidade de informações e conhecimentos que a vida profissional exige, pressupondo a melhor formação de pesquisadores, de professores e contribuindo para o surgimento de novas pesquisas (Fazenda, 2006) [24].

2.4 Multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade

Berger (1972) [4], segundo Pombo (1994) [57], afirma que a multidisciplinaridade é a justaposição de disciplinas diversas, às vezes sem relação aparente entre elas.

Para Piaget (1972) [56] citado por Pombo (1994) [57], um problema cuja solução é multidisciplinar requer a obtenção de informações de uma ou mais ciências ou setores do conhecimento, sem que as disciplinas que são convocadas por aqueles que as utilizam sejam alteradas ou enriquecidas por isso.

A solução de um problema no nível multidisciplinar requer, tão somente, informações tomadas de empréstimo a dois ou mais ramos do conhecimento, sem que as disciplinas

sofram qualquer modificação. Trata-se de um sistema em um só nível e de objetivos múltiplos (Japiassú, 1976) [39].

A multidisciplinaridade orienta-se para a interdisciplinaridade quando as relações de interdependência entre as disciplinas emergem. Desloca-se de um "intercâmbio de ideias" a uma cooperação e a uma certa compenetração das disciplinas (Palmade, 1977) [53].

Para Nicolescu (1999) [52] a multidisciplinaridade expressa partes do conhecimento e ordena de maneira hierarquizada.

As definições apresentadas para multidisciplinaridade ficam sintetizadas no quadro abaixo.

Definições apresentadas para Multidisciplinaridade
Berger (1972) [4]: É a justaposição de disciplinas diversas, às vezes sem relação aparente entre elas.
Piaget (1972) [56]: Um problema cuja solução é multidisciplinar requer a obtenção de informações de uma ou mais ciências ou setores do conhecimento, sem que as disciplinas que são convocadas por aqueles que as utilizam sejam alteradas ou enriquecidas por isso.
Japiassú (1976) [39]: a solução de um problema no nível multidisciplinar requer, tão somente, informações tomadas de empréstimo a dois ou mais ramos do conhecimento, sem que as disciplinas sofram qualquer modificação. Trata-se de um sistema em um só nível e de objetivos múltiplos. Um conjunto de disciplinas a serem trabalhadas simultaneamente, sem que as relações entre as partes sejam explícitas por meio de objetivos pedagógicos claros e bem definidos.
Palmade (1977) [53]: um simples intercâmbio de ideias.
Weil <i>et al</i> (1993) [71]: a justaposição de várias disciplinas sem nenhuma tentativa de síntese.
Pombo (2003) [58]: como algo que é dado na sua forma mínima, e que supõe o estabelecer algum tipo de coordenação, numa perspectiva de simples paralelismo de pontos de vista.
Maheu (2006) [47]: a justaposição de duas ou mais disciplinas de um curso, sem que sejam definidos objetivos pedagógicos comuns, portanto, sem que haja interconexão entre disciplinas.

Berger (1972) [4], conforme Pombo (1994) [57], entende a pluridisciplinaridade como a justaposição de disciplinas mais ou menos próximas nos seus campos de conhecimento.

Delattre (1973) [15], segundo Pombo (1994) [57], concebe pluridisciplinaridade como simples associação de disciplinas que concorrem para uma realização comum mas sem que cada disciplina tenha que modificar sensivelmente a sua própria visão de coisas e os seus métodos próprios.

A pluridisciplinaridade é vista, por Japiassú (1976) [39], como sendo um sistema de somente um nível, havendo cooperação entre os ramos do saber, mas sem existir coordenação entre eles.

Para Palmade (1977) [53], pluridisciplinaridade é a cooperação de caráter metodológico e instrumental entre disciplinas e que não implica uma integração conceitual interna.

As definições apresentadas para pultidisciplinaridade ficam sintetizadas no quadro abaixo.

Definições apresentadas para Pluridisciplinaridade
Berger (1972) [4]: a justaposição de disciplinas mais ou menos próximas nos seus campos de conhecimento.
Delattre (1973) [15]: como simples associação de disciplinas que concorrem para uma realização comum mas sem que cada disciplina tenha que modificar sensivelmente a sua própria visão de coisas e os seus métodos próprios.
Japiassú (1976) [39]: é um sistema de somente um nível, havendo cooperação entre os ramos do saber, mas sem existir coordenação entre eles. Consiste no estudo do mesmo objeto por diferentes disciplinas, sem ocorrer a convergência quanto aos conceitos e métodos. A justaposição de diversas disciplinas de mesmo grau hierárquico e agrupadas de modo a fazer aparecer as relações existentes entre as mesmas.
Palmade (1977) [53]: é a cooperação de caráter metodológico e instrumental entre disciplinas e que não implica uma integração conceitual interna.
Weil <i>et al</i> (1993) [71]: é a justaposição de várias disciplinas sem nenhuma tentativa de síntese.
Pombo (2003) [58]: como algo que é dado na sua forma mínima, e que supõe o estabelecer algum tipo de coordenação, numa perspectiva de simples paralelismo de pontos de vista.
Maheu (2006) [47]: como algo que é dado na sua forma mínima, e que supõe o estabelecer algum tipo de coordenação, numa perspectiva de simples paralelismo de pontos de vista.

Berger (1972) [4], conforme Pombo (1994) [57], concebe a interdisciplinaridade como a interação existente entre duas ou mais disciplinas. Esta interação pode ir desde a simples comunicação das ideias até à integração mútua dos conceitos diretivos, da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da investigação e do ensino correspondentes. Um grupo interdisciplinar compõe-se de pessoas que receberam formação nos diferentes domínios do conhecimento (disciplinas), tendo cada um conceitos, métodos, dados e temas próprios.

Marion (1978) [48] entende interdisciplinaridade como a cooperação de várias disciplinas científicas no exame de um mesmo e único objeto.

De acordo com Palmade (1977) [53], a interdisciplinaridade é a integração interna e conceitual que rompe a estrutura de cada disciplina para construir uma axiomática nova e comum a todas elas com o fim de dar uma visão unitária de um setor do saber.

As definições apresentadas para interdisciplinaridade ficam sintetizadas no quadro abaixo.

Definições apresentadas para Interdisciplinaridade
Berger (1972) [4]: é a interação existente entre duas ou mais disciplinas. Esta interação pode ir desde a simples comunicação das idéias até à integração mútua dos conceitos diretivos, da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da investigação e do ensino correspondentes.
Japiassú (1976) [39]: consiste em uma integração das disciplinas no nível dos conceitos e métodos. É a axiomática comum a um conjunto de disciplinas conexas e definidas num grau hierárquico imediatamente superior, o que introduz a idéia de finalidade.
Marion (1978) [48]: a cooperação de várias disciplinas científicas no exame de um mesmo e único objeto.
Palmade (1977) [53]: é a integração interna e conceitual que rompe a estrutura de cada disciplina para construir uma axiomática nova e comum a todas elas com o fim de dar uma visão unitária de um setor do saber. Uma cooperação e a uma certa compenetração das disciplinas.
Demo (1998) [16]: é como a arte do aprofundamento com sentido de abrangência, para dar conta, ao mesmo tempo da particularidade e da complexidade do real.
Siepierski (1998) [67]: como uma possibilidade de transposição dos limites da compartimentalização.
Pombo (2003) [58]: quando se avança no sentido de uma combinação, de uma convergência, de uma complementaridade.
D'ambrósio, em entrevista concedida a Martins (2005) [49]: é uma nova disciplina, que emerge de uma combinação de objetos e métodos de cada campo do conhecimento.
Santos, em entrevista concedida a Martins (2005) [49]: é prevista a associação/relacionamento de áreas para explicar/estudar um fenômeno; quais e quantas áreas estariam implicadas depende da natureza da questão em estudo. O processo é mais orgânico porém as disciplinas mantêm sua característica.
Maheu (2006) [47]: é o resultado da articulação entre duas ou mais disciplinas com objetivos pedagógicos comuns. As disciplinas compõem a unidade do saber que se realiza na especificidade de cada campo do conhecimento.

Segundo Pombo (1994) [57], a interdisciplinaridade não é uma nova proposta pedagógica que se pretenda acrescentar ao número das já existentes, e sim, surge na escola como uma aspiração emergente no seio dos próprios professores. São eles que, por

sua iniciativa, vêm realizando experiências de ensino que visam alguma integração dos saberes disciplinares e implicam algum tipo de trabalho de colaboração entre duas ou mais disciplinas. Não havendo, em parte alguma, uma pedagogia da interdisciplinaridade que, em paralelo com todas as outras, pudesse ser apresentada aos professores, a interdisciplinaridade aparece como uma palavra vaga e imprecisa, cujo sentido está ainda por descobrir ou inventar. O professor está entregue a si próprio, colocado face a algo que terá que ser ele ainda a inventar, algo portanto que lhe aparece como um desafio.

Uma possível definição de interdisciplinaridade dada por Demo (1998, pp. 88-89) [16] é "...como a arte do aprofundamento com sentido de abrangência, para dar conta, ao mesmo tempo da particularidade e da complexidade do real".

Siepierski (1998) [67] entende a interdisciplinaridade como uma possibilidade de transposição dos limites da compartimentalização.

Maheu (2006) [47] concebe interdisciplinaridade como o resultado da articulação entre duas ou mais disciplinas com objetivos pedagógicos comuns. As disciplinas compõem a unidade do saber que se realiza na especificidade de cada campo do conhecimento.

Segundo Japiassú (1976) [39], há dois níveis de trabalho interdisciplinar: o pluridisciplinar, que consiste no estudo do mesmo objeto por diferentes disciplinas, sem ocorrer a convergência quanto aos conceitos e métodos; e o interdisciplinar, que consiste em uma integração das disciplinas no nível dos conceitos e métodos.

Para Japiassú (1976) [39], quase não existe diferença entre os conceitos de pluridisciplinaridade e multidisciplinaridade. Enquanto a multidisciplinaridade seria um conjunto de disciplinas a serem trabalhadas simultaneamente, sem que as relações entre as partes sejam explícitas por meio de objetivos pedagógicos claros e bem definidos, a pluridisciplinaridade seria a justaposição de diversas disciplinas de mesmo grau hierárquico e agrupadas de modo a fazer aparecer as relações existentes entre as mesmas. Já a interdisciplinaridade é a axiomática comum a um conjunto de disciplinas conexas e definidas num grau hierárquico imediatamente superior, o que introduz a ideia de finalidade.

Weil *et al*(1993, p. 31) [71] afirma que "a pluri ou multidisciplinaridade é a justaposição de várias disciplinas sem nenhuma tentativa de síntese".

A multidisciplinaridade e a pluridisciplinaridade referem-se à justaposição de duas ou mais disciplinas de um curso, sem que sejam definidos objetivos pedagógicos comuns, portanto, sem que haja interconexão entre disciplinas (Maheu, 2006) [47].

Piaget (1972) [56] segundo Pombo (1994) [57], entende por transdisciplinaridade, a integração global das várias ciências. À etapa das relações interdisciplinares sucede-se uma etapa superior, que seria a transdisciplinaridade que, não só atingiria as interações ou reciprocidades entre investigações especializadas, mas também situaria estas relações no interior de um sistema total, sem fronteiras estáveis entre as disciplinas. Tratar-se-ia de

uma teoria geral de sistemas ou estruturas que incluiria estruturas operativas, estruturas regulatórias e sistemas probabilísticos e que uniria estas diversas possibilidades por meio de transformações reguladas e definidas.

Berger (1972) [4], citado por Pombo (1994) [57], define transdisciplinaridade como desenvolvimento de uma axiomática comum a um conjunto de disciplinas.

Japiassú (1976) [39] entende a transdisciplinaridade como um sistema de níveis e objetivos múltiplos, onde a coordenação converge a uma finalidade comum dos sistemas.

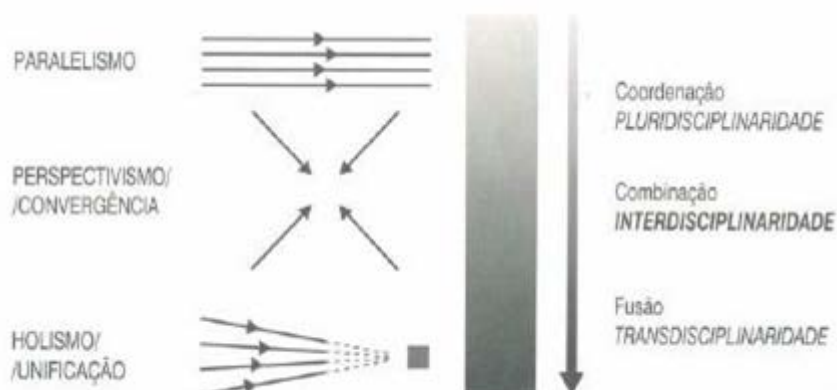
Japiassú (1976) [39] aponta Piaget como o pioneiro em abordar a transdisciplinaridade como sendo um resultado do aprofundamento sucessivo das relações interdisciplinares. Para Piaget a transdisciplinaridade caracterizava-se como um sistema total, isto é, sem fronteiras disciplinares e, por analogia ao fundamento da interdisciplinaridade na disciplina, acrescenta que a transdisciplinaridade somente poderia estar alicerçada na interdisciplinaridade.

Segundo Gadotti (2000) [29] a transdisciplinaridade, nas ciências da educação, é entendida como coordenação de todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema de ensino inovado sobre a base de uma axiomática geral, ética, política e antropológica.

Pombo (1994) [57] descreve que não se sabe exatamente o que é a interdisciplinaridade, o que identifica as práticas ditas interdisciplinares, qual a fronteira exata a partir da qual uma determinada experiência de ensino pode ser dita interdisciplinar e não multidisciplinar, pluridisciplinar ou transdisciplinar. Afirma ainda que, mais importante do que procurar estabelecer fronteiras rígidas entre estes conceitos e as práticas de ensino para que eles remetam, mais fecundo do que delimitar espaços de significação intransponíveis, será reconhecer a natureza contínua de um processo de crescente integração disciplinar, no qual a pluridisciplinaridade seria o pólo mínimo da integração disciplinar, a transdisciplinaridade o pólo máximo e a interdisciplinaridade o conjunto das múltiplas variações possíveis entre os dois extremos.

Em contextos de instabilidade nos conceitos, Pombo (2003) [58] recorre à etimologia dos prefixos para recordar que *pluri*, *inter* e *trans*, por razões etimológicas da língua que falamos, sustentam inevitavelmente fortes indicações. Com base nessas indicações que, conforme afirma Pombo (2003) [58], pode-se entender a *pluri (ou multi) disciplinaridade* como algo que é dado na sua forma mínima, e que supõe o estabelecer algum tipo de coordenação, numa perspectiva de simples paralelismo de pontos de vista. Já quando se avança no sentido de uma combinação, de uma convergência, de uma complementaridade, isso nos remete à interdisciplinaridade. Finalmente, algo que, quando se aproximasse de um ponto de fusão ou de unificação, fizesse desaparecer a convergência, nos permitisse passar a uma perspectiva holística e, nesse momento, nos permitiria falar enfim de transdisciplinaridade.

O diagrama da figura 1, utilizado por Pombo (2003) [58] expressa, de certo modo,



2003.png

Figura 1 – Diagrama que representa interdisciplinaridade segundo Pombo (2003, p.2) [58]

os elementos convergentes das diferentes acepções dos níveis de interdisciplinaridade apresentadas pelos autores citados.

As definições apresentadas para transdisciplinaridade estão sintetizadas no quadro abaixo.

Definições apresentadas para transdisciplinaridade
Piaget (1972) [56]: a integração global das várias ciências. Caracteriza-se como um sistema total, isto é, sem fronteiras disciplinares.
Berger (1972) [4]: como desenvolvimento de uma axiomática comum a um conjunto de disciplinas.
Japiassú (1976) [39]: um sistema de níveis e objetivos múltiplos, onde a coordenação converge a uma finalidade comum dos sistemas.
Piaget (1976): caracterizava-se como um sistema total, isto é, sem fronteiras disciplinares.
Gadotti (2000) [29]: É entendida como coordenação de todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema de ensino inovado sobre a base de uma axiomática geral, ética, política e antropológica.
Pombo (2003) [58]: Quando se aproximasse de um ponto de fusão ou de unificação, fizesse desaparecer a convergência, nos permitisse passar a uma perspectiva holística.
D'ambrósio em entrevista concedida a Martis (2005) [49]: É pesquisa de respostas aos fatos e fenômenos sem preocupar se tal explicação pertence a esta ou aquela disciplina.
Santos em entrevista concedida a Martis (2005) [49]: É como uma espécie de fusão das diferentes áreas, gerando uma outra capaz de explicar certos problemas numa terceira.

D'ambrósio¹, em entrevista concedida a Martins (2005, p.57) [49], afirma que interdisciplinaridade é uma nova disciplina, que emerge de uma combinação de objetos e

¹ Concedeu entrevista, para o trabalho de dissertação de Martins (2005, p. 57), o Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrósio (PUC-SP).

métodos de cada campo do conhecimento; transdisciplinaridade é pesquisa de respostas aos fatos e fenômenos sem preocupar se tal explicação pertence a esta ou aquela disciplina. Santos², quando submetido à mesma questão em entrevista igualmente concedida a Martins (2005, p.58) [49], explica que

“na interdisciplinaridade é prevista a associação/relacionamento de áreas para explicar/estudar um fenômeno; quais e quantas áreas estariam implicadas depende da natureza da questão em estudo. O processo é mais orgânico porém as disciplinas mantêm sua característica; a transdisciplinaridade é como uma espécie de fusão das diferentes áreas, gerando uma outra capaz de explicar certos problemas numa terceira”.

Capra (1995) [10] e Garcia(1995) [31] concordam que há uma tendência do pensamento moderno que exerce grande influência sobre a sociedade. Trata-se do pensamento holístico, isto é, a necessidade e a busca pelo todo. Segundo Crema (1989) [14] a fase holística representa uma “verdadeira revolução científica e epistemológica”. Garcia (1995) [31] acredita que é resultado da busca do homem por soluções em relação à crise decorrente da fragmentação. Porém Weil (1993) [71], em seus estudos, percebe a diferença entre holismo e transdisciplinaridade, sendo que esta trata do conhecimento humano de bases cognitivas e com características marcadamente científicas, enquanto aquele busca o conhecimento de caráter metafísico.

² Concedeu entrevista, para o trabalho de dissertação de Martins (2005, p. 58), o Prof. Dr. Vinício de Macedo Santos (FE-USP).

Capítulo 3

Interdisciplinaridade: a apropriação pela escola

3.1 A influência da pedagogia tecnicista na escola

Para Fiorentini (1994) [26], o tecnicismo pedagógico é de origem americana que, pretende otimizar os resultados da escola e torná-la “eficiente” e “funcional”, aponta como solução para os problemas do ensino e da aprendizagem o emprego de técnicas especiais de ensino e de administração escolar no Brasil. Essa seria a pedagogia “oficial” do regime militar pós-64 que pretendia inserir a escola nos modelos de racionalização do sistema de produção capitalista.

Conforme afirma Saviani (2006) [66], a pedagogia tecnicista, que ganha força nas décadas de 1960 e 1970 no Brasil, parte do princípio da neutralidade científica e é inspirada nos princípios de racionalidade, eficiência e produtividade. Defende a reordenação do processo educativo de maneira a torná-lo objetivo e operacional. Nessa pedagogia é o trabalhador/professor/aluno que deve se adaptar ao processo de trabalho/sistema de ensino, já que esse foi objetivado e organizado na forma parcelada. As diversas ações de diferentes indivíduos produzem um resultado com o qual nenhum desses sujeitos se identifica e que, ao contrário, lhes é estranho.

Com a pedagogia tecnicista buscou-se pensar a educação como uma estrutura organizada de forma racional capaz de minimizar as ingerências subjetivas que pudessem comprometer sua eficiência. Foi inevitável a proliferação de propostas pedagógicas, dentro da perspectiva da pedagogia tecnicista, tais como o enfoque sistêmico, o microensino, o telensino, a instrução programada, as máquinas de ensinar etc. Enfim, tem-se a uniformização do sistema de ensino a partir de planejamento previamente definidos os quais devem se ajustar às diversas modalidades de disciplinas e práticas pedagógicas (Saviani, 2006) [66].

Saviani (2006) [66] afirma que na pedagogia tecnicista, o foco passa a ser a

organização racional dos meios, ocupando o professor e o aluno posição secundária, relocados à condição de executores de um sistema cuja concepção, planejamento, coordenação e controle ficam nas mãos de especialistas supostamente habilitados, neutros, objetivos, imparciais. A organização é que garante o resultado do processo, compensando e corrigindo as insuficiências do professor e maximizando os efeitos de sua intervenção. Na pedagogia tecnicista pode-se dizer que é o processo que define o que professores e alunos devem fazer e, assim também, quando e como o farão.

A educação, na pedagogia tecnicista, estará cooperando para resolver o problema da marginalidade (para a pedagogia tecnicista o marginalizado é aquele indivíduo ineficiente e improdutivo) na medida em que forma indivíduos eficientes, ou seja, sujeitos hábeis a prestarem suas parcelas de contribuições para o crescimento da produtividade da sociedade. Assim sendo, estará ela realizando sua função de equalização social. Pode-se dizer que o objetivo central da pedagogia tecnicista é o aprender a fazer (Saviani, 2006) [66].

3.2 Um breve olhar na constituição das disciplinas no currículo escolar e algumas tentativas de práticas interdisciplinares na escola

Macedo (1999) [45] diz que a escola, em matriz disciplinar, é resultado da disciplinarização do conhecimento, contudo acrescenta que a maneira como são concebidas as disciplinas escolares tem especificidades, dignas de uma reflexão crítica. As disciplinas não são, em todos os casos, o reflexo, na escola, de campos do saber legitimados em outros setores da sociedade. Se por um lado, o surgimento de uma disciplina no currículo escolar implica no surgimento de um novo campo do conhecimento científico para assim fundamentá-la, de outro lado, nem todo ramo científico é convertido em disciplina que ocupe um lugar na matriz curricular da escola. Segundo Macedo (1999) [45] há um peso histórico sobre essa definição das disciplinas escolares. Os currículos escolares são compostos de uma coleção de disciplinas, sendo alguns campos do saber científico representados e outros não. Os critérios para a seleção dos ramos do saber representados no currículo escolar não são científicos. Se regressarmos, porém, aos anos 30 do século XX, conforme sugere Macedo (1999) [45], veríamos que essa obviedade trata-se de uma construção histórica. A luta dos pioneiros da educação nova para abrir espaços curriculares para as ciências naturais e para valorizar o ensino da matemática revela o quanto são sujeitos a alterações os nossos currículos no decorrer dos anos. Goodson (1993) [33], segundo Macedo (1999) [45], argumenta que a concepção e a permanência de uma disciplina no currículo é resultado de um processo de seleção e de organização do conhecimento escolar para o qual afluem fatores lógicos, epistemológicos, intelectuais, rituais, interesses de hegemonia e de controle, diferenças culturais e questões pessoais.

Goodson (1993) [33] acrescenta ainda que, em sua gênese, uma disciplina escolar procura resolver um problema imediato relacionado ao mundo cotidiano dos alunos. Porém, para consolidar-se no currículo, precisa legitimar-se como área do saber científico, transformando-se em uma disciplina formal e distante da vida prática. A partir de uma leitura do texto de Goodson (1993) [33], Macedo (1999) [45] percebe duas hipóteses dignas de reflexão. A primeira é que não existe correspondência imediata entre disciplinas científicas e escolares; a segunda é que o critério de utilidade é um dos mais fortes na criação de disciplinas escolares, embora não tenha a mesma força quando se trata de sustentar a disciplina dentro do currículo. Macedo (1999) [45] acrescenta que a ideia de utilidade do conhecimento, embora anunciada como fundamental nas reflexões sobre a escolarização, tende a não se converter em realidade.

Macedo (1999) [45] confirma que o conhecimento escolar, organizado em disciplinas, havia se tornado incapaz de atender às questões práticas e vitais para a sociedade de hoje, dentre as quais cita: meio ambiente, ética, educação sexual. Agregada a essa alienação em relação à sociedade, a fragmentação em disciplinas define uma certa uniformidade na escolarização, uma organização rígida e que dificulta a realização de outras atividades que não as aulas tradicionais.

Um dos modelos mais simples, segundo Macedo (1999) [45], de integração disciplinar repousa na visão de que os problemas da realidade ultrapassam os limites de uma especialidade. Nela, um mesmo tema é olhado por diversas disciplinas, em um planejamento integrado. Sobre essa proposta, Macedo (1999) [45] observa a dificuldade de se equacionar a tendência à valorização de determinados campos do saber, frequentemente aqueles de maior prestígio social. Dessa forma a integração é comprometida, na visão dessa mesma autora, pelo domínio de uma ou duas disciplinas que passam a subjugar as demais a sua lógica de argumentação. Outro exemplo citado pela autora são os processos de integração se realizam não por um tema externo, mas pelas próprias intersecções entre diferentes campos do saber. Partilham espaços comuns que precisam ser vistos em conjunto. Dessas inter-relações acabam surgindo novas especialidades acadêmicas na área de intersecção entre os dois ramos do saber. Nesse caso, segundo Macedo (1999) [45], o modelo disciplinar não é superado, uma vez que as *interáreas* criadas apresentam-se como novas disciplinas, estabelecendo-se como tal. A experiência de integração disciplinar mais radical no sentido de superar a estrutura disciplinar da escola, na opinião de Macedo (1999) [45], ficou conhecida como o método de projetos. A diferença fundamental entre um projeto e qualquer outra atividade encontrava-se na finalidade do aluno em resolver o problema planejado. Nesse sentido, a proposta era de organizar o currículo por meio de projetos que contemplam de forma crítica temáticas candentes da sociedade que despertassem interesse para o grupo. Após a problematização de uma situação, os alunos buscariam analisá-la, apropriando-se dos conhecimentos de diferentes campos do saber. Os analistas alertam sobre a natureza fragmentada de um currículo organizado por projetos e sobre o perigo

de que considerações finais tiradas de um projeto sejam incorretamente generalizadas por falta de uma visão mais sintética do conhecimento. Os temas transversais propostos pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura) [6] apresentam-se como mais uma tentativa de relação entre as diversas disciplinas que constituem o currículo, justificando-se pela incapacidade dessas mesmas disciplinas de dar conta da realidade social. Esses temas não são disciplinas, eles devem percorrer todas as disciplinas em virtude de sua relevância social. Segundo Macedo (1999) [45], para que os temas transversais funcionassem como eixo integrador das diferentes áreas do currículo escolar e deste com a realidade social seria necessária uma melhor comunicação entre as áreas e os temas transversais, isto é, a seleção e a organização deveriam ter como base os temas transversais definidos com grande importância na formação do aluno. Portanto, ainda que no enfoque disciplinar, a ciência, recortada em cada disciplina, deveria zelar pela responsabilidade de buscar a prática social concreta o que confirma o sentido da atividade científica.

3.3 O Movimento da Matemática Moderna (MMM) e a influência tecnicista no ensino de matemática

Segundo Valente (2006) [69], o final da Segunda Guerra Mundial representa um marco fundamental para os estudos das alterações trazidas à vida social e a partir da grande evolução científica e tecnológica conquistada durante anos de guerra. No cenário educacional, em especial, emergem movimentos internacionais de reforma, que procuram situar o ensino escolar em sintonia com o desenvolvimento científico que os anos pós-guerra passam a viver. Nesse contexto, os olhares voltam-se para as modificações das disciplinas escolares matemática, física, química e biologia.

O mesmo autor lembra que o contexto do qual estamos tratando refere-se ao período da Guerra Fria. E as ameaças ao bloco ocidental, em matéria de superioridade científica, com as iniciativas precursoras da União Soviética no campo espacial, serviram de argumento maior para que fossem direcionados recursos financeiros para a reorganização do ensino científico.

Então, a partir dos recursos internacionais disponibilizados, são realizados vários congressos, encontros, visitas e estágios, além da criação de grupos de estudos locais e estrangeiros, com a perspectiva de elaboração de um novo ensino de ciências e de matemática. É nesse contexto que surge o MMM (Valente, 2006) [69].

No Brasil o MMM surge, conforme fala Fiorentini (1994) [26], a partir da década de 1950, num contexto de grande mobilização em razão da realização de cinco Congressos Brasileiros de Ensino de Matemática (1955, 1957, 1959, 1961 e 1966). Nesse cenário, a reforma curricular é buscada com a finalidade de atender a uma política de formação a serviço da modernização econômica. O Movimento promove o retorno ao formalismo

matemático só que sob um novo fundamento: as estruturas algébricas e a linguagem formal da matemática contemporânea. As primeiras propostas concretas para a implementação da Matemática Moderna no Brasil surgiram no início da década de 1960.

Com esse movimento, segundo Kline (1976) [40], citado por Fiorentini (1994) [26], destaca-se a abordagem internalista da matemática: a matemática por ela mesma, como auto-suficiente. A precisão no uso da linguagem matemática, o rigor e as justificativas das transformações algébricas por meio das propriedades estruturais eram priorizados.

O ensino permanece consideravelmente autoritário e centrado no professor que expõe/demonstra minuciosamente tudo no quadro-negro. O aluno, geralmente é passivo, precisa reproduzir a linguagem e os raciocínios lógico-estruturais indicados pelo professor (Fiorentini, 1994) [26]. Para Miguel *et al* (1992) [50], conforme Fiorentini (1994) [26] a matemática escolar deixa de exercer tanto o seu papel de formadora da “disciplina mental” como o seu caráter pragmático de ferramenta para resolução de problemas. Destaca a dimensão formativa sob outra perspectiva: mais importante seria a apreensão da estrutura subjacente à aprendizagem de conceitos e as aplicações da matemática. Acreditava-se que isso capacitaria o aluno a aplicar essas formas estruturais de pensamento inteligente aos diversos domínios, dentro e fora da matemática. Assim como já havia ocorrido em outros países, aponta Fiorentini (1994) [26] que os primeiros fracassos apresentados pela prática escolar conduziram os educadores matemáticos brasileiros à busca de apoio em teorias psicológicas como, por exemplo, a de Piaget, Rogers, Bruner, Skinner e Ausubel.

O MMM apesar de estar circunscrito a um movimento mais amplo de transformação da escola e renovação curricular numa conjuntura pós-guerra, não foi possível evitar a aproximação entre esse Movimento e a pedagogia tecnicista caracterizado pelo estudo de Fiorentini (1994) [26]. O mesmo autor fala que o tecnicismo-formalista é resultado dessa aproximação entre o MMM e a pedagogia tecnicista e que por sua vez é notável essa tendência nos livros didáticos desse período. Tecnicista porque valoriza a utilização de técnicas de ensino como, por exemplo, a instrução programada (o ensino individualizado) cujos conteúdos são organizados em passos sequenciais, observando os objetivos instrucionais previamente apresentados que priorizam o treino de habilidades técnicas por meio da resolução de exercícios. É formalista devido à ênfase da matemática pela matemática, suas fórmulas, seus aspectos estruturais, suas definições (iniciando geralmente por elas) com prejuízo da concretude e do processo de construção dos conceitos: dada a sua grande atenção à linguagem, ao uso correto dos símbolos, à precisão, ao rigor, sem se preocupar com os processos que os produzem; porque prioriza o lógico ao psicológico, o formal ao social, o sistemático-estruturado ao histórico; porque trata a matemática como se ela fosse “imparcial” e não tivesse relação com objetivos sociais e políticos.

No decorrer da década de 1970, entretanto, o formal vai cedendo lugar a um caráter mais mecanicista e pragmático. O *tecnicismo-pragmático* busca ensinar a matemática com

um conjunto de técnicas, regras e algoritmos sem grande preocupação em fundamentá-los ou justificá-los. Na verdade, esse tecnicismo mecanicista buscará enfatizar o fazer em detrimento do compreender, refletir e/ou analisar. Nessa corrente pedagógica, a aprendizagem da matemática traduz-se no desenvolvimento de habilidades e atitudes e na fixação de conceitos ou princípios, que pode ocorrer por meio de jogos e outras atividades motivadoras que facilitam a memorização dos fatos e o exercício operante para desenvolver tais habilidades e atitudes. A finalidade do ensino da matemática na tendência tecnicista, portanto, seria, como já foi mencionado, a de desenvolver habilidades e atitudes computacionais e manipulativas, potencializando o aluno para a resolução de exercícios ou de problemas-padrão. Isto porque o tecnicismo, tendo como base o funcionalismo, parte do princípio de que a sociedade é um sistema tecnologicamente perfeito, orgânico e funcional (Fiorentini, 1994) [26].

Na opinião de Fiorentini (1994) [26], enquanto durar essa visão tecnicista de ensino e de avaliação, os métodos paliativos mecanicistas continuarão apresentando-se como “bem-sucedidos” para o sistema, pois o aluno que os frequenta passa a ter “bons resultados” na escola. Nesse contexto, portanto, a função da pesquisa, que visa a melhoria do ensino de matemática, seria desenvolver um tipo de atividade de competência de especialista que, alicerçados em teorias psicológicas e nas educacionais, teriam o encargo de descobrir, experimentar, avaliar e fornecer ao sistema de ensino novas técnicas de ensino de matemática e materiais instrucionais mais eficientes ao desempenho escolar dos alunos.

3.4 Globalização e suas variações no contexto escolar

Antes de se refletir sobre a apropriação do termo globalização, vale observar que o termo aqui utilizado por Hernandez e Ventura refere-se a uma dada forma de considerar a relação entre conhecimentos, numa perspectiva de integração. Entretanto é necessário ressaltar que há o fenômeno da globalização atual ou as formas de globalização atuais para se referir, segundo Boaventura Santos em entrevista cedida a Gandin e Hypólito (2003, pp. 6-7) [30], à forma de organização do capital e aos processos de relação estabelecidos entre nações com emergência de novas formas de colonialismos e de império, e as relações de controle, de dependência/interdependência, inclusão/exclusão econômicas. Embora esse movimento tenha se configurado com maior força, no final do século passado, Boaventura Santos considera que:

“o processo de globalização que hoje assistimos nas suas versões hegemônicas existe pelo menos desde os séculos XV e XVI e está muito ligado às formas de expansão européia, nascimento do capitalismo e tem vindo num crescendo de globalização, expandindo-se cada vez mais a mais áreas geográficas do mundo, incorporando cada vez mais gente e sujeitando à lei de mercado e à lei de valor cada vez um número maior de atividades,

produtos e serviços. Essa forma atual, de alguma maneira é o clímax de todo esse processo e traz com ele a presença de todos esses passados.¹

A dificuldade de criar situações de globalização e as possibilidades de práticas que se justificam com esse conceito, segundo Hernández & Ventura (1998) [36], conduziram a escola a aprofundar e a adotar uma postura sobre essa questão, e também a verificar, via uma pesquisa, se, em realidade, os alunos da escola globalizavam tal e como era esperado pelo professor, ou seja, estabelecendo conexões.

A articulação disciplinar que se apresenta nas escolas, e que se torna patente num currículo oficial por matérias, conforme Hernández & Ventura (1998) [36], normalmente é o resultado de um processo de compartimentação do saber, em consequência da sua acumulação ao longo dos anos. Isso gerou, por exemplo, um diálogo sobre as duas faces da mesma moeda, especialização ou interdisciplinaridade, e que constituiu a base de algumas importantes controvérsias sobre a preponderância e autonomia dos campos do saber.

Na atualidade, a questão sobre a organização dos saberes (disciplinar, cumulativo, interdisciplinar, relacional) é retomada como motivo de debate, mas não só como resultado de alguns avanços epistemológicos, e sim porque, como afirma Gusdof (1982, pp. 39-40) [34], se pretende “uma compensação ou meio de defesa desesperado para preservar, no todo ou em parte, a integração do pensamento”.

Assim sendo, o sentido da globalização se afirma como uma questão que transcende à escola, e que, provavelmente, na modernidade, motivada pelo desenvolvimento das ciências cognitivas, esteja recebendo um novo sentido, focando-se na forma de fazer interagir os diversos saberes, em vez de se preocupar em como levar adiante sua acumulação. Não obstante, o problema não parece ser de competências ou especificidade de saberes, e sim o de como fazer a articulação da aprendizagem individual com os conteúdos das diferentes disciplinas (Hernández & Ventura, 1998) [36].

Globalização é o tema que solicita a convergência de conhecimentos. Sua função articuladora é a de constituir relações compreensivas, que possibilitem novas convergências geradoras. E é mais do que uma atitude interdisciplinar ou transdisciplinar, uma posição que pretende promover o desenvolvimento de um conhecimento relacional como atitude compreensiva das complexidades do próprio conhecimento humano (Hernández & Ventura, 1998) [36].

Isso se complementa com o pensamento do físico Bohm (1987, pp. 24-25) [5], para quem “a experiência e o conhecimento são um só processo” que nos há de conduzir à aceitação da realidade como uma totalidade e não como um fragmento, assim como os indivíduos a estão estruturando para “facilitar sua organização” através dos séculos. Mas,

¹ Entrevista concedida por Boaventura Sousa Santos para o trabalho de Gandin e Hypólito (2003, pp. 6-7) [30]

começar a propor-se o que isso implica, isto é, assumir uma postura inicial, é o que decorre dessa reflexão e marca alguma das linhas nas quais se pode concretizar globalização na educação: a trilha do conhecimento leva à busca e aprofundamento das relações que sejam possivelmente inscritas a um tema, relações procedimentais e disciplinares; mas também do desenvolvimento da capacidade de se propor problemas, de aprender a utilizar fontes de informação contrapostas ou complementares, e saber que todo ponto de chegada constitui em si um novo ponto de partida (Hernández & Ventura, 1998) [36].

Antes de apontar a visão desses autores sobre a globalização, é importante apresentar argumentos que justifiquem o porquê de ser necessário desenvolver propostas globalizadoras ou planejamentos interdisciplinares nos processos de aprendizagens escolares.

1. Em primeiro lugar, existe uma argumentação sociológica em consequência, da necessidade de adaptação da escola às mais variadas fontes de informação que veiculam os conhecimentos que se deve “saber para preparar-se para a vida”. A impossibilidade de “conhecer tudo” acarretou a necessidade de aprender como se relaciona o que se conhece, e a firmar sua vinculação com o que o aluno pode vir a conhecer (Hernández & Ventura, 1998) [36].

2. Considerando o que já foi dito anteriormente podemos chegar a uma nova argumentação, de ordem psicológica, que se apoia em algumas das perspectivas atuais sobre o aprender, principalmente daquelas que tendem a favorecer a criação de contextos de ensino que, partindo dos níveis de desenvolvimento dos alunos, lhes mostre situações de aprendizagem caracterizadas por possuir um significado e ser funcional, de maneira que cada estudante possa “aprender a aprender”. Isto é, que seja “capaz de realizar aprendizagens significativas por si só numa ampla gama de situações e circunstâncias”(Coll, 1986) [12].

3. Contudo a principal argumentação não se reside nas propostas sociológicas ou psicológicas, e sim num terceiro aspecto que faz menção a uma visão interdisciplinar na prática didática. Essa necessidade globalizadora se reflete na atividade do docente que deseja a “organização de aprendizagens em torno de temas diversos, chamados também de centros de interesse, unidades didáticas ou núcleos temáticos, que deverão interessar às crianças e, inclusive, serem sugeridos por elas” (Riera & Vilarrubias, 1986) [62], atividade que aspira, afirmam esses autores, “chegar a obter o conhecimento de um tema desde múltiplas perspectivas”. Entretanto, essa proposta estabelece dúvidas na prática. Essa proposta globalizadora, de um ponto de vista didático, mostra-se limitada, além do mais se é o professor quem resolve o que se vai aprender e quais fontes de informação serão utilizadas, e não confronta a situação de cada grupo e cada indivíduo no interior da sala de aula, partindo de sua própria evolução.

Pelo que foi discutido, conforme Hernández & Ventura (1998) [36], o objetivo da globalização resume-se em que o aluno realize conexões com vários aspectos de seus conhecimentos anteriores enquanto que, ao próprio tempo, vai agregando novos conhecimentos significativos, não deixa de ser, acima de tudo, um marco de reflexão teórica útil sobre o aprender, reflexão que foi evidenciada em diversas situações no período do processo de inovação, no qual se manifestou que essa integração dos conhecimentos torna-se difícil de organizar didaticamente e exige uma atitude de investigação maleável por parte do professorado, com vistas a detectar se é compreendida pelos alunos na complexa vida cotidiana da sala de aula.

Segundo Hernández & Ventura (1998) [36], deve-se levar em conta que, quando se fala de globalização, ocorre, como com outros temas, uma ambiguidade, e, portanto a maneira de entendê-la difere notavelmente segundo o caso que se observe e segundo quem o tenha desenvolvido. Os autores detectam pelo menos três sentidos diferentes: somatório de matérias, interdisciplinaridade e estrutura de aprendizagem.

A globalização como *somatório de matérias* ocorre quando o docente parte de um tema qualquer, escolhido por ele ou pela turma, e propõe aos alunos algumas relações. Para tanto, vai fazendo convergir diferentes conteúdos de várias matérias em torno do tema escolhido. Por exemplo, no tema a Revolução Industrial, os exercícios de linguagem e os enunciados dos problemas matemáticos terão como enunciado essa temática histórica. Nessa concepção da globalização, é o professor ou a situação que estabelece as conexões disciplinares. No entanto, essa convergência é um episódio, um esforço circunstancial que pouco tem a ver com a estrutura das disciplinas ou com um enfoque da aprendizagem que dote os estudantes de recursos e procedimentos para aprender (Hernández & Ventura, 1998) [36].

Ainda de acordo com Hernández & Ventura (1998) [36], a globalização a partir da *interdisciplinaridade* considera o interesse do professorado de diferentes disciplinas em trabalhar em grupo e em possibilitar que os alunos encontrem as relações entre os temas. A diferença fundamental em relação à concepção anterior é que o sentido de sumário se amplia e a intenção relacional aumenta. Por outro lado, se vai além das propostas individuais, já que se deve produzir a convergência de um grupo de docentes para estabelecer, em conjunto, um tema. Cada professor apresenta sua visão do tema, e o estudante volta a encontrar-se com a ideia de que globalizar seja somar informação disciplinar, ainda que gire em torno de um mesmo enunciado. Sendo assim, não se estabelece como o aluno realizará as conexões que supostamente vai aprender e se realmente encontrará a inter-relação que o professor lhe coloca. Essa visão da globalização origina-se do esforço e dos conhecimentos do professorado; a divisão disciplinar prevalece e oferece uma superestrutura organizativa que pretende oferecer aos estudantes uma visão integrada do tema que se aborda, com o objetivo de que percebam a relação entre os campos do saber para que, assim, tenham

acesso à realidade dos problemas.

Os mesmos autores entendem e assumem a globalização como *estrutura da aprendizagem*, que se fundamenta nas referências mostradas pela proposta construtivista da aprendizagem e no desenvolvimento de um ensino para a compreensão baseada em relações estruturais e críticas entre as diferentes fontes de informação que encaminha e recebe o estudante.

A aprendizagem para a compreensão implica que os estudantes levem adiante tarefas reconstrutivas, reconstrutivas globais e construtivas com a informação a qual têm acesso na sala de aula. A compreensão reconstrutiva admite a capacidade de compreender uma informação apresentada em termos dos conceitos e ideias a que se refere. A compreensão reconstrutiva global implica a capacidade de localizar a informação no marco das ideias-chave e procedimentos que estruturam uma disciplina de pensamento. A compreensão construtiva implica a proposição de novas questões à informação e construção de significados novos e originais a partir dela (Hernández & Ventura, 1998) [36].

Segundo Hernández & Ventura (1998) [36] esse enfoque se fundamenta na premissa psicopedagógica de que, para tornar significativo um novo conhecimento, é preciso que se estabeleça algum tipo de relação com os que o indivíduo já possui, com seus esquemas internos e externos de referência, ou com as hipóteses que possam estabelecer sobre o problema ou tema, tendo presente, que cada aluno pode ter concepções errôneas que devem ser conhecidas para que se construa um processo adequado de ensino-aprendizagem. Destaca-se a função que, por um lado, se outorga, na hora de ensinar, a toda sequência de aprendizagem que os alunos irão realizar e a interpretação significativa que o docente fará de suas respostas. Por outro lado, se concede um valor especial às inter-relações comunicativas que se consolidam entre as intenções, recursos e atividades apresentadas pelos professores, e às conexões que, a partir de seus conhecimentos iniciais, cada estudante possa chegar a estabelecer.

Uma perspectiva de globalização que pretenda atingir esse objetivo requer que o tema ou o problema abordado em sala de aula seja o fator no qual convergem os conhecimentos que respondam às necessidades de relação que o aluno pode estabelecer e o docente vá interpretar. Isso requer do professor, uma atitude de flexibilidade frente à descoberta dos conhecimentos que vão conformando as respostas ou dúvidas dos estudantes diante do tema proposto. Essa proposta pretende desenvolver no estudante um senso, uma atitude, uma forma de comunicar-se com a nova informação a partir da apropriação de estratégias procedimentais, que permita que sua aprendizagem vá adquirindo um valor relacional e compreensível. Tal intenção apresenta-se como a mais adequada se o que se pretende é aproximar-se à complexidade do conhecimento e da realidade e adequar-se com um certo nível de flexibilidade às mudanças sociais e culturais (Hernández & Ventura, 1998) [36].

3.5 Matemática, Interdisciplinaridade e Currículos

BRASIL (2013) [9] afirma que a transversalidade é vista como uma maneira de organizar a prática didático-pedagógica em que temas, eixos temáticos são incorporados às disciplinas e/ou às áreas conhecidas como tradicionais de forma a estarem presentes em todas elas. A transversalidade distingue-se da interdisciplinaridade e complementam-se; ambas refutam a ideia de conhecimento que considera a realidade como algo sólido, pronto e fechado. A primeira se refere ao contexto didático-pedagógico e a segunda, ao tratamento epistemológico dos objetos de conhecimento. A transversalidade aponta para a necessidade de se incluir, na prática metodológica, uma comparação entre adquirir conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade - contextualização). Numa compreensão interdisciplinar do conhecimento, a transversalidade tem sentido, tornando-se uma alternativa didática que possibilita uma forma integrada de abordar os saberes escolares. Assim, considera-se a gestão do conhecimento partindo do pressuposto de que os sujeitos são aqueles que problematizam e questionam, e, além disso, buscam procedimentos interdisciplinares capazes de provocar o diálogo entre os sujeitos, as ciências, os saberes e temas .

A abordagem interdisciplinar é, portanto, a que promove a prática da transversalidade, resultando em caminhos facilitadores da integração da formação dos estudantes, pois ainda possibilita a sua participação na seleção dos temas prioritários. Nessa visão, a interdisciplinaridade e a prática da transversalidade ou do trabalho pedagógico centrado em eixos temáticos, estruturados em redes de conhecimento, favorecem com que a escola consiga tornar os seus sujeitos conscientes de seus direitos e deveres e da chance de aprenderem a criar novos direitos, de forma conjunta. De qualquer maneira, esse trajeto é possibilitado a partir da escolha de temas entre eles o dos direitos humanos, indicados a serem abordados durante o desenvolvimento de componentes curriculares com os quais guardam grande ou considerável relação temática, em função de prescrição definida pelos órgãos do sistema educativo ou pela comunidade educacional, respeitadas as características próprias da etapa da Educação Básica que a justifica (BRASIL, 2013) [9].

Idealizar a gestão do conhecimento escolar acrescida pela escolha de temas a serem abordados na perspectiva transversal reclama da comunidade educativa que os princípios e finalidades da educação sejam claros, além do contexto, em que as escolas, formadas por diferentes representantes da sociedade local, se acham inseridas. Para isso, o planejamento do pedagógico comprometido de modo sistemático e integrado é ingrediente necessário à organicidade, sequencialidade e articulação do conjunto das aprendizagens perspectivadas, o que requer a participação de todos os sujeitos. Parte-se, pois, do pressuposto de que, para ser tratada transversalmente, a temática atravessa, cria vínculos, acrescenta ou complementa temas e/ou atividades trabalhadas por componentes curriculares, eixos ou áreas do conhecimento (BRASIL, 2013) [9].

Nesse sentido, cada estrutura educacional pode delegar à comunidade escolar liberdade para a escolha dos temas a serem trabalhados e situá-los nos âmbitos curriculares assim destinados, e também a maneira que será tratado na transversalidade. Para que sejam implantadas com sucesso, é primordial que as abordagens interdisciplinares sejam prescritas no projeto político-pedagógico, mediante compromisso firmado entre os educadores envolvidos, responsabilizando-se pela concepção e implementação deste documento na escola, planejando, avaliando as etapas reorientando o trabalho pedagógico de todos, envolvendo as famílias, a comunidade, os órgãos responsáveis pela observância do disposto em lei (BRASIL, 2013) [9].

BRASIL (1998) [6] aponta que vários professores consideram a possibilidade de trabalhar com situações do cotidiano ou de outras áreas do currículo somente depois de os conhecimentos matemáticos envolvidos terem sido consideravelmente estudados pelos alunos. Como a estrutura curricular influencia de maneira que a abordagem do conteúdo seja linear e hierarquizada, em função de sua complexidade, os alunos ficam restritos a poucas oportunidades de explorar tais conteúdos em contextos mais amplos. As situações-problema eventualmente são colocadas aos alunos numa perspectiva contextualizada para o desenvolvimento do conhecimento. Essa organização linear e inflexível dos conteúdos, que vem sendo sustentada tradicionalmente na organização do ensino de matemática, constitui-se como um dos grandes obstáculos que impedem os docentes de mudarem sua prática pedagógica numa direção que privilegie o recurso da resolução de problemas e a participação ativa do aluno. Porém, de acordo com BRASIL (1998) [6], isso pode ser rompido se o professor se dispuser a incluir no seu planejamento algumas conexões entre os conteúdos matemáticos. Para que essas conexões sejam implementadas, é necessário, ao construir o planejamento, definir os objetivos que se deseja alcançar, selecionar os conteúdos a serem abordados, planejar as conexões entre os conteúdos, propor as situações-problema que irão desencadeá-los. BRASIL (1998) [6] chama a atenção para a importância que as conexões definidas estejam em consonância com os eixos temáticos das outras áreas do currículo e também com os temas transversais.

BRASIL (1998) [6] afirmam que os conteúdos do bloco *tratamento da informação* podem ser explorados em forma de projetos com amplitude maior, de natureza *interdisciplinar*, que integrem conteúdos de outras áreas do currículo, como a *história* e a *geografia*, além da matemática e os temas como *saúde* e *meio ambiente*. O tema *trabalho e consumo*, aparece como sugestão, em BRASIL (1998) [6], devido ao poder de articulação que permite qualquer um desses projetos, uma vez que esse assunto é de grande motivação para os alunos, principalmente os de quarto ciclo, pois é a faixa etária onde começam a tomar algumas decisões em relação ao seu direcionamento profissional.

Outra sugestão é apresentada em BRASIL (1998) [6] para uma abordagem explorando os processos estatísticos e probabilísticos a partir da leitura e discussão das

informações que aparecem nos jornais. Assuntos que abordam os temas como economia, política, esportes, educação, saúde, alimentação, moradia, meteorologia, pesquisas de opinião, entre outros, geralmente são apresentados por meio de diferentes representações gráficas: tabelas, diagramas e fluxogramas, gráficos (barras, setores, linhas, pictóricos, histogramas e polígonos de frequência). Além disso, tais assuntos podem despertar o interesse dos alunos via questões sociais e também com contextos significativos para a aprendizagem dos conceitos e procedimentos matemáticos neles envolvidos. Constituem-se também num campo de *integração* com os conteúdos de outras áreas do currículo, como os das *ciências sociais e naturais* e, em particular, com as questões tratadas pelos *temas transversais* (BRASIL, 1998) [6].

A perspectiva ambiental, é também sugerida em BRASIL (1998) [6] e consiste num modo de ver o mundo onde as *inter-relações* são evidenciadas e ainda, a interdependência dos diversos elementos na constituição e manutenção da vida neste planeta. Em BRASIL (1998) [6], essa perspectiva permite apresentar a necessidade de um trabalho associado aos princípios da dignidade do ser humano, da participação, co-responsabilidade, solidariedade, equidade. E a necessidade de se estender o respeito e o compromisso com a vida – para além dos seres humanos – a todos os seres vivos. A compreensão das questões ambientais pode ser beneficiada pela organização de um trabalho interdisciplinar em que a matemática esteja inserida. A quantificação de aspectos envolvidos em problemas ambientais contribui para uma visão mais clara deles, possibilitando tomar decisões e realizar intervenções necessárias.

SÃO PAULO (1994, p. 15) [65] tem entre as recomendações metodológicas para o ensino da disciplina matemática a citação: “– o ensino de matemática não deve processar-se isoladamente dentro do currículo, uma vez que a maior parte dos problemas que os alunos são levados a resolver é de natureza interdisciplinar”.

ESPÍRITO SANTO (2008) [20] destaca o trabalho com projetos, em consonância com a resolução de problemas, tendo como frente comum a postura ativa do professor e dos alunos diante de questões investigativas trabalhadas em sala de aula. Além disso, os projetos oportunizam a prática da interdisciplinaridade, quando se estabelece as relações entre os diversos ramos do saber, além de possibilitar a relação intradisciplinar da Matemática. Outra vantagem é a oportunidade de seleção de projetos envolvendo temas transversais que representam o interesse da comunidade, e que contribuam com o despertar do aluno para as situações-problema do contexto social e cultural, além de oportunizar ações que até podem, além de entender, modificar esse contexto.

BRASIL (2012) [8] afirma que o currículo deve contemplar as quatro áreas do conhecimento (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas), com metodologia tal que explore a contextualização e a interdisciplinaridade ou formas diversas de interação e articulação entre diferentes áreas do conhecimento científico. O mesmo

documento, BRASIL (2012) [8], acrescenta que a disposição por áreas de conhecimento não reduz nem anula componentes curriculares com especificidades e saberes próprios construídos e sistematizados, mas provoca o fortalecimento das relações entre eles e a sua contextualização para compreender e intervir na realidade, requerendo planejamento e execução conjugados e cooperativos dos seus professores. Para BRASIL (2012) [8] o Ensino Médio, etapa conclusiva da Educação Básica, deve assegurar a função formativa nas modalidades em que é ofertado e em forma organizada de maneira que:

- I. os componentes curriculares que integram as áreas de conhecimento podem ser tratados ou como disciplinas, sempre de forma integrada, ou como unidades de estudos, módulos, atividades, práticas e projetos contextualizados e interdisciplinares ou diversamente articuladores de saberes, desenvolvimento transversal de temas ou outras formas de organização;
- II. os componentes curriculares devem propiciar a apropriação de conceitos e categorias básicas, e não o acúmulo de informações e conhecimentos, estabelecendo um conjunto necessário de saberes integrados e significativos;
- III. a interdisciplinaridade e a contextualização devem assegurar a transversalidade do conhecimento de diferentes componentes curriculares, propiciando a interlocução entre os saberes e os diferentes campos do conhecimento. (BRASIL, 2012, p.6) [8]."

BRASIL (1999) [7] aponta a necessidade da convergência de toda a comunidade escolar em torno de um projeto pedagógico que faça a articulação não só das disciplinas de cada área, mas também de todas as áreas, tendo em foco como objetivos educacionais da escola, a qualificação e promoção de todos os alunos. De acordo com BRASIL (1999) [7], no nível médio, esses objetivos compreendem, de um lado, o aprofundamento dos saberes disciplinares em biologia, física, química e matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, com metas formativas próprias, até mesmo com tratamentos didáticos específicos. De outro lado, envolvem a articulação interdisciplinar desses saberes, propiciada por diversas circunstâncias, dentre as quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, inerentes a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora. Observa-se que, ainda segundo BRASIL (1999) [7], a interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático não dissolve nem cancela a indiscutível estrutura disciplinar do conhecimento. Dado o grau de especificidade presente nas distintas ciências, em parte também nas tecnologias associadas, é reservado ao Ensino Médio devido à dificuldade de se aprender no Ensino Fundamental. Além disso, o conhecimento científico disciplinar já é uma cultura tão consolidada, que sua presença na Educação Básica e, conseqüentemente, no Ensino Médio, é indiscutível. Vale lembrar que, paralelamente à demarcação disciplinar, BRASIL (1999) [7] recomenda que é necessário desenvolver uma articulação interdisciplinar, de forma a conduzir organicamente o aprendizado esperado. A interdisciplinaridade possui uma variedade de sentidos e de dimensões que podem se confundir, mas são todos importantes (DEMO, 1998) [16].

Assim, a consciência deste caráter quer seja interdisciplinar, ou transdisciplinar, numa ótica sistêmica, sem cancelar o caráter disciplinar do conhecimento científico mas complementado-o, conduz à percepção da inter-relação entre os fenômenos, importante para boa parte das tecnologias, para a compreensão da problemática ambiental e para a construção de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural, como alguém que pode intervir e transformar este meio. Devido a isso, o aprendizado deve ser planejado desde uma perspectiva que seja ao mesmo tempo multidisciplinar e interdisciplinar, isto é, os assuntos devem ser apresentados e trabalhados desde uma compreensão global, articulando as competências que serão desenvolvidas em cada disciplina e no conjunto de disciplinas, em cada área e no conjunto das áreas. Ainda dentro de cada disciplina, uma perspectiva mais abrangente pode transcender as fronteiras disciplinares. Dentre as competências e habilidades a serem desenvolvidas, no contexto das disciplinas em geral colocadas por BRASIL (1999, p.12) [7] encontramos: a capacidade de “articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar”. Com relação aos objetivos do ensino da matemática no nível médio, descritos em BRASIL (1999, p.42) [7], pode-se observar: o “estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo”.

Nota-se que não basta revermos a forma ou metodologia de ensino, se insistirmos em manter o conhecimento matemático restrito à informação, com as definições e os exemplos, e os exercícios de aplicação ou fixação. Pois, se os conceitos são apresentados de forma isolada, ainda de forma completa e aprofundada, não se garante que o aluno estabeleça algum sentido para as ideias fragmentadas e desconectadas umas das outras. A recomendação de BRASIL (1999) [7] quanto à organização curricular é que se utilize como critério central a *contextualização* e a *interdisciplinaridade*, ou seja, um tema, em potencial, que permita a realização de conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou, ainda, a importância cultural do tema, tanto com respeito às suas aplicações dentro ou fora da matemática, como à sua relevância histórica no desenvolvimento da própria ciência.

É importante salientar que o conceito de “contextualização” merece um estudo tão detalhado quanto esse trabalho fez para o de “interdisciplinaridade”. Não sendo o objetivo desse trabalho, aqui ele é citado sem grandes aprofundamentos.

BRASIL (1999) [7] delinea competências e habilidades a serem desenvolvidas por meio da disciplina de matemática das quais se pode destacar: a capacidade de utilizar a matemática na interpretação e intervenção do real utilizando-se, para isso, dos conhecimentos e métodos matemáticos em tais situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.

Capítulo 4

Interdisciplinaridade em sala de aula

4.1 A matemática dos movimentos da física.

A atividade proposta tem base no texto de Luz (2005) [44].

As relações entre a matemática e a física são de mútua cooperação e de longa data. Quando olhamos a história da ciência e a história da matemática encontramos esses pontos de contato sendo estabelecidos de maneira que é difícil olhar minuciosamente um fenômeno físico sem lembrar-se do apoio de conceitos matemáticos que contribuem para uma análise mais cuidadosa.

Note o exemplo do movimento retilíneo uniforme (MRU). Se um automóvel desloca-se em velocidade constante de 60 km/h ao longo de uma trajetória retilínea pode-se conjecturar um determinado comportamento nesse movimento.

A velocidade é constante é $v = 60 \text{ km/h}$. O significado dessa velocidade está expresso no quadro abaixo. Se em uma hora o automóvel percorre uma distância de 60 km então:

Tempo decorrido	Distância Percorrida	Cálculo da Distância
1 h	60 km	1×60
2 h	120 km	2×60
3 h	180 km	3×60
4 h	240 km	4×60
-	-	-
10 h	600 km	10×60
t	d	$t \times 60$

Onde a velocidade representamos por v , o tempo por t e a distância por d .

Sobre a Proporção Matemática

" Teorema Fundamental da Proporcionalidade (TFP)

Seja $f: \mathbb{R} \Rightarrow \mathbb{R}$ uma função crescente. As seguintes afirmações são equivalentes:

$$(i) f(nx) = nf(x) \quad \forall n \in \mathbb{Z} \text{ e } \forall x \in \mathbb{R}.$$

$$(ii) \text{ Pondo } a = f(1) \text{ tem-se } f(x) = ax \quad \forall x \in \mathbb{R}.$$

$$(iii) f(x + y) = f(x) + f(y) \text{ para quaisquer } x, y \in \mathbb{R} \text{ (LIMA et al, 2012) [42]."}.$$

Uma das consequências deste teorema é observada por meio do desenvolvimento da relação $y = f(x) = cx$ da seguinte maneira:

Proporção Direta

Considere x_1, x_2, y_1 e y_2 valores distintos de \mathbb{R} tais que $y_1 = cx_1$ e $y_2 = cx_2$ para algum $c \in \mathbb{Z}$.

$$y_1 = cx_1 \implies c = \frac{y_1}{x_1}$$

$$y_2 = cx_2 \implies c = \frac{y_2}{x_2}$$

$\frac{y_1}{x_1} = \frac{y_2}{x_2} = c$. Logo, na **proporção direta** a razão entre as grandezas relacionadas por f é constante.

Proporção Inversa

Considere x_1, x_2, y_1 e y_2 valores distintos de \mathbb{R}^* , por ser proporção inversa os valores de x e y não podem ser nulos, tais que $f(cx) = \frac{f(x)}{c}$ para algum $c \in \mathbb{R}^*$.

Da definição temos que $f(1) = c$ e $f(cx) = \frac{f(x)}{c}$

$$1 = cx \implies \frac{1}{x} = c \quad (i)$$

$$c = \frac{f(x)}{c} \quad (ii)$$

Substituindo (i) em (ii) temos

$$c = \frac{f(x)}{\frac{1}{x}} \implies c = f(x) \cdot x$$

Logo, na **proporção inversa** o produto entre as grandezas relacionadas por f é constante.

Assim, retomando o problema original do movimento, podemos dizer que d é proporcional a t e escrever $d(t) = v \times t$ como expressão que calcula a distância percorrida. Desenvolvendo algebricamente esta expressão podemos ter

$$d = v \times t$$
$$v = \frac{d}{t}$$

Nota-se que o conceito de velocidade é possível dado o conceito matemático de proporcionalidade:

Da equação $d = v \times t \implies \frac{d}{t} = v$.

Observação sobre o conceito de velocidade:

A velocidade é um conceito que é consequência da relação entre as grandezas d e t . Conforme já revisamos aqui o conceito de velocidade resulta da razão $\frac{d}{t}$ e sem este conceito de matemática, o de razão, o conceito de velocidade, conforme enunciado aqui, não seria possível.

Esse modelo matemático nos permite um estudo detalhado da relação entre essas grandezas.

i) A relação de proporção entre as grandezas envolvidas.

1. O que acontece com a velocidade se a distância aumenta, fixado o tempo?
2. De acordo com sua resposta na questão 1 as grandezas de velocidade e distância são _____ proporcionais.
3. O que acontece com a velocidade se aumentar o tempo fixada a distância?
4. De acordo com sua resposta na questão 3, as grandezas de velocidade e tempo são _____ proporcionais.
5. Sobre as propriedades das proporções podemos lembrar que nas grandezas diretamente proporcionais a _____ entre elas é constante. Já nas grandezas inversamente proporcionais o _____ entre elas é constante.

ii) Estudando-se o modelo matemático para a relação entre as grandezas de distância, dada em quilômetros, e tempo, dado em horas, no Movimento Retilíneo Uniforme, encontra-se uma aproximação pela função linear, cuja lei pode ser definida por $d(t) = 60t$. Baseado nesta lei, pode-se realizar um estudo do gráfico que representa o movimento já descrito. Analisando-se o gráfico pede-se:

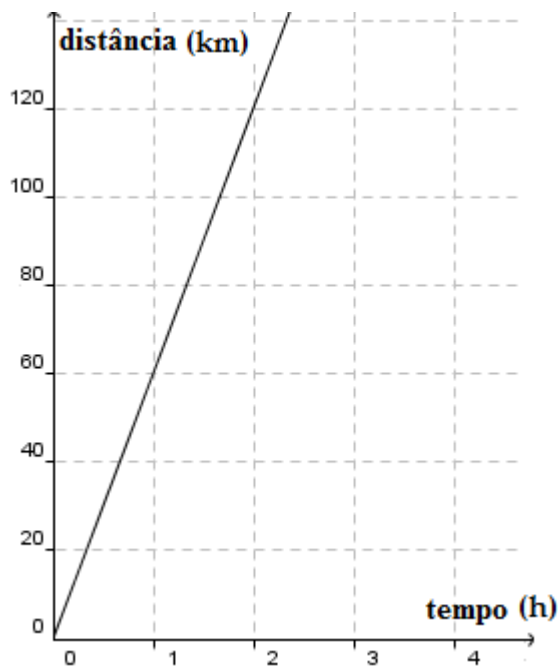


Figura 2 – Gráfico da função $d(t) = 60t$.

1. O que representa a razão entre a variação da posição e a variação do tempo no gráfico da função $d(t) = 60t$?
2. Os pontos que compõem o gráfico pertencem a qual tipo de função?

iii) Ao Analisar-se o modelo matemático para a relação entre as grandezas de velocidade, dada em quilômetros por hora, e tempo, dado em horas, no Movimento Retilíneo Uniforme, cuja lei pode ser definida por $v(t) = 60$. Por meio desta lei, pode-se realizar um estudo do gráfico que representa o movimento já descrito. Analisando-se o gráfico pede-se:

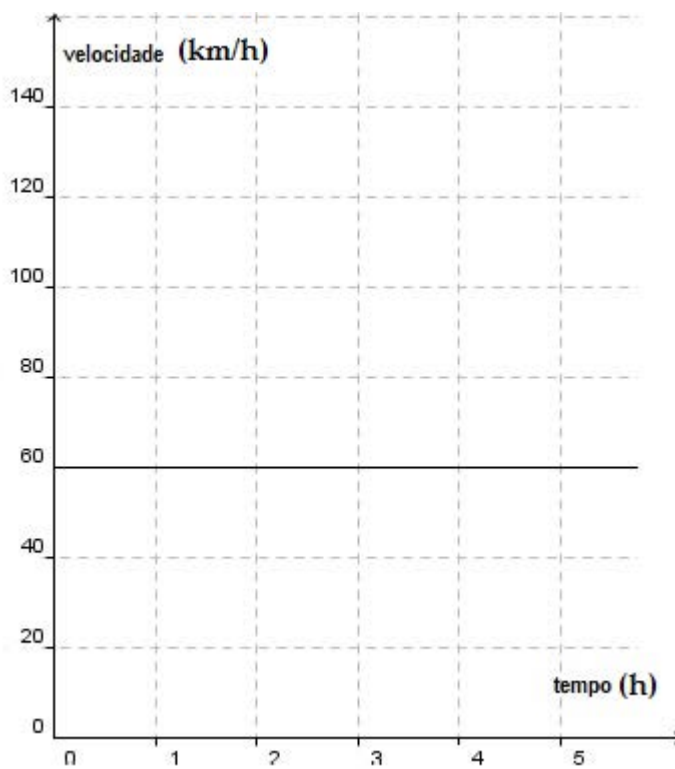


Figura 3 – Gráfico da função $v(t) = 60$.

1. A lei que define a relação é o modelo matemático de qual tipo de função?
2. Considerando que a distância percorrida é numericamente igual à área delimitada entre o gráfico e o eixo das abscissas e, portanto a área do retângulo, determine a distância percorrida até o instante $t = 5h$.
3. Quanto vale a área até $t = 3h$?

4.2 A matemática da Primeira Lei de Ohm.

Luz (2005) [44] relata que a primeira lei de Ohm, $U = r.i$, decorre do fato em que uma corrente atravessa um condutor, considerado ôhmico, onde U é DDP, isto é a diferença de potencial nos pólos da bateria, medido em V (volt); r é, a resistência elétrica equivalente no circuito, medido em Ω (Ohm) e i , corrente elétrica, medido em A (amperes).

Como se trata de uma relação de proporcionalidade¹ vale lembrar o que a matemática nos fala sobre este conceito.

Considere o circuito elétrico abaixo. O valor da resistência é de 30Ω . Então pela Lei de Ohm: $U = 30i$.

Pode-se escrever $U = r.i = i.r$ como expressão que calcula a ddp entre os pólos do terminal de um circuito fechado. Do desenvolvimento desta expressão encontramos

$$U = r.i \implies \frac{U}{r} = i.$$

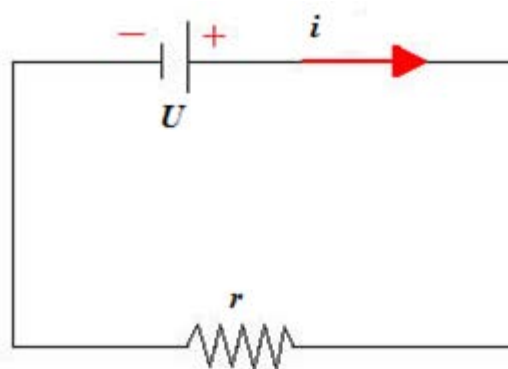


Figura 4 – Circuito Elétrico Simples.

Observação sobre o conceito de corrente elétrica:

A corrente elétrica é um conceito que é consequência da relação entre as grandezas U e r . Conforme a Lei de Ohm estabelece o conceito de corrente elétrica resulta da relação $\frac{U}{r}$ e sem este conceito de matemática, o de razão, o conceito de corrente elétrica, conforme enunciado aqui, não seria possível. Note que há uma relação de dependência da física em relação à matemática.

¹ O tratamento matemático sobre o Teorema Fundamental da Proporção já foi dado na seção 4.1

i) Estudo dessa relação como uma função, denotaríamos $U(i) = 30i$ e pode-se fazer um estudo do gráfico para esta função:

U - DDP (V)	Corrente(A), $i(U) = \frac{U}{30}$
15	$\frac{15}{30} = 0,5$
30	$\frac{30}{30} = 1,0$
45	$\frac{45}{30} = 1,5$
60	$\frac{60}{30} = 2,0$
75	$\frac{75}{30} = 2,5$

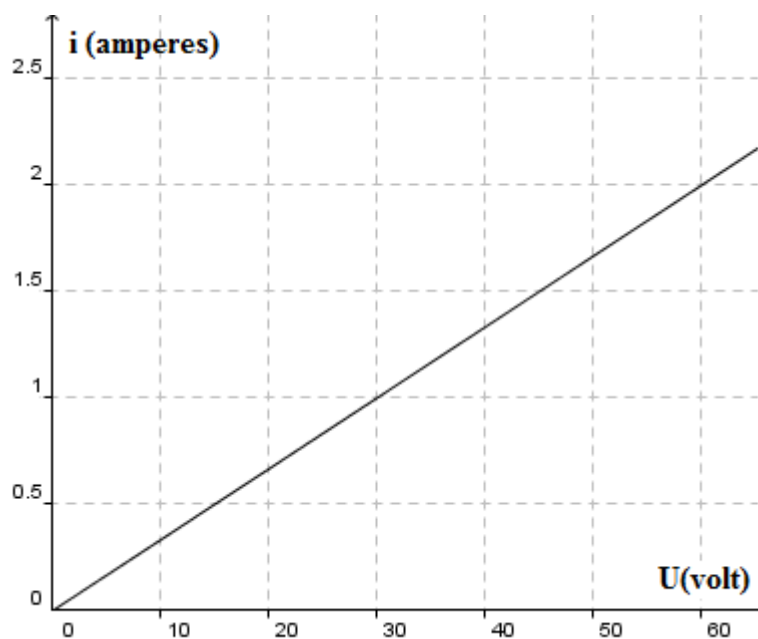


Figura 5 – Gráfico da função $i(U) = \frac{U}{30}$.

1. Os pontos desse modelo matemático pertencem a qual tipo de função?
2. Qual é o significado da razão entre a variação da tensão e a variação da corrente?
3. Qual é o significado da razão entre a variação da corrente elétrica e a variação da tensão?
4. Qual tipo de relação de proporcionalidade existe entre U e i ? E entre r e i ?

4.3 A matemática e a dilatação de sólidos.

Como as medidas de um corpo aumentam quando aumentamos a sua temperatura. Os corpos, quer sejam sólidos, líquidos ou gasosos, dilatam-se quando sua temperatura aumenta (Luz, 2005) [44].

Lembro-me ainda de quando criança perguntar ao meu pai por que existiam aquelas “junções” nas pontes. Sua resposta leiga era simples: se uma dilatação ocorrer nas partes das pontes sua estrutura não sofrerá trincas.

No modelo da dilatação linear, isto é, no comprimento de uma barra metálica consideramos, por exemplo, que seja L_0 o comprimento inicial da barra, à temperatura t_0 . Elevando-se a temperatura da barra para t , o seu comprimento passa a ser L . Então, uma variação de temperatura $\Delta t = t - t_0$, provocou uma dilatação $\Delta L = L - L_0$ no comprimento da barra. Depois de realizadas sucessivas experiências nota-se uma *proporção direta* entre a variação do comprimento e a variação da temperatura e que podemos calcular essa dilatação pela relação $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta t$ (função linear) onde α é o coeficiente de dilatação linear do material da barra. Realizando um desenvolvimento algébrico dessa relação encontramos $L = L_0 + L_0 \times \alpha \times \Delta t$ (função afim). O coeficiente de dilatação linear depende do material.

Como se trata de uma relação de proporcionalidade² vale lembrar o que a matemática nos fala sobre este conceito.

A função linear, conhecida pelo modelo $f(x) = cx$ com c, x e $y = f(x) \in \mathbb{R}$, é o modelo matemático para os problemas de proporcionalidade. [42]

Teorema da Função Afim

Conforme nos registra (Lima, 2012) [42], seja $f : \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}$ uma função monótona injetiva. Se o acréscimo $f(x + h) - f(x) = \varphi(h)$ depender apenas de h , mas não de x , então f é uma função afim.

\Rightarrow Consideremos a hipótese da função f ser crescente. Logo $\varphi : \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}$ será também crescente, com $\varphi(0) = 0$. E ainda para quaisquer valores de h e k podemos escrever

$$\begin{aligned}\varphi(h + k) &= f(x + h + k) - f(x) \\ \varphi(h + k) &= f((x + k) + h) - f(x + k) + f(x + k) - f(x) \\ \varphi(h + k) &= \varphi(h) + \varphi(k)\end{aligned}$$

Assim pelo Teorema Fundamental da Proporcionalidade:

$$c = \varphi(1) \implies \varphi(h) = c.h, \forall h \in \mathbb{R}$$

² O tratamento matemático sobre o Teorema Fundamental da Proporção já foi dado na seção 4.1

Assim, dizemos que $f(x+h) - f(x) = c.h$. Se $f(0) = b$, então $f(h) = c.h + b$, isto é, $f(x) = c.x + b$ para todo $x \in \mathbb{R}$.

\Leftarrow Sendo $f(x) = c.x + b$ logo $f(x+h) - f(x) = c.h$ não depende de x .

No contexto da caracterização da função afim no modelo $f(x) = c.x + b$, c assume significado de taxa de variação e b o de valor inicial.

Retomando-se o problema original e levando-se em conta as duas equações $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta t$, usada para o cálculo da dilatação e $L = L_0 + L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$, usada para o cálculo do comprimento final, estudemos o seu comportamento pelos exemplos abaixo.

Exemplo 1: (Adaptada - UEL – PR) O coeficiente de dilatação linear do aço é de $\alpha_a = 1,1 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Os trilhos em uma via férrea têm comprimento de 12m cada um na temperatura de 0°C . Sabendo-se que a temperatura máxima da região é de 40°C :

- Construa o gráfico que relaciona a dilatação com a variação da temperatura ($\Delta L \times \Delta t$).
- Os pontos que compõem o gráfico do modelo matemático pertencem a qual tipo de função?
- O que representa a inclinação deste gráfico?
- Qual deve ser o espaçamento mínimo entre os trilhos?

Exemplo 2: Uma barra de aço, cujo coeficiente de dilatação linear é de $\alpha_a = 1,1 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, tem 2m de comprimento à temperatura de 26°C . Num dia quente esta barra chega a 50°C .

- Construa o gráfico que relaciona o comprimento final com a temperatura ($L \times t$).
- Os pontos dessa relação pertencem a qual tipo de função?
- O que representa a inclinação deste gráfico?

Conclusão

- Os modelos de função são iguais? 2. Qual é o modelo para a relação de dilatação linear? E para o modelo do comprimento total?
- Qual o significado matemático do produto $\alpha \times L_0$ nos dois casos ?
- Qual o significado matemático do comprimento inicial L_0 para as duas funções?

4.4 A matemática e a transformação isotérmica (Lei de Boyle-Mariotte)

Feltre (2004) [25] pontua que as transformações gasosas são aquelas que provocam mudança no estado de um gás. Mudança na qual são variadas as grandezas pressão, volume e/ou temperatura.

A transformação isotérmica, exemplo de transformação gasosa como mostra a Figura 6, é assim chamada devido a ser uma transformação em que a temperatura é a grandeza que se mantém constante (Do grego: *iso*, igual; *termo*, calor).



Figura 6 – Transformação Isotérmica

Fonte: Feltre (2004, v.1, p. 282)

Como se trata de uma relação de proporcionalidade³ inversa é importante lembrar o que a matemática nos fala sobre este conceito.

Suponha que para o experimento ilustrado anteriormente sejam registradas as informações abaixo na tabela.

Pressão(atm)	Volume (ml)	Produto (PXV)
2	600	1200
4	300	1200
6	200	1200
8	150	1200
10	120	1200
12	100	1200

Nota-se que o produto de cada par (P,V) é o mesmo. Isso é uma propriedade matemática da proporção inversa, isto é, se duas grandezas tem o produto entre elas preservado então são ditas grandezas inversamente proporcionais. Como o produto é constante então $P_i \times V_i = P_f \times V_f$, sendo comparados dois momentos inicial e final, podemos concluir que $P_f = \frac{P_i \times V_i}{V_f}$. Na linguagem de função podemos escrever que

³ O tratamento matemático sobre o Teorema Fundamental da Proporção já foi dado na seção 4.1

$P(V) = \frac{P_i \times V_i}{V}$ e assim vemos que $P \propto \frac{1}{V}$, isto é, P e V são grandezas inversamente proporcionais.

Para o exemplo acima temos $P(V) = \frac{1200}{V}$ cujo gráfico está representado abaixo.

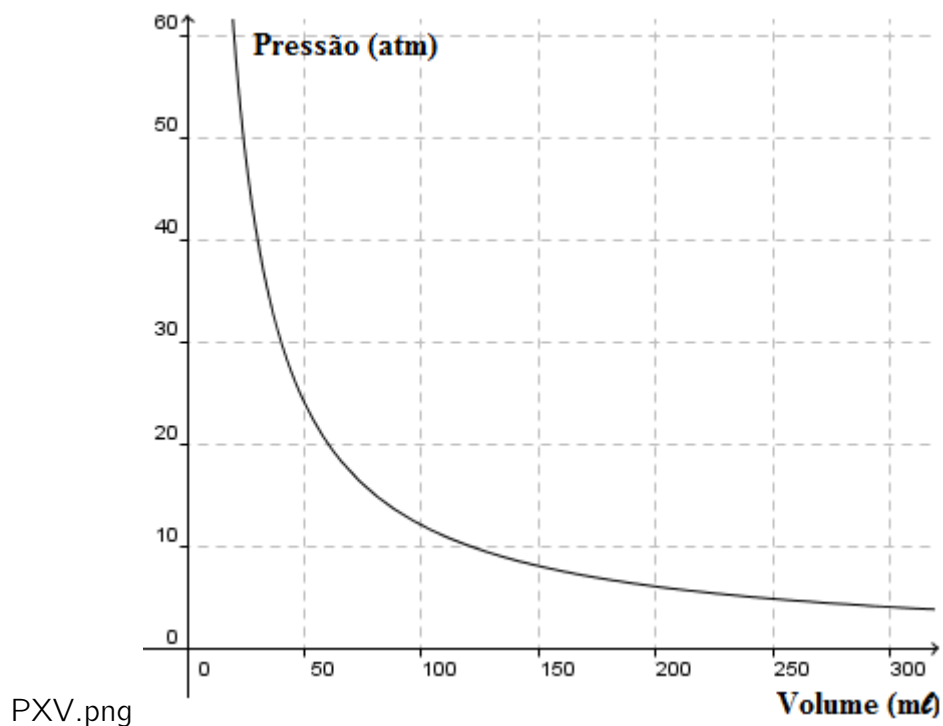


Figura 7 – Gráfico da função $P(V) = \frac{1200}{V}$

O comportamento da função que relaciona pressão e volume em uma transformação isotérmica segue o modelo de uma hipérbole.

Note que nesse exemplo os conceitos físicos de pressão e volume existem graças a matemática sim, mas aqui o motivo que os relaciona é fenômeno físico da transformação isotérmica. Nesse sentido, a matemática empresta conceitos de função e de proporção inversa para que a análise dessa transformação seja possível.

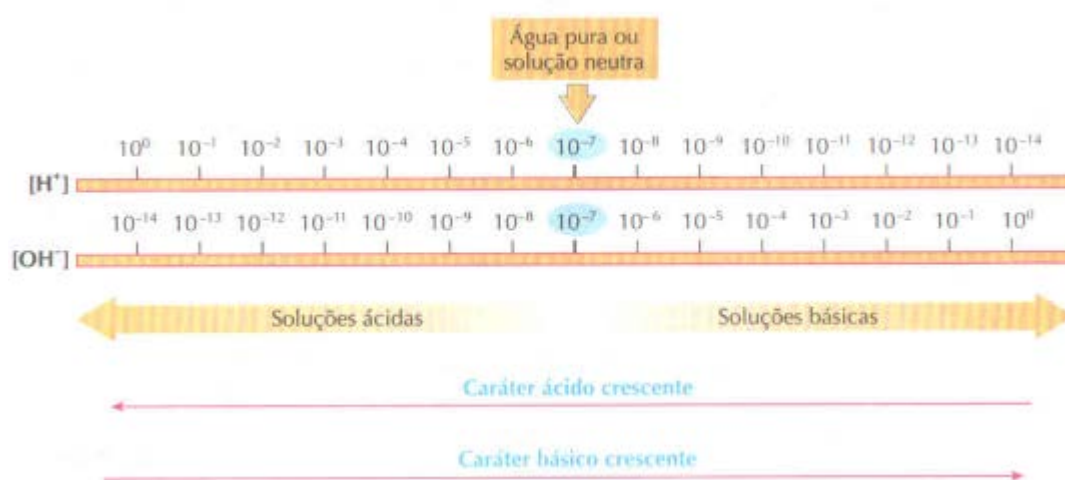
Exemplo de atividade proposta sobre Transformação Isotérmica

(Adaptado - EEM-SP) Uma determinada massa gasosa, confinada em um recipiente de volume igual a $6,0 \text{ l}$ está submetida a uma pressão de $2,5 \text{ atm}$ e sob a temperatura de 27°C . Quando a pressão é elevada em $0,5 \text{ atm}$, nota-se uma contração de $1,0 \text{ l}$.

- a) Calcule o produto $P \times V$ para cada momento (antes e depois da contração)?
- b) Determine a equação que estabelece a relação $P \times V$ para esta função.
- c) Faça um esboço do gráfico desta função.
- d) Qual modelo matemático esse gráfico?

4.5 A matemática no estudo do potencial de hidrogênio (pH)

Conforme nos afirma Feltre (2004) [25] os valores de $[H^+]$ e de $[OH^-]$, que indicam o caráter ácido ou básico das soluções aquosas, são expressos por números com expoente negativos (Como 10^{-3} , ou 10^{-10} por exemplo e conforme Figura 8). Considerando que o uso de expoente negativos não é usual, o químico dinamarquês Soren Sørensen (1868-1939) propôs, em 1909, o uso de logaritmos para transformar aqueles valores em números inteiros positivos. Observe abaixo a identificação de pH baseada numa escala de solução aquosa.



pH.png

Figura 8 – Escala exponencial de solução aquosa

Fonte: Feltre (2004, v.2, p.228)

Função Logarítmica

O autor Lima (2012) [42] descreve que para todo número real positivo $a \neq 1$, a função exponencial $f: \mathbb{R} \Rightarrow \mathbb{R}^+$, $f(x) = a^x$, é uma correspondência biunívoca entre \mathbb{R} e \mathbb{R}^+ , crescente se $a > 1$ e decrescente se $0 < a < 1$, com propriedade adicional

$$f(x + y) = f(x) \cdot f(y).$$

Segue-se que f possui uma função inversa. A inversa da função exponencial de base a é a função

$$\log_a : \mathbb{R}^+ \Rightarrow \mathbb{R}$$

que relaciona a cada número real positivo x o número real $\log_a x$, chamado o logaritmo de x na base a . Por definição de função inversa, tem-se

$$a^{\log_a x} = x \text{ e } \log_a(a^x) = x.$$

Assim, $\log_a x$ é o expoente ao qual se deve elevar a base a para obter o número x .
Ou seja,

$$y = \log_a x = x \iff a^y = x.$$

Segue-se imediatamente da relação $a^u \cdot a^v = a^{u+v}$ que

$$\log_a(x \cdot y) = \log_a x + \log_a y$$

Outra propriedade que enriquece o tema sobre logaritmos é

$$\log_a x^e = e \cdot \log_a x$$

Retomando o tema sobre escalas de pH surgiram então as seguintes definições:

$$pH = -\log[H^+] \text{ e } pOH = -\log[OH^-]$$

Daí o emprego dos logaritmos facilitou o conceito de pH, pois este é definido como o expoente negativo de uma potência de 10 que representa a concentração de uma solução aquosa. Assim tínhamos como relação entre solução aquosa de H e pH como:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

cujo gráfico do modelo matemático representa-se a seguir.

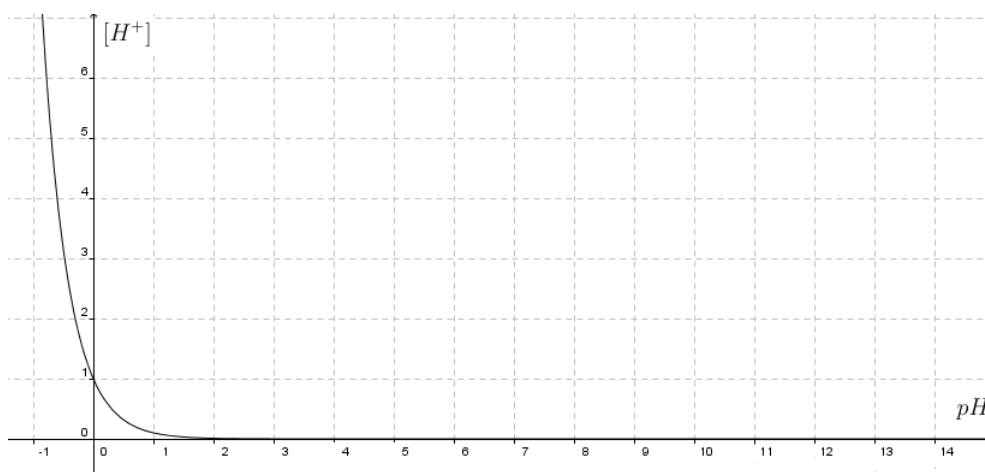
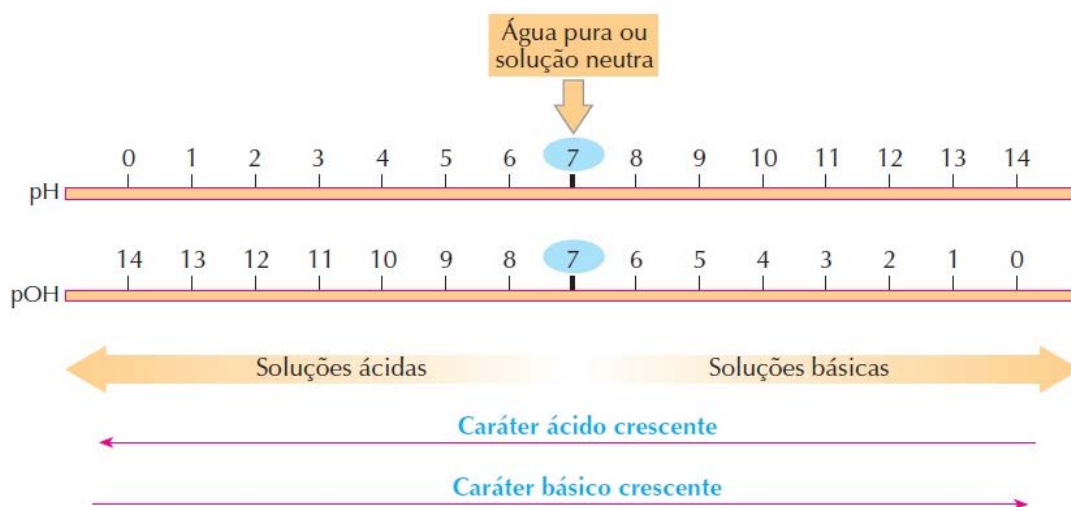


Figura 9 – Gráfico da exponencial de $[H^+] \times pH$

Com a utilização do logaritmo a escala sofre uma linearização e passa a ser conforme mostra a Figura 10.



PH1.png

Figura 10 – Escala linear de pH

Fonte: Feltre (2004, v. 2, p. 230)

A classificação das soluções aquosas seguem a tabela abaixo.

Tipos de soluções aquosas	pH	pOH
Água Pura	$pH = 7$	$pOH = 7$
Soluções ácidas	$pH < 7$	$pOH > 7$
Soluções básicas	$pH > 7$	$pOH < 7$

A letra p minúscula que aparece nessas notações deriva de potência, lembrando que o expoente que aparece na definição dos logaritmos. Sendo assim, costuma-se também dizer que:

pH é a potência hidrogeniônica;

pOH é a potência hidroxiliônica.

Com o uso dos logaritmos decimais, todas as considerações feitas no item anterior se simplificam. De fato, no tocante ao produto iônico da água ($K_w = [H^+].[OH^-] = 10^{-14}$), temos:

Do produto $[H^+].[OH^-] = 10^{-14}$ temos ao aplicar o logaritmo,

$$\log[H^+] + \log[OH^-] = -14$$

$$-\log[H^+] - \log[OH^-] = 14$$

$$pH + pOH = 14$$

Em água pura teremos $pH = pOH = 7$.

Em soluções ácidas teremos

$$[H^+] > 10^{-7} \implies \log[H^+] > -7 \implies -\log[H^+] < 7 \implies pH < 7$$

$$[OH^-] < 10^{-7} \implies \log[OH^-] < -7 \implies -\log[OH^-] > 7 \implies pOH > 7$$

Em soluções básicas teremos

$$[H^+] < 10^{-7} \implies \log[H^+] < -7 \implies -\log[H^+] > 7 \implies pH > 7$$

$$[OH^-] > 10^{-7} \implies \log[OH^-] > -7 \implies -\log[OH^-] < 7 \implies pOH < 7$$

Exemplo de atividade proposta sobre cálculo de pH

1. (PUC-MG) A análise de uma determinada amostra de refrigerante detectou $pH = 3$. A concentração de íons de H^+ é em mol/l :

- a) 10^{-3}
- b) 10^{-6}
- c) 10^{-7}
- d) 10^{-8}
- e) 10^{-11}

Sugestão de solução: Utilizar a relação $[H^+] = 10^{-pH}$.

2. (FEI-SP) Qual o pH de uma solução cuja concentração é 10^{-8} ?

3. A solução é ácida, neutra ou básica?

Sugestão de solução: Utilizar a definição $pH = -\log[H^+]$.

4. Calcule o pH de uma solução cuja concentração hidrogênioica é de $[H^+] = 3,45 \times 10^{-11} mol/l$. (dado: $\log(3,45) = 0,54$)

Considerações Finais

Neste trabalho pretendeu-se, por meio de uma revisão de literatura, num primeiro momento, delinear a trajetória histórica em que se constituiu a organização disciplinar contemporânea do conhecimento. Num segundo momento, situar o discurso sobre interdisciplinaridade em um contexto de mobilizações em pesquisas pedagógicas. Num terceiro momento, apontar algumas ações metodológicas na tentativa de se adequar à proposta de implementação dessa perspectiva, em especial sobre as práticas de ensino de matemática no contexto escolar. E, finalmente, propor atividades que tenham caráter interdisciplinar discutindo-as dentro da visão matemática, interpretando em outro contexto disciplinar os significados de propriedades matemáticas que circundam o conceito utilizado.

O que se pode notar é que há um claro movimento de transição que ocorre tanto no campo da produção do conhecimento filosófico e científico quanto no campo educacional. Como as questões podem ser equacionadas e se assim for, não é possível antecipar resultados a não ser a reflexão que vem ocorrendo. No campo da educação estão postos, em questão, alguns limites de um modelo que pretendia proporcionar uma formação integral de cidadãos e uma formação de profissionais capazes de entender, interferir e transformar a sociedade referenciado numa organização de áreas de conhecimento abordadas de modo compartimentalizado. Ante a organização disciplinar que prevalece nas escolas há, entretanto, um desafio que reside em preservar as conquistas de um modelo disciplinar e assegurar uma formação geral ou especializada dos cidadãos introduzindo novos elementos, dinamizando práticas, ampliando as possibilidades que uma abordagem interdisciplinar venha a oferecer.

Hoje observamos diferentes iniciativas na escola, algumas mais bem sucedidas, outras nem tanto, mas que representam esforços na direção de responder a desafios e papéis que uma formação dos cidadãos para a sociedade contemporânea requer. Pode-se avaliar que estamos vivenciando um período de transição de paradigmas no campo das ideias e no campo das práticas educacionais.

Esperamos contribuir com esse trabalho com a discussão que promova maior clareza relativa à importância da estrutura disciplinar, como um processo de construção histórica, apontando que o que deve ser superado trata-se do paradigma positivista. Contribuir também para a compreensão sobre o significado dos níveis de relação interdisciplinar

existentes, situando o leitor com respeito à reflexão existente em torno do tema e assim colaborar para uma prática profissional dos professores em sala de aula incentivando-os a apropriarem-se dessa perspectiva como uma possibilidade deve ser implementada de maneira complementar à estrutura disciplinar alcançando inclusive os alunos que possuem aversão à disciplina de matemática.

Referências

- [1] ABAGNANO, N. **História da Filosofia (Original: Storia Della Filosofia)**. Lisboa:1969, v.III, V, VI, ed. Presença.
- [2] ALVES, R. F.; BRASILEIRO, M.C.E.; BRITO, S.M.O. **Interdisciplinaridade: um conceito em construção**. Episteme. 2004; (19): 139 – 148.
- [3] ARRUDA, J.R.A. **A Revolução Industrial**. São Paulo: Ática; 1988.
- [4] BERGER, G. Conditions d'une problématique de l'interdisciplinarité. *In*: CERI, editor. **L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités**. Paris: UNESCO/OCDE; 1972. p. 21-24. *Apud* POMBO, O., LEVY, T., GUIMARÃES, H. **A. Interdisciplinaridade: reflexão e experiência**. 2. ed. Texto: Lisboa; 1994.
- [5] BOHM, D. **La totalidad y el orden implicado**. Barcelona: Kairós; 1987. *Apud* HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.
- [6] BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática(5ª a 8ª séries)**. MEC/SEF, Brasília, 1998.
- [7] BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica: Ministério da Educação e Cultura; 1999.
- [8] BRASIL. **Resolução CNE/CEB nº 02 de 30 de janeiro de 2012 que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. MEC/SEB, Brasília, 2012.
- [9] BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. MEC/SEB/DICEI, Brasília, 2013.
- [10] CAPRA, F. **O tao da física: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental**. São Paulo: Cultrix;1995.
- [11] CHÂTELET, F. **História da Filosofia: Ideias, Doutrinas – O Iluminismo. O séc. XVIII**. Rio de Janeiro: Zahar; 1974. *Apud* GARCIA, M.F. **Ambiente Logo**

- e Interdisciplinaridade: a concepção dos professores** [dissertação]. Campinas: UNICAMP-FE; 1995.
- [12] COLL, C. **Bases psicológicas del diseño curricular**. Barcelona, Generalitat de Catalunya: Departament d'Ensenyament; 1986. *Apud* HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.
- [13] COMTE, I.A.M.F.X. **Discurso Preliminar Sobre O Espírito Positivo**. 1ª edição em 1844. Edição Ridendo Castigat Mores. Tradutor Renato Barboza Rodrigues Pereira. Disponível em: URL: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/cts/comte.pdf> [2014 Mai 24].
- [14] CREMA, R. **Introdução à Visão Holística**. São Paulo: Summus; 1989.
- [15] DELATTRE, P. Recherches interdisciplinaires. *In*: **Encyclopedia Universalis**, Organum. Paris: 1973. p. 387-394. *Apud* POMBO, O., LEVY, T., GUIMARÃES, H. **A Interdisciplinaridade: reflexão e experiência**. 2. ed. Texto: Lisboa; 1994.
- [16] DEMO, P. **Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento**. Petrópolis: Vozes; 1998.
- [17] DESCARTES, R. **Discurso sobre o método**. São Paulo: Hemus; 1978.
- [18] DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Porto Editora**. Disponível em: URL: <http://www.portoeditora.pt/dol/> [2007 Jan 24].
- [19] DICIONÁRIO UNIVERSAL DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Texto Editores Universal**. Disponível em: URL: <http://www.priberam.pt/dlpo/dlpo.aspx> [2014 Mai 24].
- [20] ESPÍRITO SANTO. **Currículo Básico das Escolas Estaduais**. Vitória: Secretaria de Estado da Educação - SEDU;2008.
- [21] ETGES, N.J. Ciência, interdisciplinaridade e educação. *In*: JANTSCH, A.P. e BIANCHETTI, L., organizadores. **Interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: VOZES; 1997.
- [22] EVES, H. Panorama cultural V: os impérios asiáticos. *In*: DOMINGUES H.H., tradutor. **Introdução à história da matemática**. Campinas: UNICAMP; 2005. p. 234-281.
- [23] FAZENDA, I.C.A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola; 1979.
- [24] FAZENDA, I.C.A. Revisão histórico-crítica dos estudos sobre interdisciplinaridade. *In*: Fazenda ICA, organizador. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 13. ed. Papirus: 2006. p. 13-35.

- [25] FELTRE, R. **Química**. São Paulo: Moderna, 6ªed.,2004, v.1 e 2.
- [26] FIORENTINI, D. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. [tese]. Campinas: UNICAMP-FE; 1994.
- [27] FRANCO, H. Grécia e Alexandria: Aristóteles. **Apostila de Evolução dos Conceitos da Física** Publicação IFUSP 1336/98; 2ª edição 2002. Disponível em: URL: <http://plato.if.usp.br/1-2003/fmt0405d/apostila/helen8/>[2014 Mai 25].
- [28] GADOTTI, M. **Interdisciplinaridade: Atitude e Método**. Instituto Paulo Freire/ USP; 1999. Disponível em: URL: http://www.paulofreire.org/Moacir_Gadotti/Artigos/Portugues/Filosofia_da_Educacao/Interdisci_Atitude_Metodo_1999.pdf [2007 Jan 18].
- [29] GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas; 2000.
- [30] GANDIN, L. A.; HYPÓLITO, A. M. **Dilemas do nosso tempo: globalização, multiculturalismo e conhecimento**. (entrevista com Boaventura Sousa Santos) Currículo sem Fronteiras. 2003; (3); (2): 5 – 23.
- [31] GARCIA, M.F. **Ambiente Logo e Interdisciplinaridade: a concepção dos professores**. [dissertação]. Campinas: UNICAMP-FE; 1995.
- [32] GOLDMAN, L. **Dialética e cultura**. Rio de Janeiro: Paz e Terra; 1979.
- [33] GOODSON, I. **School subjects and the curriculum change**. Londres: The Falmer Press; 1993. *Apud* MACEDO, E,F. Parâmetros Curriculares Nacionais: a falácia de seus temas transversais. *In*: MOREIRA A.F.B., organizador. **Currículo: políticas e práticas**. Campinas: Papirus; 1999.
- [34] GUSDORF, G. Pasado, presente y futuro de la investigación interdisciplinaria. *In*: **Interdisciplinarietà y ciencias humanas**. Madrid: Tecnos-Unesco; 1982; p. 32-52. *Apud* HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.
- [35] HECKHAUSEN, H. Discipline et interdisciplinarité. *In*: Ceri, editor. **L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités**. Paris: UNESCO/OCDE; 1972. p. 83-90. (Trad. port. in Mathesis (ed.) Antologia I, p. 71- 86). *Apud* POMBO, O., LEVY, T., GUIMARÃES, H. **A Interdisciplinaridade: reflexão e experiência**. 2. ed. Texto: Lisboa; 1994.
- [36] HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.

- [37] HOBBSAWM, J. E. **A era das revoluções**. Rio de Janeiro: Paz e Terra; 1994.
- [38] JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. Interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito. *In*: JANTSCH, A.P. e BIANCHETTI, L., organizadores. **Interdisciplinaridade – para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: VOZES; 1997a.
- [39] JAPIASSÚ, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago; 1976.
- [40] KLINE, M. **O fracasso da matemática moderna**. IBRASA; 1976. *Apud* FIORENTINI, D. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. [tese]. Campinas: UNICAMP/FE; 1994.
- [41] LEGENDRE, R. **Dictionnaire Actuel de L'Éducation**. Montreal: Canadá; 1993. Ed: Guérin. *Apud* MAHEU, C.D. **Interdisciplinaridade e mediação pedagógica**. UNIFACS: NUPPEAD/NPP UFBA (FACED) e UNEB. Disponível em: URL: <http://www.nuppead.unifacs.br/artigos/Interdisciplinaridade.pdf> [2006 Dez 18].
- [42] LIMA, E. *et al.* **A matemática do Ensino Médio**. 10 ed. Rio de Janeiro: SBM, 2012, v.1.
- [43] LUCE, J.V. **Curso de Filosofia Grega: Do séc VI a.C. ao séc III d.C.**. Trad. de Mário da Gama Kury. Rio de Janeiro: 1994.
- [44] LUZ, A. ÁLVARES, B. **Física (Ensino Médio)**. São Paulo: Scipione, 1ªed., 2005, v.1, 2 e 3.
- [45] MACEDO, E.F. Parâmetros Curriculares Nacionais: a falácia de seus temas transversais. *In*: Moreira AFB, organizador. **Currículo: políticas e práticas**. Campinas: Papirus; 1999.
- [46] MADJAROF, R. **Sócrates: a vida**. 2006. Disponível em: URL: <http://www.mundodosfilosofos.com.br/socrates.htm> [2007 Jan 13].
- [47] MAHEU, C.D. **Interdisciplinaridade e mediação pedagógica**. UNIFACS: NUPPEAD/NPP UFBA (FACED) e UNEB. Disponível em: URL: <http://www.nuppead.unifacs.br/artigos/Interdisciplinaridade.pdf> [2006 Dez 18].
- [48] MARION, J.L. **A interdisciplinaridade como questão para a Filosofia**. *Presença Filosófica*. 1978; IV (1): 15-27.
- [49] MARTINS, D.A.N. **Tratamento Interdisciplinar e Inter-relações entre a matemática e a física: potencialidades e limites da implementação dessa perspectiva**. [dissertação]. São Paulo: PUC-SP; 2005.

- [50] MIGUEL, A., FIORENTINI, D., MIORIM, M.A. **Álgebra ou geometria: para onde pende o pêndulo?** *In: Pro-Proposições; Cortez. 1992; 3(1): 39-54. Apud FIORENTINI, D. Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação.* [tese]. Campinas: UNICAMP-FE; 1994.
- [51] MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica Universitária; 1999.
- [52] NICOLESCU, B. **Um novo tipo de conhecimento ? Transdisciplinaridade.**1999. Disponível em: URL: <http://www.ufrj.br/leptrans/arquivos/conhecimento.pdf> [2014 Jun 20]
- [53] PALMADE, G. **Interdisciplinaridade e ideologias.** Madrid: Narcea; 1977.
- [54] PATRICK, J. **Aristotle's school. A study of greek educational institution.** University of California Press. 1972. Apud POMBO, O., REBELO, A.A., MELO, A.P., GAIO, M., NEVES, M.I., GOMES, I.M. et al. **Academia VS Liceu 2000.** Disponível em: URL: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/momentos/escola/academia/indice.htm> [2007 Jan 11].
- [55] PAULI, E. **Enciclopédia Simpozio. Santa Catarina;** 1997. Disponível em: URL: <http://cfh.ufsc.br/simpozio/novo/2216y098.htm> [2007 Jan 13].
- [56] PIAGET, J. Epistemologie des relations interdisciplinaires. *In: Ceri, editor. L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités, Paris: UNESCO/OCDE; 1972. p. 131-144. Apud POMBO, O., LEVY, T., GUIMARÃES, H. A Interdisciplinaridade: reflexão e experiência.* 2. ed. Texto: Lisboa; 1994.
- [57] POMBO, O.; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. **A Interdisciplinaridade: reflexão e experiência.** 2. ed. Texto: Lisboa; 1994.
- [58] POMBO, O. Epistemologia da Interdisciplinaridade. *In: Interdisciplinaridade, Humanismo e Universidade, 2003.* Porto. Portugal: Cátedra Humanismo Latino; 2004. Disponível em URL: http://www.humanismolatino.online.pt/v1/pdf/C002_11.pdf [2007 Jan 20].
- [59] POMBO, O. et al. **Academia/Localização histórico-geográfica 2000.** Disponível em: URL: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/momentos/escola/academia/index.htm> [2007 Jan 13].
- [60] PRATES, E.F. **Platão: a Doutrina das Ideias e a Arte Mimética 1997.** Disponível em: URL: <http://www.geocities.com/Eureka/8979/estetica.htm#Platao> [2007 Jan 13].

- [61] PRATES, E.F. **Aristóteles: o Sistema Filosófico e a Mimesis Criativa 1997**. Disponível em: URL: <http://www.geocities.com/Eureka/8979/estetica.htm#Aristoteles> [2007 Jan 13].
- [62] RIERA, S., VILARRUBIAS, P. **Globalización e Interdisciplinariedad**. Cuadernos de Pedagogia. 1986; 139: 48-53. *Apud* HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.
- [63] SANTOMÉ, J.T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.
- [64] SANTOS, B.S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal; 1989.
- [65] SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular para o Ensino de Matemática no 2º grau do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Educacao do Estado de São Paulo; 3ªed;1994.
- [66] SAVIANI, D. **Escola e Democracia In: Saviani D. As teorias da educacao e o problema da marginalidade**. Campinas: Autores Associados; 2006. p. 3-34.
- [67] SIEPIERSKI, P. Interdisciplinaridade e cientificidade. *In: Simpósio Interdisciplinaridade em Questão*. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba. Anais, 1998.
- [68] TAYLOR, F.W. **Princípios de Administração Científica (do inglês Principles of Scientific Management)**. São Paulo: Atlas; 1980.
- [69] VALENTE, W.R. **A matemática Moderna nas escolas do Brasil: um tema para estudos históricos comparativos**. Diálogo Educacional. 2006; 6(18): 19-34.
- [70] VEIGA NETO, A.J. **A ordem das disciplinas [tese]**. Porto Alegre: UFRGS; 1996.
- [71] WEIL, P.; D'AMBROSIO, U.; CREMA, R. **Rumo à Nova Transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento**. São Paulo: Summus; 1993.
- [72] ZANETIC, J. **Notas de aula da disciplina de Gravitação**. São Paulo : IF-USP; 1995.
- [73] ZANETIC, J. **Notas de aula da disciplina de Evolução dos Conceitos da Física**. São Paulo: IF-USP; 2006. 1ªparte: alguns tópicos de filosofia da ciência.