

CLAUDIO ITACIR DELLA NINA DA SILVA

**PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SOBRE A IMPORTÂNCIA
DO DESENHO GEOMÉTRICO E DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, sob orientação do Prof. Dr. Flávio Bortolozzi e co-orientação da Prof^a. Dr^a. Zélia Milléo Pavão.

**CURITIBA
2006**

CLAUDIO ITACIR DELLA NINA DA SILVA

**PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SOBRE A IMPORTÂNCIA
DO DESENHO GEOMÉTRICO E DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO
PUCPR**

**CURITIBA
2006**

A minha esposa Elisabete e filhos Everton,
Eron e Erlon, companheiros de todos
os momentos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores pela paciência, apoio e incentivo.

Aos meus colegas professores pelas boas idéias e contribuições nas pesquisas.

Aos meus alunos pela colaboração nas pesquisas.

RESUMO

O Desenho Geométrico tem relação com conteúdos de matemática, principalmente das geometrias, do ensino fundamental. Com a Geometria Descritiva forma um conjunto que se relaciona com a Geometria Espacial, no ensino médio, e com diversas disciplinas dos núcleos básico e de aplicação no ensino superior, especificamente na área de ciências exatas. Em face de dificuldades apresentadas pelos alunos dessa área, como carência de visão espacial e raciocínio lógico-matemático, constatadas por meio de pesquisa exploratória e experiência pessoal, a presente dissertação tem por objetivo ajudar na solução destes problemas de aprendizagem. De acordo com a metodologia proposta, foi desenvolvida pesquisa bibliográfica em livros, teses, dissertações, artigos de periódicos e publicações veiculadas pela Internet, gerando sugestões que poderão contribuir para melhorar a eficácia do processo ensino-aprendizagem na área de ciências exatas. Para a consecução dos objetivos foi feito um estudo histórico sobre a ocorrência do Desenho Geométrico e da Geometria Descritiva no Brasil e estudo da legislação de ensino a partir de 1942 até hoje, para avaliar as razões do declínio do ensino das duas disciplinas, a situação atual que atravessam e como utilizar a própria legislação para a proposta que formulamos. Uma análise dos componentes principais do processo de educar, em particular a abstração e a reflexão, permite que se destaque a importância de cada um deles na construção do pensamento, bem como, as relações dos mesmos com aquelas duas disciplinas. Um breve estudo sobre as formas tácita e escolar de educar permite que se entenda a importância daquelas disciplinas na formação integral do cidadão, principalmente no momento histórico atual, em que a geração de conhecimentos é de grande monta e as informações transitam de modo tão veloz. Uma abordagem sobre as formas e contribuições da informação para a construção do conhecimento e de como a escola deve preparar o estudante para construí-lo, aumentando a capacidade de aprender a aprender. As formas de inteligência até o momento descobertas, principalmente a lógico-matemática e a espacial, que podem ser despertadas ou aprimoradas pelo Desenho Geométrico e a Geometria Descritiva, fortalecem a competência para o aprendizado interdisciplinar. Sendo a Matemática disciplina importante do projeto cultural, foi mostrada a situação da mesma, os efeitos do advento da Matemática Moderna, particularmente sobre a Geometria, abordada de modo mais pormenorizado em vista das relações diretas com o Desenho Geométrico e a Geometria Descritiva, e de sua importância quanto ao aspecto instrumental e na organização do pensamento lógico-dedutivo. Por fim, é feito estudo sobre o Desenho Geométrico e a Geometria Descritiva, de modo a destacar suas importâncias na formação do aprendiz que se destina à área de ciências exatas, bem como as contribuições que podem oferecer para melhoria do aprendizado de outras disciplinas e para resolução de problemas daquela área.

Palavras-chave: Desenho Geométrico, Geometria Descritiva, visão espacial, raciocínio lógico-matemático, ensino-aprendizagem, interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The Geometrical Draw Discipline has relation with the contents of Mathematics, especially the ones from elemental school's geometries. Joint with Descriptive Geometry, it makes a system that relates itself with the Spatial Geometry, in high school, and also with a lot of other disciplines from application and basic centers from university level, especially on the exacting science area. In face of difficulties presented by students from this particularly area, as lack of spatial vision and logical-mathematical understanding, showed by exploratory research and personal experience, the present dissertation has the main objective of help in the solution of these learning problems. According with the methods proposed, a bibliography research was developed in books, thesis, dissertations, periodic articles and publications from internet, producing suggestions that could contribute to improve the efficacy of the learning-teaching process in exact science area. For the objective's consecution it was made an historical study about the occurrence of Geometrical Draw and Descriptive Geometry in Brazil and a study of teaching legislation from 1942 until today, in order to evaluate the reasons for the teaching declination of these two disciplines, their actual situation and how to use this own legislation to the proposal made by this work. An analysis of the principal components of teaching process, specially abstraction and reflection, allows the highlights the importance of each one of them in order to get the teaching construction, otherwise the relations between these components and that two disciplines. A short study about tacit and scholar shapes of teaching allow the understanding of that disciplines importance in the citizen's integral formation, especially in actual historical moment, where the knowledge construction is a major task and information travels in a rapid way. A view about types and contributions from information to built knowledge and how the school has to prepare the student to build this knowledge, improving the capacity of "learn of learn". The types of intelligence discovered until now, especially the logical-mathematical and spatial, which can be revived or improved by Geometrical Draw and Descriptive Geometry, made stronger the competence to interdisciplinary learning-process. Since the Mathematical is an important discipline from cultural project, it was showed its situation, the effects that came from the Modern Mathematical, especially over the Geometry, showed in a particularized way by the reason of their directly relations with Geometrical Draw and Descriptive Geometry, among his importance to organize the logical and deductive thoughts. By the end, it was made a study about the Geometrical Draw and Descriptive Geometry, in order to highlight their importance to get the formation of beginners to exacting science area, as well the contributions that could be offered to improve the learning process of other disciplines and to solve the problems from that area.

Key Words: Geometrical Drawing, Descriptive Geometry, spatial vision, logical-mathematical understanding, learning-teaching, interdisciplinary.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenhos rupestres - Touro. Paleolítico. Pech-Merle, França.....	46
Figura 2 – Perpendicular pela extremidade de um segmento de reta.....	48
Figura 3 – Construção de um quadrado conhecida a soma do lado com a diagonal.....	49
Figura 4 – Traçado da bissetriz de um ângulo qualquer de vértice inacessível.....	50
Figura 5 – Concordância com um arco de círculo de duas retas convergentes cujo ponto de encontro é inacessível.....	50
Figura 6 – Construção de um pentágono regular conhecido o lado.....	52
Figura 7 – Construção de um óvulo de quatro centros.....	52
Figura 8 – Traçado das tangentes interiores de duas circunferências.....	53
Figura 9 – Construção de uma oval regular de quatro centros conhecido o eixo maior.....	54
Figura 10 – Traçado de uma falsa espiral de três centros.....	54
Figura 11 – Sistema de projeção - Elementos básicos.....	55
Figura 12 – Sistema cônico de projeção.....	56
Figura 13 – Sistema cilíndrico de projeção.....	57
Figura 14 – Sistemas de projeção paralelos: ortogonal e oblíquo.....	57
Figura 15 – Sistema bi-projetivo cilíndrico ortogonal com plano de perfil.....	60
Figura 16 – Sentido de rebatimento dos planos de projeção, e épura do ponto P.....	61
Figura 17 – Quadrado contido em plano horizontal.....	61
Figura 18 – Círculo contido em plano vertical.....	62
Figura 19 – Quadrilátero contido em plano de topo.....	62
Figura 20 – Verdadeira grandeza da figura anterior, obtida por mudança de plano horizontal.....	63
Figura 21 – Triângulo contido em plano qualquer e verdadeira grandeza obtida por dupla mudança de plano.....	63

Figura 22 – Engastamento de dois corpos piramidais.....	67
Figura 23 – Engastamento entre corpos piramidal e prismático	67
Figura 24 – Respostas dos professores quanto à importância do DG e da GD	93
Figura 25 – Estabelecimento de ensino em que cursou o nível básico.....	98
Figura 26 – Aprendizado de DG e GD.....	99
Figura 27 – Nível do aprendizado em DG e GD.....	99
Figura 28 – Utilidade do DG e da GD no Ensino Superior.....	100
Figura 29 – Quanto ao aprendizado de Desenho Técnico.....	100
Figura 30 – Nível de ensino em que aprendeu Desenho Técnico.....	101
Figura 31 – Desempenho em Álgebra Linear e Cálculo.....	101
Figura 32 – Desempenho em Desenho e Geometria Analítica	102
Figura 33 – Desempenho em Física, Mecânica e Resistência dos Materiais.....	102

ABREVIATURAS

CCET	Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
CNE	Conselho Nacional de Educação
DG	Desenho Geométrico
GD	Geometria Descritiva
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LRU	Lei da Reforma Universitária
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PA	Programa de Aprendizagem
PAs	Programas de Aprendizagem
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivos Gerais.....	14
1.3 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Metodologia.....	15
2 DESENHO GEOMÉTRICO E GEOMETRIA DESCRITIVA	16
2.1 O DG e a GD no Panorama Educacional Brasileiro.....	16
2.1.1 Histórico Sucinto.....	16
2.1.2 Legislação Recente.....	18
2.1.3 Parâmetros Curriculares Nacionais.....	21
2.1.4 Declínio do Ensino.....	23
2.1.5 Situação Atual.....	25
2.2 O Processo de Educar.....	26
2.2.1 Educação Tácita e Escolar.....	27
2.2.2 Informação e conhecimento.....	32
2.3 Formas de Inteligência.....	34
2.4 Educação Matemática.....	36
2.5 Geometria.....	39
2.5.1 O Ensino da Geometria no Brasil.....	41
2.5.2 Por que Ensinar Geometria?.....	43
2.6 O DG e a GD no processo ensino-aprendizagem.....	45
2.6.1 Desenho como Linguagem.....	46
2.6.2 Desenho Geométrico.....	48
2.6.3 Projeção como Introdução à GD.....	55
2.6.4 Geometria Descritiva.....	58
2.6.5 Histórico da GD.....	59
2.6.6 O Que é a GD?.....	60
2.6.7 Funções da GD.....	64

2.6.8 Importância na Cadeia de Aprendizagem.....	65
2.6.9 Relação da GD com a Matemática.....	65
2.6.10 A GD como Desenho de Resolução.....	66
2.6.11 A GD como Disciplina de Formação.....	68
2.6.12 Técnicas Computacionais.....	70
2.7 Delimitação de Faixa Etária.....	74
3 PESQUISAS EXPLORATÓRIAS.....	76
3.1 Entre Professores de Ciências Exatas.....	76
3.2 Entre Alunos de Ciências Exatas.....	77
3.3 Experiência Pessoal como Testemunho das Pesquisas.....	78
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	86
RBIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	90
APÊNDICE A.....	91
APÊNDICE B.....	96

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação originou-se do seguinte problema: como melhorar o aprendizado em matemática nos ensinos fundamental e médio, bem como despertar os raciocínios lógico-matemático e espacial, de modo a tornar os estudantes do Ensino Superior mais aptos para aprofundar conhecimentos e melhor assimilar conteúdos que dependam diretamente daqueles pré-requisitos?

Primeiramente, por intermédio de pesquisa bibliográfica, procurou-se conhecer a situação atual do aprendizado das matemáticas nos diversos níveis de ensino, bem como os procedimentos que se tem buscado para atingir maior eficácia.

Depois, também por intermédio de pesquisa bibliográfica, procurou-se saber como vem ocorrendo o aprendizado em Geometria, em Desenho Geométrico (DG) e em Geometria Descritiva (GD).

Usando do mesmo recurso buscou-se saber qual a melhor faixa etária para ocorrência do aprendizado do DG e da GD.

Na seqüência, por meio de pesquisas exploratórias, uma dirigida a professores e outra a alunos, ambas versando sobre DG e GD, procuramos confirmar a existência do problema, investigar os efeitos, bem como sua extensão. As referidas pesquisas foram aplicadas em diversos cursos no âmbito do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia (CCET) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

Sob nosso ponto de vista, a visão de docentes é importante pela contribuição de quem tem a missão de ensinar, não só transmitir conteúdos. A visão dos discentes ficou prejudicada porque o contato dos mesmos com DG e GD no Ensino Básico foi pouca ou nula. Apesar disso, foi de utilidade por comprovar a existência e extensão do problema, além dos seus reflexos.

Outras razões que nos levaram a enveredar por este caminho repousam nos seguintes considerandos:

- a) por longo tempo, a educação escolar manteve em seus currículos de Ensino Fundamental e Médio, respectivamente, o DG e a GD;
- b) por quase duas décadas, fui professor das duas disciplinas, e acompanhei o longo esquecimento porque passaram, mantidas que foram em poucas instituições de ensino, até a atual situação;
- c) na condição de professor de Desenho Técnico e de outros programas de aprendizagem na área de ciências exatas, no Ensino

Superior, tenho percebido a diminuição de capacidade com que os estudantes se apresentam, principalmente no aprendizado de disciplinas que dependem de raciocínio lógico-matemático e visão espacial;

- d) a partir do enfraquecimento do ensino daquelas duas disciplinas, na década de setenta do século passado, as conseqüências não tardaram a aparecer. Algumas claramente perceptíveis, conforme constatado em sala de aula, como maior dificuldade de aprendizado das matemáticas, principalmente das geometrias. Outras, não tão claras, por ocorrerem no Ensino Superior, mas possíveis de serem relacionadas à mesma causa, como as dificuldades para aprender Desenho Técnico, Perspectiva, Física, Mecânica, Composição Formal, Representação Gráfica, e tantas outras disciplinas, gerando limitações na formação de habilidades e competências dos estudantes, acentuadamente no nível de graduação;
- e) são inúmeras as queixas de professores, pela dificuldade em ensinar os Programas de Aprendizagem (PAs) por que são responsáveis com a eficácia desejável.

1.1 Justificativa

A ênfase tão difundida de que o processo ensino-aprendizagem das matemáticas é falho, é de constatação, lamentavelmente, fácil: basta consultar os resultados de avaliações em qualquer nível de ensino ou nos processos seletivos. Que gera traumas, tanto em alunos como em familiares, e, também, em professores conscientes, todos sabemos.

A grande dificuldade reside em encontrar soluções facilitadoras que aumentem a competência do aluno para raciocinar, não nas formas de abordar a disciplina, simplesmente.

O aprimoramento do raciocínio lógico-matemático e da visão espacial, no nosso entendimento, seria uma daquelas soluções. Nesse particular, o Desenho, nas modalidades de DG e GD, emprestaria contribuições valiosíssimas, se aplicadas com propriedade e nos momentos oportunos.

Se hoje pagamos um alto preço, com reprovações e baixo rendimento, e as conseqüentes frustrações daí decorrentes, além da colocação no mercado de trabalho de

profissionais mal preparados, com pouca ou nenhuma criatividade, que mal conseguem reproduzir o que outros pensaram, é preciso agir, buscar, urgentemente, solução.

Considerando a importância daquelas disciplinas na formação do aluno, o que se buscará mostrar ao longo deste trabalho, far-se-á sugestão objetivando o seu retorno.

Com essa sugestão, procurar-se-á contribuir com parte da solução para a melhoria da eficácia do aprendizado no Ensino Superior, na área das Ciências Exatas, assim como, oferecer meios para minorar traumas conseqüentes de abordagens insuficientes e inadequadas, que resultam em reprovações e abandonos de cursos, com toda carga social conseqüente.

1.2 Objetivos Gerais

Como objetivos gerais, propor sugestões visando introduzir o DG no Ensino Fundamental e a GD no Ensino Médio, por serem momentos oportunos no que respeita às respectivas faixas etárias, conforme Piaget (1967,1983,1990).

Caso as referidas sugestões recebam acolhida, entendemos que a partir da reimplantação do DG e da GD deva melhorar a eficácia no aprendizado das matemáticas, bem como de outras disciplinas que lhes seguem na seqüência das grades curriculares.

1.3 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, pretendemos mostrar as contribuições que o DG pode proporcionar no aprendizado da Geometria Plana, da Geometria Espacial e da GD, por ser a linguagem gráfica oferecida pelo desenho representativa das operações geométricas comuns a todas elas.

Nesta etapa, tomaremos como referências, entre outros autores, Zuin (2006), Nascimento, Giunta e Neves (2006), Fernandes (2006) e Marmo (1974a).

Num segundo momento, fazer ver que a visão tridimensional despertada e aprimorada pela GD é ferramenta primordial e insubstituível no aprendizado de Geometria Espacial, Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Desenho Técnico e Perspectiva, entre outras disciplinas.

Como referência, nesta fase, entre outros autores contaremos com Marmo (1974b) e Rabello (2005).

1.4 Metodologia

No segundo capítulo, faremos várias abordagens, todas decorrentes de análises documentais, pesquisas exploratórias e experiência pessoal.

Entre as principais destacamos o título O DG e a GD no Panorama Educacional Brasileiro, enfocando histórico, aspectos legais, declínio do ensino e situação atual.

Na seqüência faremos uma breve abordagem com título de O Processo de Educar, com base, principalmente nos autores Dewey e Moraes. Nele procuramos destacar as características de maior importância para que a educação ocorra de modo eficaz, os tipos de educação e aspectos relevantes na construção do conhecimento.

Sob o mesmo título, com base nas pesquisas empreendidas por Gardner, falaremos sobre as inteligências múltiplas, em particular a lógica-matemática e a espacial.

A seguir abordaremos a Educação Matemática, para tentar entender a situação por que passa, o advento da Matemática Moderna e suas conseqüências para o ensino da Geometria, e, por fim, procuraremos mostrar a importância desta disciplina na formação do aluno, tanto pelos conteúdos, quanto pelas formas de raciocínios que proporciona.

No tópico seguinte – O DG e a GD no processo ensino-aprendizagem-, faremos estudo mais abrangente das duas disciplinas envolvendo aspectos históricos, funções, contribuições, importância das mesmas na formação do aprendiz, principalmente quanto ao desenvolvimento de competências e habilidades que estimulam hábitos de pensar e agir.

Com o título Delimitação de Faixa Etária, procuramos, à luz de estudos de Piaget, estabelecer os momentos mais oportunos para o aprendizado do DG e da GD.

Sob o título Pesquisas Exploratórias, são apreciados os resultados e analisadas as duas pesquisas mencionadas na Introdução.

Por fim, como Considerações Finais, feita a síntese dos diversos aspectos abordados no corpo da dissertação, apresentamos as sugestões que acreditamos oportunas.

2 DESENHO GEOMÉTRICO E GEOMETRIA DESCRITIVA

Inúmeras são as buscas de soluções para o que se transformou num grande problema: o retorno efetivo da Geometria, seja a plana ou a espacial, aos currículos. A ênfase na palavra efetivo prende-se ao fato de a mesma já estar prevista nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), mas não posta, de fato, em aplicação, conforme seria desejável.

Em pior situação estão o DG e a GD, os quais são vagamente mencionados. Conquanto tenham seus valores reconhecidos nos meios acadêmicos, foram alijados dos currículos de modo silente e, até o momento, não mereceram nada além de meras referências nos PCN, como metas de aprendizado a serem atingidas, sem indicação de como chegar a elas.

Com o advento dos recursos de multimídia, muitas tentativas têm sido feitas com o objetivo de promover o retorno do DG e da GD, como se pode comprovar pelos diversos artigos veiculados em revistas da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e endereços eletrônicos.

Há trabalhos na forma de artigos, dissertações e teses, que mostram a possibilidade de utilização daqueles recursos no aprendizado da Geometria, do DG e da GD. No entanto, no nosso entendimento, em sua maioria são paliativos, e aplicados extemporaneamente, pois se concentram no Ensino Superior, quando o momento oportuno seria, como historicamente ocorria, no Ensino Básico.

2.1 O DG e a GD no Panorama Educacional Brasileiro

Os focos principais deste trabalho são o DG e a GD. Como entre eles e a Geometria há um forte e indissociável elo, e estando o aprendizado das três disciplinas comprometido no quadro educacional atual, resolvemos, inicialmente, abordá-las em conjunto.

Na seqüência faremos um levantamento histórico com objetivo de promover uma visão contextualizada das três disciplinas no panorama educacional brasileiro, para poder inferir acerca dos problemas que permeiam suas abordagens na atualidade.

2.1.1 Histórico Sucinto

Por influência da reforma educacional promovida pelo Marquês de Pombal,

em Portugal, a Geometria chegou até o Brasil pelas mãos dos jesuítas.

A disciplina foi implantada em 1771 na Capitania de São Paulo e em 1779 na de Pernambuco. (ULBRICHT, 1992).

Com a intenção de D. João VI de implantar tecnologia e ciência na Colônia, em 1812, quatro anos após a chegada da Família Real, a GD começa a ser ensinada na Real Academia Militar. Em 1816, com a chegada da Missão Francesa no Brasil e a fundação da Real Academia de Belas Artes, houve novo impulso no ensino da GD. (ULBRICHT, 1994).

Os anos de 1882 e 1883 foram marcados por ampla reforma educacional nos ensinos primário, secundário e superior, que vigorou por trinta anos. Por proposta de Rui Barbosa, defensor da educação técnica como forma de atingir o desenvolvimento industrial e promover o progresso do país, houve uma valorização do desenho nos dois primeiros níveis de ensino. (VIEIRA, 2005).

A Reforma Benjamim Constant, que seguiu a anterior, promoveu adaptações no sentido de dar uma característica prática ao ensino, buscando torná-lo científico e ativo.

No Ensino Primário havia Desenho, que era parte de Geometria Prática. No Secundário o programa de Geometria era amplo, abrangendo GD, Teoria das Sombras, Perspectivas, Álgebra e Cálculo diferencial e integral. Tal era a importância da Geometria, que seus conhecimentos eram exigidos para ingresso nos Cursos Jurídicos, na Escola de Belas Artes e nos Cursos de Cirurgia. (VIEIRA, 2005).

Com o advento do Código Fernando Lobo (1892), o enfoque do ensino passou a ser o ingresso no nível superior, não mais o desenvolvimento industrial. (ULBRICHT, 1992).

Nas primeiras décadas do século passado, o DG e o Desenho Figurado (desenho ornato ou arte decorativa) eram praticados no chamado ensino de 1º grau, que compreendia quatro anos de curso primário mais quatro de secundário. (ULBRICHT, 1992).

No ano de 1911, com a implantação da Lei Rivadávia Correa, nova reforma abala o ensino. Por ela a educação passa a gozar de autonomia didática e administrativa. (ULBRICHT, 1992).

Por força desta reforma e até 1971, o ingresso nas escolas secundárias dependeria de processo seletivo denominado exame de admissão. Para ingresso às escolas de nível superior, foi implantado o exame de capacitação, atual exame vestibular.

A referida lei estabelece dois marcos importantes para o sistema de ensino: foi responsável pela perda de uniformidade dos currículos e pelo afastamento do Estado da

fiscalização do ensino.

O efeito da aplicação daquele instrumento legal foi a desorganização do ensino o que resultou na implantação de nova reforma denominada Carlos Maximiliano que, a partir de 1915, tornou o Estado, novamente, responsável pelo controle do ensino, com manutenção de autonomia administrativa das escolas. (ULBRICHT, 1992).

Segundo Marques (2005), pela Reforma Francisco Campos, proposta pelo Decreto nº 19.890, de 18 de abril de 1931 e consolidada pelo Decreto nº 21.241 de 14 de abril de 1932, a grade curricular do ciclo Fundamental do Curso Secundário, com quatorze disciplinas dispostas em cinco anos, a de Desenho, juntamente com outras quatro, estava presente em todas as séries.

No Ciclo Complementar, com duas séries, instituído pela Reforma Campos, destinado à preparação para ingresso em escolas superiores, o Desenho estava presente na 2ª série para candidatos aos cursos de Engenharia e Arquitetura.

2.1.2 Legislação Recente

Sob este título faremos uma apreciação da legislação a partir de 1942 até hoje. Assim procedendo, pensamos descobrir causas e momento em que o ensino do DG e da GD passou a declinar. Nosso objetivo é buscar entendimentos que possam embasar sugestões.

O Decreto Lei 4.244, de 09 de abril de 1942, Lei Orgânica do Ensino Secundário, no artigo 2º, estabelecia dois ciclos para o ensino secundário: o primeiro compreendia o curso ginásial, com duração de quatro anos, e o segundo os cursos clássico e científico, cada um durando três anos. O clássico voltado de modo mais acentuado para a filosofia e línguas antigas e o científico para as ciências. O ginásial correspondendo aos terceiro e quarto ciclos do atual fundamental e o científico e clássico ao Ensino Médio de hoje. (BRASIL, 1969).

A disciplina de Desenho era prevista nas quatro séries do ginásio (artigo 11) e nas duas últimas do científico (artigo 15). Deve ser lembrado que no ginásio o desenho ministrado era basicamente o geométrico, conforme os livros didáticos da época, e, no colégio, a GD.

Quanto aos programas, o artigo 18 proclama: “Os programas das disciplinas serão simples, claros e flexíveis, devendo indicar, para cada uma delas, o sumário da matéria e as diretrizes essenciais”. (BRASIL, 1969).

No parágrafo único do referido artigo há, ainda, a seguinte ressalva: “Os programas de que trata o presente artigo serão sempre organizados por uma comissão geral ou por comissões especiais, designadas pelo Ministro da Educação, que os expedirá”.

O Decreto-Lei nº 8.529, de 2 de janeiro de 1946, Lei Orgânica do Ensino Primário, estabelece em seu artigo 7º que o curso primário elementar, com quatro anos de estudos, compreenderá, entre outras disciplinas, no item V, a de Desenho. Para primário complementar, de um ano, também entre outras disciplinas, no item VI, a de Desenho. (BRASIL, 1969).

A Lei 4.024, de 20 de dezembro de 1961, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no § 1º do artigo 35, diz que compete ao Conselho Federal de Educação (CFE) indicar para todos os sistemas de Ensino Médio (secundário, compreendendo ginásial e colegial, técnico e magistério para o ensino primário e médio), até cinco disciplinas obrigatórias, cabendo aos conselhos estaduais de educação completar o seu número e relacionar as de caráter optativo que poderiam ser adotadas pelos estabelecimentos de ensino. Havia DG nas quatro séries do Ensino Ginásial e GD nos três anos do Ensino Colegial. (BRASIL, 1961).

A Lei 5.540, de 28 de novembro de 1968, Lei da Reforma Universitária (LRU), no seu artigo 21, estabelece:

O concurso vestibular, referido na letra “a” do artigo 17, abrangerá os **conhecimentos comuns** às diversas formas de educação do segundo grau, sem ultrapassar este nível de complexidade, para avaliar a formação recebida pelos candidatos e sua aptidão intelectual para estudos superiores (BRASIL, 1968, grifo nosso).

A referida lei recomenda a unificação do exame vestibular, o que foi adotado a partir de 1972. Tanto o DG como a GD foram eliminados do referido concurso, pois eram disciplinas que não constavam de todas as formas de educação de segundo grau, desde a LDB 4.024/61.

Segundo Rabello (2005) DG, GD, além de Perspectiva, eram assuntos que compunham a prova de desenho nos vestibulares de engenharia e arquitetura de todo o país, até meados de 1970, quando o ensino praticamente foi banido.

Rabello (2005) lembra, ainda, que, com o advento das provas de múltipla escolha no vestibular e da desobrigação do ensino de Desenho no Ensino Básico, deixou de ser exigida comprovação de conhecimento nessa área.

Com isso, segundo o autor, tanto os estabelecimentos de ensino público quanto os particulares retiraram o desenho dos currículos. Segundo seu julgamento, as razões

dos primeiros seria a histórica falta de professores habilitados e a dos segundos de ordem econômica.

Em face das inovações curriculares introduzidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 11 de agosto de 1971, que tomou o nº 5.692, a elaboração dos currículos passou a ser encargo de Comissões Estaduais, que, também, se encarregavam de definir os mecanismos de implantação dos mesmos. A atuação do Ministério de Educação e Cultura (MEC) passou a ser menos centralizadora e mais indutiva das soluções curriculares. (BRASIL, 1971).

Foi pela LDB 5.692/71 que o Desenho - DG e GD – nos níveis de 1º e 2º graus, atuais fundamental e médio, foi substituído, na grade curricular do ensino público, por Educação Artística. Permaneceu nos cursos técnicos e industriais.

Rabello (2005, p. 50) lembra que o MEC tornou obrigatória a inclusão da disciplina de Educação Artística no segundo segmento do Ensino Fundamental (5ª a 8ª séries).

Segundo o autor, “Equivalente à educação musical ou às artes cênicas, o Desenho é tratado na sua forma mais elementar, sendo incluído ou excluído conforme as conveniências do momento”.

Destaca que o DG e a GD “têm base conceitual matemática, não possuindo, em tese, afinidade estrutural com a área artística, salvo quanto à beleza das representações gráficas”, mas lembra que as noções básicas desses ramos do desenho, mais a Perspectiva, são essenciais ao ensino da escultura e da pintura. (RABELLO, 2005, p. 50).

Segundo Zuin (2006), o Desenho tornara-se uma disciplina optativa da parte diversificada do currículo o que permitiu a muitas escolas abolirem o ensino de construções geométricas, ensinadas no DG.

Entretanto, outros estabelecimentos de ensino, mesmo sem objetivo de formação técnica, a maioria particular, mas alguns públicos, mantiveram as duas disciplinas nos seus programas com objetivo de proporcionar ensino de qualidade. (ULBRICHT, 1992).

Na atual LDB, que tomou o nº 9.394, editada em 20 de dezembro de 1996, consta, entre outras inovações, no artigo 9º, ser incumbência da União estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum. Traça orientações específicas sobre o planejamento curricular nos artigos 26, 27e 28, e determina que os currículos deverão abranger o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento

do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil. (BRASIL, 1996).

Importante salientar o disposto no caput do artigo 32 da LDB 9.394/96 que situa a formação básica do cidadão como objetivo do Ensino Fundamental, determinando que ela se processe pelo desenvolvimento da capacidade de aprender, pelo domínio pleno da leitura, da escrita e do cálculo.

Já o Ensino Médio, etapa final da formação básica, pelo artigo 35, tem por finalidade desenvolver o educando, assegurando-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

2.1.3 Parâmetros Curriculares Nacionais

Sob o título Objetivos do Ensino Fundamental, os PCN desse nível de ensino (BRASIL, 1998), entre outros destaca que o aluno deverá saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos;. Deverá desenvolver competência para questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, para o que utilizará o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação.

Na Parte I, Bases Legais, dos PCN do Ensino Médio (BRASIL, 1999), sob o título “O Novo Ensino Médio”, é recomendado que a formação do aluno deve ter como enfoques a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação.

Na seqüência complementa que neste nível de ensino é proposto a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.

A instituição dos PCN, seja para o nível fundamental, seja para o médio, visa estabelecer diretrizes que produzam orientações gerais e posturas para os diferentes executores da ação de ensinar.

Há, como se depreende da leitura dos mesmos, uma maior liberdade na adoção de currículos. Como conseqüência, é de se esperar uma disparidade enorme de conteúdos, nem sempre encadeados na melhor seqüência e/ou abrangendo os tópicos

essenciais de cada disciplina, o que poderá produzir resultados negativos na formação do aluno.

Tal liberdade, que deixa a cargo dos próprios estabelecimentos de ensino a adoção de currículos, produz discrepâncias e lacunas na educação básica, que acabam por deixar os alunos num nível de competência inferior àquele objetivado nos próprios PCN.

Segundo Cavalcante (2006), que se declara sem pretensão de entrar no mérito dos aspectos filosóficos e educacionais que presidiram a implantação da LDB 9.394/96, dela resultou uma fragmentação da organização educacional no país. Tida como descentralizadora, ela preconiza que caberá a cada instância governamental (União, Estados, Municípios e Distrito Federal) a organização dos seus respectivos sistemas de ensino, em regime de colaboração. Ao MEC, caberá o papel de formulador de políticas e planos educacionais, contando com o assessoramento do Conselho Nacional de Educação (CNE) que passa a ter funções normativas e de supervisão.

Ao proceder à análise pormenorizada do referido texto legal, Saviani (1999, apud CAVALCANTE, 2006, p. 14) destaca dois objetivos implícitos no referido documento, aos quais denomina "objetivos proclamados" e "objetivos reais".

[...] A função de mascarar os objetivos reais através dos objetivos proclamados é exatamente a marca distintiva da ideologia liberal, dada a sua condição de ideologia típica do modo de produção capitalista o qual produziu, pela via do "fetichismo da mercadoria" a opacidade nas relações sociais.

No nosso entendimento, repete-se a perda de uniformidade de currículos o que pode levar à desorganização do ensino, conforme já acontecera em 1911, com a Lei Rivadávia Correa.

Imaginamos os prejuízos que possam advir para os alunos, no caso de transferências para outro estabelecimento de ensino, o que é hoje muito comum, pela própria dinâmica social. Ficando a mercê de currículos variados, as perdas de anos para contornar as diversas situações e poder acompanhar os cursos devem ser grandes.

É de se prever que essas situações contribuam para os elevados índices de repetência, evasão e defasagem idade/série e acabem por gerar traumas e desinteresses. Lamentavelmente, não há dados do MEC a respeito da influência da variedade de currículos naqueles índices.

Entretanto, a gravidade expressa nas estatísticas gerais são alarmantes. Segundo Ferreira (2004, p. 7), em 2004, "apenas 33% dos jovens de 15 a 17 anos, faixa etária adequada ao ensino médio, estão matriculados nessa etapa de escolarização".

A autora, citando dados da Sinopse de Educação Básica de 2003, divulgada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais/MEC, informa que, em 2002, no Ensino Fundamental regular, houve 4 milhões de alunos reprovados, 2,8 milhões de abandonos, 27,8 milhões de aprovados e 2,8 milhões de concludentes. Como se percebe, naquele ano, o número de concluintes igualou o de evadidos.

Lembra Ferreira (2004, p. 8), com muita propriedade, que,

Quando se fala em exclusão escolar, a primeira coisa em que se pensa é na criança que está fora da escola, mas essa não pode ser considerada a única forma de exclusão escolar: também quem a freqüenta, mas nada ou quase nada aprende, ficou expropriado dos conhecimentos mínimos necessários ao exercício e gozo da cidadania. Portanto, a má qualidade do ensino oferecido deve ser vista como um dos mecanismos de exclusão social.

2.1.4 Declínio do Ensino

É impossível estabelecer com precisão o momento em que os ensinos do DG e o da GD começaram a decair.

Segundo Zuin (2006, p. 1),

O ensino do Desenho permaneceu oficialmente por 40 anos consecutivos nos currículos escolares – de 1931 a 1971. Essa situação se manteve, apesar de que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961 propusesse opções de currículo onde o Desenho não era disciplina obrigatória. Vemos surgir, nesta época, os primeiros sinais de desprestígio dessa área do conhecimento.

Em nenhum momento foi questionada a importância daquelas disciplinas, nem houve qualquer justificativa na LRU 5.540/68 para não constarem do vestibular. Mas, segundo Rabello (2005, p. 49) “tornar a prova de desenho a grande vilã dos vestibulares foi um sério malefício causado ao ensino de geometria descritiva no final dos anos 70 e início da década seguinte”.

Segundo o autor, a solução encontrada para evitar a figura do candidato excedente naqueles concursos foi acabar com a nota mínima e criar o critério classificatório, dificultando ao máximo a prova de desenho.

Zuin (2006, p. 1) alerta para outra conseqüência direta da LDB 5.692/71:

Outro ponto importante a ser destacado é que as construções geométricas com régua e compasso não mais seriam obrigatórias nos concursos vestibulares de Arquitetura e Engenharia na década de 70. Estes fatos se entrelaçam fortalecendo o abandono do Desenho Geométrico em escolas do ensino básico.

Temos, assim, algumas causas prováveis. Outras poderiam ser acrescentadas, como a perda de posição da Geometria, relegada a quase abandono, pela implantação da Matemática Moderna. Conforme Miguel; Fiorentini e Miorin (1993, apud ZUIN 2006, p. 8)

“a tentativa de substituir a abordagem preponderantemente euclidiana da geometria por mais atualizada e rigorosa fracassa e, como conseqüência, o seu ensino – quando não abandonado – passa a assumir uma abordagem eclética”.

A autora destaca que, a partir da segunda metade da década de 70 começam a surgir críticas ao Movimento da Matemática Moderna e buscas de solução para o ensino da Matemática, muitas destas relativas ao ensino da geometria, que se tentava recuperar e que passou a ser preocupação dos educadores matemáticos no final daquela década.

Mas foi a partir da LRU 5.540/68, que o ensino do DG e da GD começou a decair vertiginosamente, tanto nas escolas públicas, como nas particulares, beirando a extinção. No nosso entendimento, foi uma decisão que resultou em conseqüências trágicas para o desenvolvimento do Brasil. Justamente na época em que nosso país dava passos mais resolutos em direção ao desenvolvimento industrial e, por causa disso, passava a necessitar de quadros qualificados na área tecnológica, para poder absorver conhecimentos e pensar de forma criativa e independente das matrizes multinacionais.

Nas licenciaturas em matemática, os programas passaram a reservar carga horária diminuta para as disciplinas de DG e GD. Com isso a formação de professores nessas áreas tornou-se precária. Logo eles que necessitam tanto de raciocínio lógico-matemático e visão espacial desenvolvidos para aprofundar seus conhecimentos nas demais disciplinas do curso.

Quanto à formação dos alunos, o que se percebe é um desequilíbrio, com prevalência para o raciocínio verbal em detrimento do lógico-matemático e do espacial.

Até o momento pouco foi conseguido, embora comecem a aparecer, aqui e ali, reações de várias áreas de ensino em busca de reversão deste quadro. Segundo Zuin (2006, p. 8).

A defesa do ensino das construções geométricas acontece em 1981 – reunindo 400 participantes, entre especialistas na área, professores e acadêmicos – com a realização do **II Congresso Nacional de Desenho**, em Florianópolis. Muitas discussões e debates propuseram ao retorno, obrigatório, do ensino do Desenho no ensino básico. Este deveria ter carga-horária específica, sendo uma disciplina autônoma – ou seja, as construções geométricas não deveriam ser trabalhadas pelos professores de Educação Artística (esta continuava sendo obrigatória nos currículos) (grifo da autora).

Como superar situação deste porte? Imaginamos difícil considerando o tempo decorrido e a quase ausência de professores habilitados nas referidas disciplinas.

Somente em 1998, com a implantação dos PCN de Matemática para 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, percebe-se, pela leitura dos mesmos, que há preocupação com o ensino das construções geométricas, pois é proposto o traçado geométrico com régua e

compasso, reabilitando uma forma de trabalhar a geometria que estava esquecida em diversas instituições de ensino básico do país. (ZUIN, 2006).

2.1.5 Situação Atual

Segundo Rabello (2005, p. 50), referindo-se à falta de DG e GD na formação básica do aluno, “[...] é possível calcular a dimensão do problema. Salvo raras exceções, os alunos que ingressam no ciclo básico, especialmente os do curso de engenharia, não distinguem ângulos de um esquadro”.

Na busca de compensação pela ausência do DG e da GD nos ensinamentos fundamental e médio, as faculdades de Engenharia, Arquitetura, Desenho Industrial, Matemática, enfim, aquelas que se destinam a formar alunos em nível superior na área de ciências exatas, colocam em seus currículos DG e GD para compensar a situação de quase ou total desconhecimento de conteúdo nestas áreas.

A abertura de espaço nas grades curriculares para aquelas disciplinas, segundo Rabello (2005, p. 51), não soluciona o problema. A respeito desta tentativa de solução, que no nosso entendimento é cabível, mas paliativa, assim se manifesta, falando sobre a GD:

É, pois, difícil fazer com que esses jovens absorvam, em 60 horas-aula, conhecimentos de um assunto cujo conteúdo era dado em pelo menos dois anos de ensino básico. Se acrescentarmos a isso o fato de nunca terem trabalhado com desenho geométrico, as dificuldades são ainda maiores. O abismo se agiganta na parte específica do desenho que envolve curvas especiais, interseções e desenvolvimento de superfícies, de interesse direto da engenharia.

Sobre o assunto podemos manifestar nosso testemunho. Em 1992, criado o Curso de Engenharia Elétrica na PUCPR, fomos convidados a lecionar Desenho I e II, com 90 horas-aula, cada um.

O conteúdo de Desenho I era DG, abordado com régua e compasso, e GD. Desenho II abrangia Desenho Técnico e Perspectiva.

Duas constatações pode-se fazer. Os alunos, exceção feita aos que provinham de cursos técnicos, não dispunham de conhecimentos mínimos de DG e GD e apresentavam dificuldades para aprendê-los num prazo tão curto. Por outro lado, não conseguiam desenvolver raciocínio espacial adequado para abordar os conteúdos de Desenho II.

Atualmente, como professor de Desenho Técnico no mesmo curso, percebemos que a situação se agravou. Em primeiro lugar, porque os alunos continuam com as mesmas dificuldades, senão maiores, e, em segundo lugar, porque a carga horária diminuiu para 72 horas-aula, e o conteúdo foi reduzido para Desenho Técnico e Perspectiva, apenas.

Sem domínio dos conhecimentos e habilidades oferecidos pelo DG e da visão espacial tridimensional propiciada pela GD, o processo ensino-aprendizagem ocorre de modo insatisfatório. Como conseqüência, é de se esperar que tenham de despender esforço muito maior para abordar em profundidade e com proveito os PAs que dependem daquelas competências.

Segundo Rabello (2005, p. 51), referindo-se à GD no Ensino Superior, “aumentar a carga horária da disciplina para suprir deficiências do ensino médio é transferir para o aluno uma parcela de culpa pela qual ele não pode ser responsabilizado. Além disso, o curso de engenharia não é só desenho”.

De nossa parte entendemos que, além de não solucionar o problema, esta medida provoca outros transtornos. Um deles seria a perda de horas-aula na programação principal de outras disciplinas básicas e aplicativas. Outro seria o aprendizado em pouco tempo, gerando conhecimentos superficiais dos conteúdos.

No Ensino Básico, pela falta do DG e da GD, quantos conteúdos deixaram de ser aprendidos ou o foram deficientemente, produzindo mau aproveitamento nas disciplinas que deles dependiam? No nosso entendimento, é de se prever um desastroso efeito cascata, gerando lacunas a cada ano de curso, com prejuízos no aprofundamento do aprendizado, o que acaba por refletir no nível superior e dificultando o almejado aprender a aprender.

2.2 O Processo de Educar

Estamos em permanente processo de educação. Viver é educar-se. Desde o nascimento até o momento último, o ser humano pode aprender, portanto, se o desejar, pode, também, educar-se. É claro que tanto a velocidade do aprendizado quanto a eficácia com que ocorre variam de pessoa a pessoa e, num mesmo indivíduo, o aprendizado se dá de forma bem mais acentuada enquanto ele é jovem, pois é o momento em que se encontra naturalmente com maior disposição e competência para assimilar. À medida que envelhece, seja em razão do desgaste orgânico ou por já haver atingido, no seu julgamento, uma posição confortável, a assimilação diminui, mas não cessa.

Sanchez (1995, p. 15), referindo-se ao processo de educar, destaca a complexidade do mesmo citando Morin, e sintetiza que “os jogos do conhecimento analógico e lógico, concreto e abstrato, cogitação e computação, compreensão e explicação, vistos como opostos, são na realidade, complementares e inseparáveis”. E complementa, dizendo que tais “pares estão inseridos em dois grandes sistemas de pensamento: o simbólico, mitológico e

mágico de um lado e o racional, empírico e lógico de outro, os quais podem ser sintetizados pelos dois eixos – Mytos e Logos”.

2.2.1 Educação Tácita e Escolar

O projeto de educar pode ser considerado sob três ângulos: o da transmissão, que é o projeto cultural e que objetiva assegurar a ligação entre as gerações; o da formação do cidadão, que é o projeto político e que busca construir um espaço público devotado à pesquisa da verdade e da igualdade; por último, o que busca aflorar a humanidade no homem, que é o projeto filosófico, e que visa desenvolver o espírito crítico, facultando a cada um a capacidade de pensar por si mesmo.

Na educação informal, até bem pouco tempo, quando a chamada hipermídia não se havia implantado, o processo de aprendizado se dava com base na transmissão de informações que nasciam de conhecimentos adquiridos a partir do senso comum, também chamado vulgar ou popular, baseado em crenças, tradições e experiências imediatas. Era uma educação espontânea que acontecia pelas relações tramadas no cotidiano ou, quando intencional, tinha características de instrução, pois visava aplicação imediata. O que se aprendia visava incluir funcionalmente o aprendiz no grupo social, a fim de cumprir com os afazeres que lhe permitissem dar continuidade à vida.

Pode-se acrescentar, no entanto, concordando com Dewey (1978), que educação é vida, não preparação para a vida, que ela sempre houve, muito antes do advento da escola, e que, mesmo havendo escola, principalmente nos tempos atuais, pela rapidez e riqueza de informações com que as comunicações ocorrem, ela acontece permanentemente, e mais fora que dentro do ambiente escolar.

Para tirar o maior proveito da educação informal, nesse processo de educação permanente, em outras palavras, para que o aluno possa aprender a aprender a partir da educação tácita, necessário se torna que a escola, em qualquer nível de ensino, lhe proporcione as competências.

Segundo Sebastiani (2001), no antigo Egito, além das funções de registrar os fatos históricos e econômicos, cabia aos escribas a missão de ensinar os sucessores do faraó. Como se vê, é bem antiga a prática da educação formal e, também, seletiva.

Referindo-se aos primórdios da civilização grega, Sebastiani lembra que a educação era encargo de professor que transmitia o saber em suas próprias academias, mas, ainda, para grupo seletivo de alunos. Assim aconteceu com Pitágoras, Sócrates, Platão,

Aristóteles, dentre outros. Neste caso o discípulo não estava sendo preparado para função de estado. Havia interesse na aquisição do conhecimento.

Na Magna Roma, segundo Sebastiani, o ensino era ministrado aos nobres por sábios gregos, que permaneciam na condição de escravos. O ato de ensinar era atribuído a indivíduos em posição social menos privilegiada, conquanto o de aprender era privilégio da camada social mais destacada.

Por fim, o autor destaca que, em qualquer dos momentos acima referidos, o ofício de ensinar era praticado por quem, reconhecidamente, detinha o saber.

Hoje, a educação, muito mais democratizada, atravessa fase difícil, tanto para professor quanto para aluno. São tantas as informações, tão pouco tempo para aprendê-las com a profundidade desejada, que as missões de ambos os partícipes do processo de educar está sendo frustrante.

As sociedades civilizadas de hoje ganharam tal complexidade que a participação direta da criança na vida adulta torna-se absolutamente impossível. Considera-se que nos últimos cinquenta anos houve mais produção de conhecimento que o produzido em todo o período anterior.

Tomando-se por referência aproximada que as primeiras escritas datam de trinta mil anos, que a razão aflorou por volta de três mil anos e que a ciência tem seu início datado de pouco mais de trezentos anos, esse curto período tem produzido conhecimento a uma taxa expressiva. Comparado ao período da razão, foi da ordem de seis mil vezes maior.

Referindo-se a essa situação Anísio Teixeira, no estudo introdutório à obra *Vida e Educação* de Dewey assim se expressa: “Hoje, a civilização ganhou inexprimível complexidade, constituindo-se em uma série de artes, de ciências e de instituições que somente anos de estudo nos habilitam a compreender e a praticar”. (DEWEY, 1978, p.24).

Cresce, deste modo, enquanto avança a cultura social, a necessidade da educação direta da infância. Passa a ser necessário implantar escolas, estudos e professores: todo um mecanismo especializado e sistemático, para fornecer aquilo que a vida, diretamente, não pode ministrar de forma eficaz, ou seja, num tempo adequadamente curto, de forma precisa e que resulte proveitosa.

Comentando sobre a teoria de educação de Dewey, Teixeira considera que seu grande valor consistiu em restaurar o equilíbrio entre a educação não formal recebida diretamente da vida, e a educação formal praticada nas escolas, integrando a aprendizagem obtida na escola com aquela absorvida nas experiências sociais.

Confirmando a apreciação de Teixeira, Dewey (1959, p. 199) assim se manifesta:

De fato, a tarefa da educação poderia ser definida como emancipação e alargamento da experiência. A educação toma o indivíduo enquanto relativamente plástico, antes que experiências isoladas o tenham cristalizado a ponto de torná-lo irremediavelmente empírico em seus hábitos mentais.

Moraes (1997) considera que a educação formal deve desenvolver todos os possíveis potenciais intelectuais de modo a impedir que talentos sejam desperdiçados. A autora preconiza que a educação ofertada pela escola deve superar os limites de desenvolver, apenas, as habilidades básicas relacionadas com a leitura, a escrita e o cálculo, pois a multiplicidade e a diversidade das capacidades humanas é que constituem a grande riqueza da humanidade.

Tomando por base o ponto de vista da autora, entendemos que o DG e a GD estão entre as capacidades a serem trabalhadas na escola, não podendo ser descartadas, sob pena de prejuízo para o pleno desenvolvimento do aluno.

No entendimento de Moraes (1997, p. 42), conquanto a visão cartesiana do mundo esteja sendo questionada, sabe-se que o sucesso de tais proposições permitiu o desenvolvimento científico-tecnológico de que se desfruta no mundo atual, e que a ciência moderna tem possibilitado grandes saltos evolutivos na história das civilizações. Exemplifica como um desses saltos “a democratização do conhecimento, pelo surgimento de técnicas extremamente eficazes para a construção de novos conhecimentos e pela presença de um espírito científico de investigação aberta e validação pública do conhecimento”.

Segundo Moraes (1997), a dependência do ser em relação ao seu ambiente geral, ou seja, o contextualismo, é importante para a integração sujeito-objeto no processo de observação que ocorre na educação.

A autora acrescenta que segundo Prigogine (1986, apud MORAES, 1997, p. 63), “a realidade só será revelada ao indivíduo através de uma construção ativa na qual ele participa”, o que sugere sérias implicações educacionais.

Moraes alerta que Piaget e Dewey também consideram o conhecimento como processo em um contexto dinâmico de vir-a-ser, do que decorre uma reorganização reflexiva que permite a passagem de um conhecimento mais simples para um conhecimento mais complexo.

Para entender como se processa a construção do conhecimento, procuramos apoio no pensamento de Moraes (1997, p. 90), que assim se expressa:

Para Piaget [...] o fio condutor de sua obra, o seu eixo central, é a idéia de que o conhecimento não se origina na percepção, mas nas ações do sujeito. O conhecimento não decorre nem do sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já construídos, mas resulta das interações produzidas entre os dois. O conhecimento procede de uma interação solidária entre sujeito e objeto, da ação do sujeito sobre o objeto, das transformações que ocorrem entre ambos.

Lembrando que conhecimento não é algo que se transmite, mas que é construído mediante ação global do sujeito sobre o objeto, constituído pelo seu meio físico ou social e pela repercussão dessa ação sobre si mesmo, Moraes (1997, p.140) lembra que,

Conhecer um objeto, segundo Piaget (1974), é agir sobre ele, transformá-lo, apreendendo os mecanismos dessa transformação vinculados com as ações transformadoras. É por meio do aprendizado, da interação sujeito-objeto, sujeito-mundo que o indivíduo assume o comando de sua própria vida.

A autora, na mesma obra, novamente refere-se a Chiarottino (1984), lembrando que de acordo com aquele autor Piaget distingue aprendizagem de conhecimento: enquanto que aprender é saber realizar, conhecer é compreender e distinguir as relações necessárias e atribuir significado às coisas, levando em conta não apenas o atual e explícito, mas também o passado, o possível e o implícito. (MORAES, 1997, p. 139).

É preciso que exista algo conhecido para que o novo - uma situação, um problema, uma realidade ou um objeto - seja assimilado. Segundo Moraes (1997, p. 144) “É importante observar que, para assimilar algo, é preciso que haja um esquema prévio, pois a assimilação só ocorre se existe um esquema anterior. Disso decorre que não se aprende nada que seja inteiramente novo”.

Em parágrafo anterior vimos o conhecimento como processo decorrente de uma reorganização reflexiva, para que houvesse a passagem de um conhecimento mais simples para um conhecimento mais complexo.

A palavra reflexão cuja grafia em latim é *reflexio*, tem, entre outros significados, aquele que melhor se adapta nessa abordagem que é: atividade do espírito que reflete, que examina e compara os pensamentos.

Dewey (1959, p.13), de modo claro e objetivo refere-se ao pensamento reflexivo como “a espécie de pensamento que consiste em examinar mentalmente o assunto e dar-lhe consideração séria e consecutiva”. E complementa dizendo que o pensar reflexivo, “[...] abrange: (1) um estado de dúvida, hesitação, perplexidade, dificuldade mental, o qual origina o ato de pensar; e (2) um ato de pesquisa, procura, inquirição, para encontrar material que resolva a dúvida, assente e esclareça a perplexidade”. (DEWEY, 1959, p. 22).

Sobre a reflexão, o mesmo autor, em busca de definição, tece as seguintes considerações:

A reflexão não é simplesmente uma seqüência, mas uma conseqüência – uma ordem de tal modo consecutiva que cada idéia engendra a seguinte como seu efeito natural e, ao mesmo tempo, apóia-se na antecessora ou a essa se refere. As partes sucessivas de um pensamento reflexivo derivam umas das outras e sustentam-se umas às outras; não vão e vêm confusamente. (DEWEY, 1959, p. 14).

Desse modo, podemos inferir que a reflexão subentende a crença ou não em alguma coisa, menos por causa dela própria e mais por intermédio de alguma outra que lhe sirva de testemunho, evidência, prova, documento ou garantia, em suma, de fundamento de convicção.

Torna-se evidente que a educação, para que produza efeito intelectual, precisa estar relacionada com o cultivo da reflexão, o que implica substituir os métodos de pensar mais livres por outros mais restritos, sempre que possível.

Em outras palavras, para que a experiência educativa ocorra com eficácia deverá estar impregnada de manifestação inteligente, o que se consegue quando ocorre o pensamento reflexivo, pois é por ele que são percebidas as relações e continuidades antes não vislumbradas.

Mais uma vez Dewey (1978, p. 17), em tom esclarecedor, estimulante e convidativo lembra que “Todas as vezes que a experiência for assim reflexiva, isto é, que atentarmos no antes e no depois do seu processo, a aquisição de novos conhecimentos, ou conhecimentos mais extensos do que antes, será um dos seus resultados naturais”.

Outro elemento importante na construção do pensamento é a abstração (*abstractio*, na origem latina), cujo significado pode ser entendido como operação intelectual que consiste em isolar um dos caracteres de qualquer coisa, e considerá-lo independentemente dos outros.

Contaremos com a lucidez de Dewey (1959, p. 198) para aprofundar o entendimento do significado de abstração.

A abstração é elemento indispensável, mesmo ao pensamento comum. Encontra-se em toda análise, em toda observação que destaque, imprimindo-lhe clareza, uma qualidade entre a vaga mancha em que se achava absorvida. Mas a abstração científica lança mão de relações, que, em nenhum caso, seriam percebidas pelos sentidos.

O mesmo autor, buscando aprofundar o entendimento da definição diz que “o valor lógico da abstração consiste, porém, em captar alguma qualidade ou relação absolutamente não apreendida antes, fazendo-a aparecer”. (DEWEY, 1959, p. 199).

Abstrair, segundo um dos significados extraídos de dicionário da Língua Portuguesa, consiste em considerar isoladamente coisas que se acham unidas.

Para Dewey (1959, p. 199), “O ato de abstrair emancipa a mente dos aspectos familiares predominantes que, pela sua familiaridade mesma, a imobilizam”, impedindo avanços.

Noutro trecho Dewey (1959, p. 199), destaca que, “Através da abstração, o espírito torna-se capaz de mergulhar no que já é conhecido, em busca de alguma qualidade ou relação não conhecida, mas, intelectualmente muito mais importante, por possibilitar uma inferência mais analítica e mais extensa”.

Pelo exercício da abstração, conseguimos libertar a imaginação para a prática de visão de realidades e possibilidades que não podem manifestar-se nas condições normais da percepção sensorial. E é ela, a imaginação, que abre possibilidade de penetração definida no remoto, no ausente, no obscuro, o que consiste seu objetivo, complementando e aprofundando a observação.

2.2.2 Informação e conhecimento

Informação (do latim *informatio*) tem, entre outros, os seguintes significados: ação de informar; notícia recebida ou comunicada; ação de informar alguém; dados sobre alguém ou alguma coisa; instrução, orientação, direção; espécie de investigação a que se procede para verificar um fato.

A informação, ponto de partida para a educação, pode ser obtida por amplos e variados modos.

O meio mais comum de aquisição, sem dúvida, ocorre pela leitura de livros, jornais e revistas, mas, também pelos noticiários e programas veiculados pelo rádio, pela televisão e, atualmente, com grande intensidade, pela Internet, a rede mundial de comunicação via computadores, que coloca o mundo à nossa disposição, onde quer que nos encontremos.

A informação ainda pode ser adquirida por intermédio de conversas, com ajuda de tecnologia, e mesmo por simples observação.

Quanto ao conhecimento (da origem latina *cognoscere*), apresenta várias acepções, entre as quais, destacamos: ato ou efeito de compreender, de conhecer as propriedades, as características, os traços específicos de alguma coisa; entendimento; intuição; operações pelas quais a mente procede à análise de um objeto, de uma realidade, de modo a definir sua natureza; apreciação; discernimento; conjunto dos domínios onde se exerce a aprendizagem; exercício filosófico ou científico de obtenção do saber.

O conhecimento, consolidação da educação, para ser alcançado, exige não só a informação, conseguida por qualquer dos diversos modos já mencionados, mas, sobretudo, por estudo, estudo sistematizado, o que implica análise, comparação, crítica e acurada reflexão, até ser consolidado. Conseguir-lo exige exercício de vontade, que é a faculdade ou potência de querer ou manifestar desejo, e resolução.

O conhecimento a que nos referimos mais particularmente na universidade é o produto da relação entre os dois pólos epistemológicos: sujeito, agente ativo (cognoscitivo), e objeto, agente passivo (cognoscível).

Aumentar os índices de informação e de conhecimento facilita a compreensão dos mais diversos assuntos, enriquece o vocabulário, aperfeiçoa o modo de escrever e de falar, permite incontáveis comparações e, por conseqüência, melhora o embasamento das conclusões.

Sendo o conhecimento cumulativo, faculta o surgimento de novas idéias, aumenta a lucidez, permitindo ao seu detentor desfrutar de um patrimônio individual inalienável, que significa competência para enfrentar novos desafios, objetivo primordial da educação formal.

Moraes (1997, p. 212) destaca como ocorrem as intrincadas relações para obtenção do conhecimento, referindo-se a outros autores como segue:

É a flexibilidade do espírito que produz, segundo Morin, a consciência de si, a consciência dos objetos do seu conhecimento, a consciência do seu pensamento, enfim, a consciência de sua consciência. [...] afirma que “o conhecimento humano é, na sua origem e nos seus desenvolvimentos, inseparável da ação (MORIN, 1987)”. É um saber operativo, que permite assimilar as relações existentes na sociedade. É o desenvolvimento de uma prática reflexiva que permite ao indivíduo dar significado às coisas, interpretar, nomear e identificar sua própria relação com elas.

Para que se entenda que a educação culmina com o conhecimento e que só se atinge este pela via da aprendizagem, muito mais que pelo ensino, voltemos uma vez mais para Moraes (1997, p. 139) que nos esclarece.

Se eixo central é a idéia de que o conhecimento não se origina na percepção e na sensação, mas na ação endógena do sujeito sobre o objeto, [...] a ênfase deverá estar na aprendizagem e não no ensino, na construção do conhecimento e não na instrução. A aprendizagem resulta da relação sujeito-objeto, que, solidários entre si, formam um único todo. As ações do sujeito sobre o objeto e deste sobre aquele são recíprocas. O importante é a interação entre eles.

Existindo, como se infere do exposto até aqui, nessa seção, uma relação de interdependência entre observador, processo de observação e objeto observado, o conhecimento passa a constituir-se um produto de relação entre essas três variáveis, englobadas num sistema único, e, como tal, consideradas partes inseparáveis.

2.3 Formas de Inteligência

Uma equipe de pesquisadores da Universidade de Harvard, sob orientação de Howard Gardner, insatisfeitos com os resultados de avaliação de inteligência com base nos testes de QI, e diante de evidências de que havia outras formas de competências intelectuais humanas, resolveu estudá-las. Nos diversos projetos de pesquisa que têm desenvolvido, a idéia central a que chegaram é de que as manifestações da inteligência são múltiplas. (SMOLE, 2000).

Segundo Gardner (1994), que juntamente com sua equipe estabeleceu critérios para classificar aquelas formas de competências, foi possível, até o momento, discriminar oito categorias de inteligência, quais sejam: lingüística, lógico-matemática, musical, corporal-cinestésica, espacial, inter e intrapessoal e naturalística.

Para Gardner (1994), o propósito da escola deveria ser o de desenvolver essas inteligências e ajudar as pessoas a atingirem seus objetivos de ocupação adequados ao seu espectro particular de inteligência. Propõe uma escola centrada no indivíduo, voltada para um entendimento e desenvolvimento ótimos do perfil cognitivo do aluno.

Destacaremos do conjunto de categorias apenas duas, uma vez que nosso propósito é mostrar a importância das mesmas para os cursos de ciências exatas. Não temos intenção de dar maior valor a elas, pois seria um contra-senso, uma vez que Gardner e sua equipe mostram que as interações entre as diferentes formas até o momento descobertas, são facilitadoras de solução de problemas. O autor afirma que cada papel cultural que o indivíduo assume na sociedade seja qual for o grau de sofisticação, requer uma combinação de inteligências.

As duas categorias que de perto consideraremos são: Inteligência Lógico-Matemática – definida como a facilidade para calcular, considerar proposições e hipóteses e realizar operações matemáticas complexas, localizada na região cerebral chamada Centro de Broca; Inteligência Espacial – definida, por sua vez, como a capacidade de formar, manobrar e operar um modelo no espaço, localizada no hemisfério direito do cérebro. Permite que a pessoa perceba imagens externas e internas, recrie, transforme ou modifique as imagens, movimente as mesmas e aos objetos através do espaço e produza ou decodifique informações gráficas.

Segundo Gardner (1994, apud Smole, 2000, p.27),

A dimensão lógico-matemática é normalmente associada à competência em desenvolver raciocínios dedutivos, em construir ou acompanhar longas cadeias de raciocínios, em vislumbrar soluções para problemas lógicos e numéricos, em lidar com números e outros objetos matemáticos.

Pelas características dessa categoria de inteligência percebe-se que a mesma é essencial ao aprendizado das geometrias, pois essas dependem de raciocínios dedutivos e lógicos.

Segundo Seabra e Santos (2004, p. 2),

Indivíduos com alta habilidade espacial possuem aguda sensibilidade para detalhes visuais, esboçam idéias graficamente e facilmente se orientam no espaço tridimensional. Esse contexto encontra-se aplicado em diversas áreas profissionais, que usam freqüentemente as habilidades espaciais, podendo se destacar engenheiros, arquitetos, físicos, matemáticos, pilotos, projetistas, geógrafos, médicos e muitos outros.

Quando se fala em habilidade espacial, talvez seja conveniente destacar que a mesma também se refere ao plano, ao espaço bidimensional, onde se desenvolve o DG. Por esta razão e pelo fato de ser eminentemente uma linguagem gráfica percebemos que o mesmo se enquadra na referida habilidade.

A linguagem gráfica está presente na GD, pois a mesma se vale do DG. Mas o seu ponto forte reside na visão espacial tridimensional que desenvolve. Por essas duas razões percebemos que se inclui na mesma habilidade.

Para confirmar o que acabamos de dizer, consideremos Seabra e Santos (2004, p. 2).

Sabe-se também que a Geometria Descritiva (GD), dentre outras disciplinas essenciais à Engenharia e Arquitetura, requer esta habilidade e que o estudo da GD ajuda a desenvolver a visualização. A baixa habilidade de visualização espacial pode ser fator de dificuldade e desestímulo à aprendizagem desta e de outras importantes disciplinas, básicas e aplicadas, nos cursos de Engenharia e outros. Dessa forma, a procura de mecanismos que eliminem estas barreiras e promovam a habilidade de visualização espacial é importante tema de pesquisa científica.

Segundo Moraes(1997, p. 202), o indivíduo aprende dependendo da forma como as inteligências interagem entre si, de como elas trabalham juntas, da conectividade existente entre os mecanismos neurobiológicos, de suas interações com os artefatos, as invenções culturais e com os outros seres humanos. “Aprende em virtude da interação que se estabelece entre o sistema neurobiológico do indivíduo e das entidades simbólicas oferecidas pela cultura, suas palavras, suas frases, suas histórias e seus instrumentos tecnológicos”.

Como se infere, para que o estudo das geometrias plana e espacial ocorra de modo satisfatório, as habilidades espaciais proporcionadas pelo DG e pela GD deverão estar desenvolvidas.

A multiplicidade de inteligências num mesmo indivíduo além de lhe facilitar o aprendizado de determinada disciplina permite que o mesmo estabeleça relações com outras disciplinas o que se chama interdisciplinaridade.

É ainda Moraes (1997, p. 183) que destaca a importância da interdisciplinaridade para a assimilação mais completa dos conteúdos e para o despertar da competência para aprender, quando nos diz:

Como a interdisciplinaridade melhora a formação geral com base num conhecimento mais integrado, articulado e atualizado, numa construção auto-suficiente do sujeito, ela também pode permitir a abertura de novos campos do conhecimento e de novas descobertas que possibilitem uma melhor formação profissional, que forneça até mesmo a educação permanente, da qual se adquire uma metodologia emancipatória, traduzida por competências e habilidades que levem o aluno a aprender a aprender durante toda sua existência.

Atualmente, com base nos avanços da medicina, particularmente na área da neurociência, é sabido que, entre outras funções, competem ao hemisfério esquerdo a análise, a lógica e a compreensão do tempo seqüencial – em termos de pensamentos, nele se localizam: os analíticos, abstratos, a racionalidade, o cálculo, a seqüencialidade - e ao hemisfério direito, a apreensão das formas globais, a emoção, a intuição, a orientação espacial e as aptidões musicais – o que quanto a pensamentos, envolve o intuitivo, a compreensão, a arte, a síntese, a percepção da globalidade.

2.4 Educação Matemática

No projeto cultural, defrontamo-nos com o chamado triângulo pedagógico, em que um vértice é ocupado pelo professor, outro pelo aluno e o outro pelo saber, o qual simboliza o dilema de equilibrar a relação entre os três, sem que qualquer relação dupla seja privilegiada em detrimento do terceiro componente.

Uma disciplina do projeto cultural é a Matemática. Seja em que nível (fundamental, médio ou superior) se considere, e sob qualquer área de estudo (Aritmética, Álgebra, Geometria, Trigonometria, Geometria Analítica, Cálculo, etc...), é considerada de difícil abordagem, tanto no ensino, quanto no aprendizado, sendo, talvez, aquela em que a manutenção de equilíbrio no referido triângulo seja das mais complicadas.

A educação matemática voltada para aplicação, com vistas à prática de resolução de problemas, ocorre desde épocas remotas. Como prática escolar, o grande impulso ocorreu em 1908, com a fundação da Comissão Internacional de Instrução Matemática, da qual o Brasil participou. Os objetivos indicavam a garantia de expansão do

sistema de produção e do consumo: por um lado voltada para a melhoria da produção nas carreiras de aplicação de ciências exatas; por outro aumentar a competência do consumidor para lidar com problemas do cotidiano. Tanto produção quanto consumo eram de pequena monta, reservados a um grupo pequeno: a chamada elite. (D'AMBRÓSIO, 1999).

Após a segunda grande guerra, com o aumento da produção e do consumo, houve uma tendência em tornar o ensino da matemática mais distributivo, atingindo todas as classes sociais. (D'AMBRÓSIO, 1999).

De seletiva que fora, passou, no entendimento de muitos educadores, por um processo de deterioração, de obsolescência e inutilidade.

Muitas têm sido as tentativas de minorar os óbices, e assim tornar o processo ensino-aprendizagem mais eficaz, permitindo aos alunos aumentar o nível de conhecimento em cada estágio. Congressos, seminários, publicações têm abordado o assunto, mostrando de forma clara a preocupação que há em superar as barreiras, em vista do quadro alarmante de incapacidade em que se encontra o corpo docente e as conseqüências graves daí advindas para o corpo discente.

Indiscutível a importância das matemáticas na formação do aluno, principalmente daquele que se destina a curso da área de ciências exatas, onde é instrumento fundamental para o entendimento de outras disciplinas e aprofundamento de capacidades.

Perde-se no tempo o momento em que o homem passou a sentir necessidade de mensurar. Nos seus primórdios - 3000 AC a 260 DC - (EVES, 1995), segundo registros históricos, a Matemática serviu para quantificar grandezas como comprimento, área, volume, tão importantes nas relações humanas de troca e na ocupação de terras. Depois, com os gregos, surgiram as abstrações, e com Euclides, a Geometria, em particular, tomou um caminho vertiginoso, guiando o saber humano, na área e em outras que lhe são correlatas, pelos séculos afora, oferecendo contribuições para o desenvolvimento do raciocínio humano .

A partir da década de 60, o ensino de Matemática em vários países, incluindo-se nesse todo o Brasil, foi influenciado por um movimento de renovação que ficou conhecido como Matemática Moderna.

Segundo D'Ambrósio (1999), a Matemática Moderna surgiu como conseqüência das propostas estruturalistas de Jean Piaget, na teoria da aprendizagem, e do grupo Bourbaki, na Matemática, que se apoiavam mutuamente.

Ainda segundo D' Ambrósio, na década de setenta, houve várias correntes de oposição, provindas de filósofos e matemáticos de renome, ao estruturalismo de Piaget. As críticas foram altamente esclarecedoras, e a modernização da Matemática nas escolas tornou-

se preocupação em todos os países, principalmente em vista da entrada na era da alta tecnologia.

A Matemática Moderna nasceu como um movimento educacional inscrito numa política de modernização econômica e foi posta em destaque por se considerar que ela constituiria uma via de acesso privilegiada para o pensamento científico e tecnológico. Para tanto procurou-se aproximar a Matemática desenvolvida na escola daquela Matemática como é vista pelos estudiosos e pesquisadores. (D'AMBRÓSIO, 1999).

O ensino proposto enfatizava a teoria dos conjuntos, as estruturas algébricas, a topologia, entre outros tópicos. Esse movimento provocou, em vários países, inclusive no Brasil, discussões e amplas reformas nos currículos de Matemática.

Entretanto, tais reformas desconsideraram um ponto básico que resultou num óbice à sua implantação: o que era proposto estava fora do alcance dos alunos, mormente daqueles das séries iniciais do ensino fundamental.

O ensino passou a ter preocupações excessivas com formalizações, distanciando-se das questões práticas. A linguagem da teoria dos conjuntos, por exemplo, enfatizava o ensino de símbolos e de uma terminologia complexa o que veio a produzir entraves no aprendizado dos conteúdos de Aritmética e de Geometria. Esta, principalmente, decorrido tanto tempo, e apesar de muitos esforços, ainda não pode ser guindada à condição da importância que tem.

No bojo destas transformações que afetaram a Geometria, tanto a plana quanto a espacial, foram arrastados para o mesmo caminho de abandono o DG e a GD.

Em outra entrevista, Ferreira (2001), avaliando a educação Matemática hoje, a vê num momento multiparadigmático, reportando-se a Kuhn (1968). Considera que a Matemática Moderna foi uma revolução, um paradigma educacional que se impôs, e que após seu advento, aparecem vários paradigmas concorrendo simultaneamente. Citando Kuhn: “[...] onde há um excesso de paradigmas, técnicas se divergem tão grosseiramente uma das outras que persiste a discussão sobre as questões fundamentais, e o progresso no longo prazo deixa de ocorrer”.

Na seqüência arrola Etnomatemática, Modelagem Matemática, História da Matemática, Resolução de Problemas, *Back-to-basic*, Aprendizagem Solidária, Construtivismo, Formação por Competência, Novas Tecnologias, como exemplos de técnicas divergentes.

2.5 Geometria

A Geometria, tanto a plana quanto a espacial, reveste-se de importância inquestionável seja pela ampliação de conhecimentos quanto a formas de figuras e as relações entre seus elementos construtivos, seja pelo aspecto instrumental na organização do pensamento lógico-dedutivo.

Foi tão marcante o advento da obra os Elementos de Euclides, uma das mais difundidas até os tempos atuais – segundo consta só perde, neste aspecto, para a Bíblia –, que passou a guiar e impulsionar o saber humano, influenciando desde a Matemática até a Filosofia, passando pela Astronomia e a Física. Muitos foram os pensadores que dela se valeram, como Galileu, Descartes, Newton, entre outros, e que a aplicaram em suas respectivas áreas de atividade.

É atribuída a Descartes e Galileu, a geometrização do universo, onde o desenho por instrumentos aparece como linguagem precisa para a representação e comprovação de teorias matemáticas.

Duas passagens, bastante difundidas, mostram a importância dispensada à Geometria por pensadores renomados. Uma atribuída a Platão, que viveu antes de Euclides, que no pórtico de sua academia, mandou escrever: “Que ninguém que ignore a geometria entre aqui” (DESENHO, 2006). Outra, atribuída ao Filósofo Kant, que assim se manifestava: “A Geometria é uma ciência de todas as espécies possíveis de espaços”. (SOUZA, 1999, apud ULBRICHT et al, 2002).

Pela sua praticidade, que foi por onde deu os primeiros passos, na mensuração de terras, quando nem unidades existiam para representar comprimento, passando pela forma de geometria demonstrativa, uma das mais importantes contribuições para o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo, inaugurada pelos antigos gregos, a Geometria tem evoluído consideravelmente e contribuído marcadamente para os avanços matemáticos, científicos e tecnológicos.

A abordagem dos conteúdos geométricos, para que surtam os desejados efeitos na formação dos estudantes, obriga-os a esforços mentais em áreas de raciocínio muito pouco trabalhadas, aprimorando-as ou desenvolvendo-as. Essas, incontestavelmente, são das mais positivas contribuições da geometria.

Questionado por Ptolomeu I, que o havia convidado para lecionar no Museu de Alexandria, se não havia um caminho mais curto que o dos Elementos para aprender

Geometria, Euclides lhe respondeu: “Em Geometria não há nenhum caminho especial para os reis”. (VERA, 1970, p. 689).

Concordamos com Dewey (1978, p. 61) quando, a respeito das dificuldades que certos conteúdos oferecem ao seu aprendizado, e em detrimento de ele acontecer de modo cientificamente adequado, busca-se despertar o interesse do aluno por artifícios e truques de método. Procura-se fazer com que “[...] o aprendiz engula a pílula desagradável, açucarando-a, o que a torna com sabor diferente do real”. Tomemos suas palavras, novamente, para melhor expressar essa circunstância: “A assimilação mental não se processa assim! É uma questão de consciência; se a atenção não entrou em jogo, o que devia ser aprendido não o foi realmente e, muito menos, transformado em força intelectual”.

Não se está advogando que o papel de facilitador atribuído ao professor deva ser abandonado. Pelo contrário, pois é exatamente nas disciplinas mais difíceis que ele deve estar presente.

Desempenhando a Geometria papel tão importante no aprimoramento do raciocínio lógico matemático e do de outras disciplinas, bem como da reflexão, da abstração e do espírito crítico, é exatamente nessa era chamada de informação, com tantos assuntos a serem abrangidos na educação formal, que se deve implantá-la com vigor e rigor científico.

Ora, sem o aprimoramento dessas competências e de outras que lhe são correlatas, torna-se difícil formar um profissional, cidadão, capaz de enfrentar com disposição e tirocínio os problemas de sua área de atividade, como, idealisticamente, apregoam os PCN.

Acreditamos que o abandono a que está relegada a Geometria deve-se, em parte, às dificuldades intrínsecas da disciplina, mas, também, à retirada do DG e da GD dos vestibulares, disciplinas que oferecem suporte gráfico facilitador para o aprendizado da Geometria.

A área de ciências exatas e tecnológicas, que abrange Engenharia, nas diversas modalidades, Arquitetura, Desenho Industrial e Matemática, que se caracterizam por aplicar os conhecimentos práticos que a Geometria proporciona, e, das formas de pensamento que sua aplicação desperta, é, como esperado, a que mais se recente do precário domínio dessa área de conhecimento. É ponto relevante na pesquisa exploratória que aplicamos no CCET da PUCPR.

As lacunas e inconsistências que têm acontecido, na nossa opinião, precisam ser debeladas com urgência, sob pena de continuarmos, contemplativamente, expondo as fragilidades sem qualquer esforço de solução, e o sistema de ensino, formando profissionais marcados por traumas e incompetências.

2.5.1 O Ensino da Geometria no Brasil

O ensino da Geometria, em nosso país, passou por intensa difusão no século passado. Lamentavelmente, passa por má fase enfrentando processo de abandono, pois se encontra ausente ou quase ausente da sala de aula. (LORENZATO, 1995).

Há quem aponte a massificação do ensino como uma das causas. Quer nos parecer que se trata de argumento pouco coerente, afinal, a qualidade do ensino independe da quantidade de alunos. Mais lógico seria considerar como causas desencadeantes a implantação da Matemática Moderna, a qual, hoje se sabe, foi feita de maneira açodada, atropelando o ensino da Matemática, e descartando tópicos importantes entre os quais a Geometria. (ULBRICHT et al, 2006).

Outra causa que nos parece relevante reside no artigo nº 21 da LRU 5.540/68, que, indiretamente, suprimiu o DG e a GD dos vestibulares. Embora dirigida ao âmbito universitário, a referida lei refletiu no Ensino Básico.

Mesmo sem haver explícita supressão das disciplinas, o tempo e a acomodação encarregaram-se de, pouco a pouco, suprimir o DG e a GD dos ensinos correspondentes aos atuais Fundamental e Médio. O desaparecimento das duas disciplinas afetou o aprendizado da linguagem gráfica e o desenvolvimento da visão espacial, prejudicando o aprendizado das geometrias.

Em resumo, o quadro atual é pouco animador. Aos alunos não foram oferecidas as ferramentas, tornando-se incapazes de abordagens mais profundas nas geometrias, e os professores, perderam a competência para ensiná-la.

Estas são as principais causas apontadas como responsáveis pela redução quantitativa de conteúdos e pela perda de qualidade do ensino da Geometria.

Se analisarmos os PCN de Matemática do Ensino Fundamental (3º e 4º ciclos), verificaremos que, na seção que leva o título Espaço e Forma, há referências a conteúdos geométricos e habilidades que são almejadas nos mesmos, nos títulos: Objetivos do Ensino Fundamental, O conhecimento Matemático, Conteúdos propostos para ensino de Matemática e Conceitos e Procedimentos.

Os PCN de Matemática do Ensino Médio, também se referem ao desenvolvimento de várias habilidades a serem atingidas, como: expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática; promover a realização pessoal mediante o sentimento de

segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação.

Como se percebe, é pretendido pelos PCN que a Matemática, integrante da área das Ciências da Natureza e Tecnologia do Ensino Médio, tenha caráter instrumental que ultrapasse os limites de investigação e invenção.

Alguns destaques dos PCN de Ensino Médio, Parte III, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na seção Conhecimentos de Matemática, sobre objetivos a serem alcançados no ensino da disciplina mostram preocupação com os métodos de abordagem: “De fato, não basta revermos a forma ou metodologia de ensino, se mantivermos o conhecimento matemático restrito à informação, com as definições e os exemplos, assim como a exercitação, ou seja, exercícios de aplicação ou fixação”. (BRASIL, 1999, p. 42).

Noutro ponto daquele texto, na mesma seção, há o seguinte alerta: “O critério central é o da **contextualização** e da **interdisciplinaridade**, ou seja, é o potencial de um tema permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático (grifos nossos)”. (BRASIL, 1999, p. 42).

Logo adiante, é destacado o papel da Geometria e do DG.

Numa outra direção, as habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicação na busca de soluções para problemas podem ser desenvolvidas com um trabalho adequado de Geometria, para que o aluno possa usar as formas e propriedades geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca. (BRASIL, 1999, p. 43).

Com o título de Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Matemática, aparece em destaque, utilizar corretamente instrumentos de desenho.

Noutro título, o de Investigação e Compreensão, consta formular hipóteses e prever resultados, e distinguir e utilizar raciocínios dedutivos e indutivos.

Passados tantos anos do advento da LDB 9.394/96 e dos PCN, praticamente uma década, poucos têm sido os avanços na implantação dos mesmos. Continua-se a levantar causas. Ora é a marginalização da Geometria pelo fato de ocupar os capítulos finais dos livros didáticos de Matemática e, nessa situação, ficar vulnerável à não abordagem quando ocorre algum transtorno no trato dos capítulos iniciais. Noutro momento é a má formação dos professores outra bandeira que se levanta como causa daquela marginalização. (ULBRICHTH et al, 2006).

Considera-se que por isso, o pouco que é ensinado, mais com base mecânica que racional, concentra-se em conteúdos de Geometria Plana (bidimensional) sem abordagem da Geometria Espacial (tridimensional).

2.5.2 Por que Ensinar Geometria?

É fundamental para o ensino da Geometria que o professor perceba que a capacidade de visão espacial dos alunos é maior que a sua habilidade de trabalhar com números.

Ao reforçar este potencial, via educação formal, o professor estará despertando o interesse pela Matemática e promovendo progressos em relação à compreensão dos números e suas operações.

O ser humano é um ente geométrico, mergulhado no espaço: suas ações, seus deslocamentos, sua visão, mesmo praticados espontaneamente, ou quando ocorrem empiricamente, revelam essa condição. Com a ajuda da Geometria, suas capacidades aumentam, e alcança a possibilidade de poder representar e descrever de maneira ordenada o universo em que se insere, e de compreender as informações que dele chegam descritas por terceiros. (LORENZATO, 1995).

Necessário se faz, então, que o professor também se aproprie dessa visão de que a Geometria é parte importante do currículo no Ensino Básico, no sentido de perceber que é a partir das concepções dos alunos que ele pode agir para facilitar a aprendizagem e a construção dos conceitos.

Os problemas em Geometria constituem, geralmente, o domínio dos primeiros encontros dos alunos com as exigências da demonstração. Quando se vê o que contém a atividade demonstrativa nos problemas da Geometria, percebe-se que o raciocínio dedutivo constitui uma das tarefas decisivas. A utilização de definições e teoremas já destaca esta prática.

Como preparar os alunos para essa tomada de consciência?

A partir da sétima série, uma das questões que devem constar dos exercícios de Matemática propostos aos alunos é a demonstração. A tomada de consciência do que é uma demonstração comporta etapas. Ao analisarmos essas etapas, constatamos diferentes obstáculos que o aluno deve transpor para produzir um texto no qual se revele a organização profunda da demonstração.

O DG, no caso da Geometria Plana e a GD no da Espacial, proporcionam meios de enriquecer o progresso dos alunos no tópico da demonstração, por proporcionarem variações de formas, tamanhos e posições que ajudam a generalizar as atividades, contando com a criatividade do próprio aluno.

O estudo da Geometria permite ao educando fazer reflexões sobre suas possibilidades de conhecer e aprofundar conhecimentos científicos considerados importantes para uma formação plena do cidadão.

Lorenzato (1995) afirma que, para justificar a necessidade de se ter a Geometria na escola, bastaria o argumento de que sem estudá-la as pessoas não obteriam um maior e melhor desenvolvimento do pensamento geométrico ou raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguiriam resolver as situações de vida que fossem geometrizadas; também não se poderiam utilizar da Geometria como fator facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas do conhecimento humano. Sem conhecer Geometria a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das idéias fica reduzida e a visão matemática torna-se distorcida.

Sabemos que a imagem exerce papel importante na aprendizagem, pois atinge o observador diretamente, o que facilita interpretações e poupa palavras. Ativar o pensamento geométrico, tem importância, porque abre caminho nesta direção.

Outra situação problemática que o estudo da Geometria enfrenta, diz respeito à forma de apresentação. Ela ocorre distante da realidade cotidiana, e não integrada a outras disciplinas do currículo, nem mesmo com os outros conteúdos matemáticos, como se fosse um assunto à parte, o que impede a desejada interdisciplinaridade.

Atualmente, os professores de Matemática se distanciaram dos conhecimentos de construções geométricas. Suas formações, em tese, para a maioria deles, não comportaram conhecimentos de Geometria e de Desenho a ponto de pô-los em prática na atividade pedagógica. Com a perda desta competência, a Geometria é abordada com enfoque nas relações matemáticas entre os elementos, apenas cálculo aritmético ou algébrico.

Devido às indefinições de conteúdo nos currículos escolares e ao fato de os professores estarem sujeitos a jornadas de trabalho com elevada carga horária, ocorre uma dependência acentuada dos livros didáticos. Via de regra, neles a Geometria é abordada nos últimos capítulos, desconectada dos outros assuntos. Nessa condição fica sujeita a não ser abordada por qualquer transtorno no decorrer do período letivo.

Felizmente esta situação está mudando. Segundo Zuin (2006, p. 14):

[...] alguns didáticos de Matemática (Imenes & Lellis, 1998; Imenes & Lellis, 2002; Iezzi,) propõem atividades ou mesmo capítulos inteiros dedicados às construções geométricas, seguindo a proposta dos PCN de Matemática para o 3º e 4º ciclos do ensino fundamental. Entendemos, entretanto, que as recomendações dos PCN e os novos tópicos dedicados aos traçados geométricos nos textos didáticos, não são suficientes para mudar os conteúdos abordados em sala de aula, locus comandado pelo professor. Este é quem determina tópicos, atividades e metodologias a serem seguidas (grifo da autora).

Ensinar Geometria na educação básica sem contar com os recursos facilitadores do Desenho - DG e GD -, é desperdiçar oportunidades e deixar de promover de modo eficiente o raciocínio lógico e espacial do aluno, na faixa etária em que se encontra apto a desenvolvê-los.

Vamos nos valer de Zuin (2006, p. 14) para outra consideração.

Segundo a nossa avaliação, as construções geométricas, abordadas nos livros de matemática analisados, resumem-se em alguns poucos tópicos, constituindo um conteúdo muito reduzido. Desta forma, não se possibilita uma visão mais abrangente dos traçados geométricos integrados à geometria euclidiana. O fato de os conteúdos presentes nesses livros serem restritos faz com que o ensino das construções geométricas nos mesmos fique muito aquém dos programas das escolas que mantêm o Desenho Geométrico como uma disciplina, com aulas semanais e um professor específico para ministrá-la.

É incontestável que o DG e a GD, favorecem o desenvolvimento de habilidades motoras, pelo manuseio de instrumentos na execução dos traçados, denominação atribuída às operações gráficas. Segundo Dewey (1959) as mãos, agindo de forma deliberada, sob comando do cérebro, estabelecem um vínculo com o pensamento que, uma vez criado, tende a se aprimorar, e abre possibilidade de serviço em outras atividades, como no aprendizado da Geometria.

2.6 O DG e a GD no processo ensino-aprendizagem

O DG é a linguagem gráfica da Matemática. Sem ele seria impossível o aprendizado dos conceitos, das definições e das demonstrações imprescindíveis ao entendimento das relações geométricas, principalmente, mas, também, daquelas que ocorrem em aritmética e álgebra. Exerce função de facilitador da compreensão dos conteúdos daquelas disciplinas e está associado a elas, é parte das mesmas.

Houve um tempo, não tão distante, em que os alunos dos níveis fundamental e médio aprendiam os fundamentos do DG e da GD como essenciais à compreensão da Geometria Plana e da Geometria Espacial, respectivamente.

O DG era ensinado a partir dos elementos básicos da Geometria, e tinha como temas principais: construções fundamentais (perpendicularidade, paralelismo, divisão de segmentos, média proporcional, média e extrema razão, ângulos, bissetriz, etc...), triângulos, quadriláteros, circunferência e arcos de circunferência (tangências, arco capaz, retificação, divisão, etc...), polígonos (inscrição e circunscrição), concordância, espirais,

ovais, cônicas (elipse, parábola e hipérbole) envolventes, cíclicas, equivalência, semelhança, homotetia, escala, entre outros.

Quanto à GD, que depende de todas as construções e elementos do DG, sua ligação no Ensino Médio é com a Geometria Espacial. Os tópicos principais nela abordados são: projeções, planos de projeção, diedros, épura, coordenadas, representações de ponto (situação em relação aos planos de projeção, pertinência a reta), de reta (posições relativas aos planos de projeção e a outras retas, pertinência a plano, tipos, retas especiais), plano (determinação, traços, retas principais, posições relativas a outros planos, tipos, posições relativas de retas e planos), métodos descritivos (mudança de plano, rotações e rebatimentos), problemas métricos (ângulos, distâncias), triedros, superfícies cônicas, cilíndricas e esféricas, poliedros convexos, seções planas nos poliedros, tipos de poliedros regulares, interseções de poliedros, entre outros.

2.6.1 Desenho como Linguagem

Desde os primórdios, conscientemente ou não, o homem pré-histórico tem buscado no desenho, nos rabiscos rupestres, transferir aos pósteros seus conhecimentos, suas artes e suas formas de ver o mundo em que estava posto. Não havia outro modo de fazê-lo. Sem domínio de linguagem escrita, sem mecanismos que permitissem gravar suas manifestações verbais, o desenho foi usado de maneira "natural".



Figura 1 - Desenhos Rupestres - Touro. Paleolítico. Pech-merle, França. Fonte: ARTE NOS SÉCULOS (1972, apud VALENGA, 2001)

A análise dessas representações tem permitido a especialistas, como antropólogos e etnólogos, descobrir as intenções por trás daqueles rabiscos, avaliar a posição evolutiva de cada povo e enquadrá-los no contexto da evolução humana. De uma maneira espontânea, a habilidade de desenhar passou a refletir um grau maior de desenvolvimento da

espécie, uma característica que a distingue em relação às outras. Só o homem consegue expressar-se por meio do desenho.

A necessidade de utilizar imagens na comunicação acompanha o homem desde a antiguidade. Existem representações em cavernas datadas do Paleolítico superior (40.000AC).

Na figura 1 está representada uma destas manifestações.

Percebe-se na ontogênese humana a repetição de sua filogênese: a criança antes de escrever, ou seja, antes de conseguir expressar-se pela representação escrita da palavra, desenha. Tenta entender o mundo que a envolve, e nele incluir-se, por intermédio de rabiscos, mostrando sua visão dos diferentes aspectos da vida, dos seres e das coisas. São expressões ininteligíveis, na maior parte das vezes, por não dispor de habilidades motoras desenvolvidas, pois a associação cérebro-mão encontra-se em fase incipiente, muito imatura. (SMOLE, 2000).

Por outro lado, nos psicotestes os desenhos são utilizados como referência para avaliar tanto o grau de inteligência como o de sanidade mental do ser humano. A busca de cura, em alguns casos de alienação, na moderna terapia, apóia-se em ocupações dentre elas atividades de desenho.

Vimos alguns aspectos, sem requisitos de precisão, que demonstram o valor do desenho como mecanismo de expressão, de linguagem, o que já era praticado na era da pedra lascada.

O aprimoramento da fala, habilidade que distingue a espécie humana das demais do planeta, promoveu facilidades nas relações entre os indivíduos. Apesar disso, o desenho, não perde sua importância, e o homem primitivo inventa os caracteres, representações físicas dos elementos constituintes das palavras.

O alto valor agregado à fala provindo em parte da facilidade com que a usamos - depende de aparato físico natural - não a torna absoluta na transmissão de idéias. Alguns entraves são bem conhecidos: num extremo, por exemplo, palavras com múltiplos significados; no outro, objetos, situações, passíveis de designação por múltiplas palavras. Além disso, a diversidade dos sistemas lingüísticos dificulta a transmissão de idéias e conhecimentos entre povos de regiões geográficas distintas.

Com o desenho, mesmo sem pretensões de precisão, a inteligibilidade é flagrante, o que permite troca de informações entre pessoas de falas e culturas diferentes.

Uma das funções do desenho é orientada para a manifestação artística, onde é usado como esboço que precede pinturas e esculturas, ou como desenho de expressão, em qualquer dos casos, espontâneos e executados sem instrumentos.

2.6.2 Desenho Geométrico

Com exceção dos aspectos aritméticos mais simples, as relações da matemática com o desenho, são tão intrínsecas que, na maioria dos casos, é impossível entender as leis matemáticas sem os recursos gráficos ofertados pelo DG.

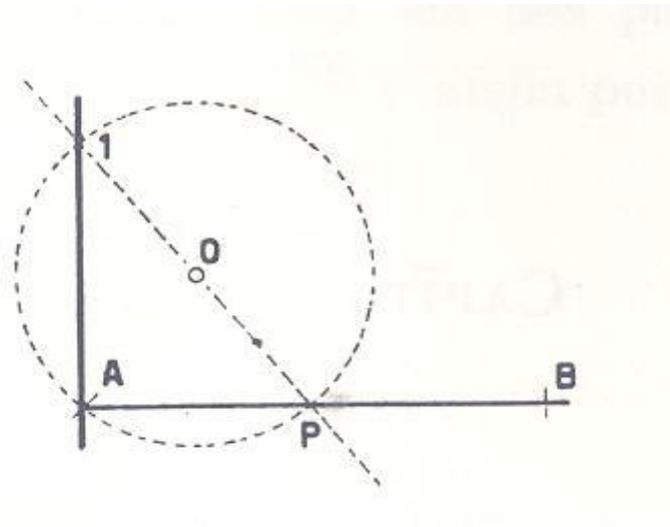


Figura 2: Perpendicular pela extremidade de um segmento de reta. Fonte: CARVALHO (1974)

Assim, desde a descoberta das referidas relações, quando se tenta transferir informações no processo ensino-aprendizagem, na área da Matemática, seja na Álgebra, na Geometria, na Trigonometria, na Geometria Analítica, no Cálculo Diferencial e Integral, é a representação gráfica essencial.

Na figura 2 temos o traçado de perpendicular pelo ponto A, extremidade do segmento de reta AB, sem uso de esquadro ou transferidor, contando apenas com régua e compasso. A construção, baseada em conhecimentos geométricos como ponto, reta, segmento de reta, ângulo reto, circunferência e diâmetro, é feita numa seqüência simples.

Com centro em um ponto qualquer O, não pertencente a AB, traça-se uma circunferência que determina P em AB. Ligando-se P a O tem-se o diâmetro P1 da mesma. A ligação de 1 com A é a solução. O conjunto de traçados constitui a construção gráfica.

Percebe-se, nesta simples construção, a inter-relação entre Geometria e DG.

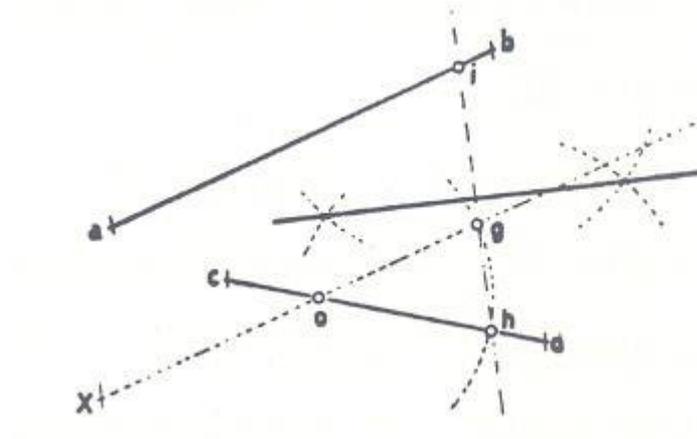


Figura 4: Traçado da bissetriz de um ângulo qualquer de vértice inacessível.

Fonte: CARVALHO (1974)

Esta habilidade, a coordenação motora, teria que estar presente nas construções representadas nas figuras precedentes desta seção para que se obtivesse resultados precisos.

Na figura 5 o número de traçados aumentou. Assim, para que se obtenha uma construção precisa e haja concordância entre o arco e as retas, o desenhista deve operar os instrumentos com maior coordenação motora.

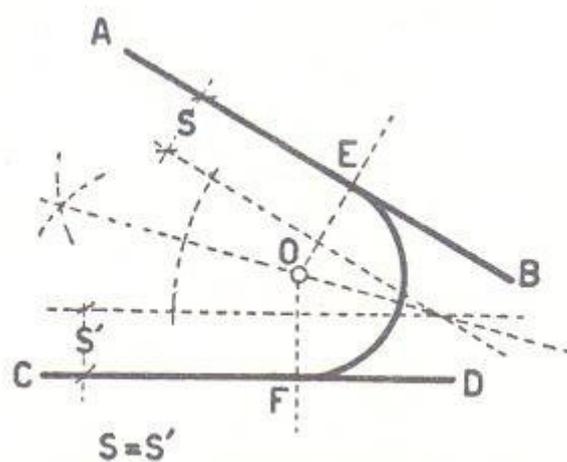


Figura 5: Concordância com um arco de círculo de duas retas convergentes cujo ponto de encontro é inacessível. Fonte: CARVALHO (1974)

O efeito do manuseio de instrumentos aprimora a coordenação motora, e segundo Dewey (1959), a maior competência na utilização de instrumentos atesta um grau

mais elevado de inteligência. Começando com instrumentos simples, como os acima citados, o aluno pode ser conduzido com maior segurança para os mais sofisticados, como o computador.

Começar pela manipulação prática, segundo Dewey (1959), é capital para dar partida a qualquer tópico educacional, e complementa:

Já que o concreto indica o pensamento que se volta para a ação, a fim de resolver dificuldades que se revelam como “práticas”, “começar pelo concreto” significa que deveríamos, no começo de cada nova experiência de aprendizagem, realizar muito do que já é familiar e, se possível, ligar os novos tópicos e princípios à busca de um fim, em alguma ocupação ativa. Se multiplicamos meras sensações ou acumulamos objetos materiais, não estaremos seguindo a ordem natural. (DEWEY, 1959, p. 221).

Segundo o mesmo autor, sendo o ato de desenhar impulsivo, uma manifestação espontânea, afinal o desenho é uma linguagem de que nossos ancestrais, desde tempos remotos, se serviram e de que as crianças atavicamente se utilizam, cabe ao professor dirigir o aluno, conduzindo-o para o aprimoramento do traçado gráfico.(DEWEY, 1959).

Outra oportunidade que a abordagem gráfica oferece reside no desenvolvimento das capacidades de precisão, esmero e ordem, bem como, da compreensão de suas importâncias para posterior aprimoramento e aplicação, em qualquer empreendimento. Bem aplicado, pode, portanto, propiciar função educativa primordial.

Segundo Marmo (1974a) a utilização de instrumental visa construções precisas, com margem de erro gráfico diminuta em cada traçado, para que a informação possa ser avaliada e transferida com precisão. É técnica que depende de prática, o que se aprende pela ação e a partir do DG.

Observando a figura 6, cujo dado concreto é o lado do pentágono regular, quantos traçados têm de ser feitos até obtenção do resultado.

Outra, ainda, também de importância indiscutível, diz respeito ao aprendizado da competência para projetar, prever desde o espaço para execução da construção gráfica, passando pela seqüência em que os traçados devam ser feitos, até culminar na solução gráfica almejada.

Todas as competências acima citadas, se bem desenvolvidas, são importantes auxiliares na formação intelectual do aluno e abrem caminho facilitador no aprendizado de outras disciplinas, além de habilitá-lo a projetar (planejar graficamente para execução), atividade fundamental na área de ciências exatas, considerada a essência das engenharias, da arquitetura e do desenho industrial.

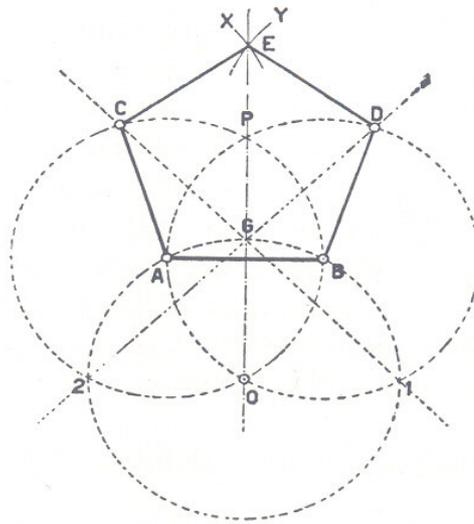


Figura 6: Construção de um pentágono regular conhecido o lado.

Fonte: CARVALHO (1974)

Destacamos, acima, algumas utilidades do DG no desenvolvimento de competências e habilidades, eminentemente gráficas, sem restrição no uso de instrumentos, embora a figura 2 corresponda a uma construção sem esquadro ou transferidor.

Marmo (1974a) defende ponto de vista mais severo. Entende que as resoluções gráficas devam ser executadas apenas com compasso e régua, sem uso de transferidor, e jogo de esquadros.

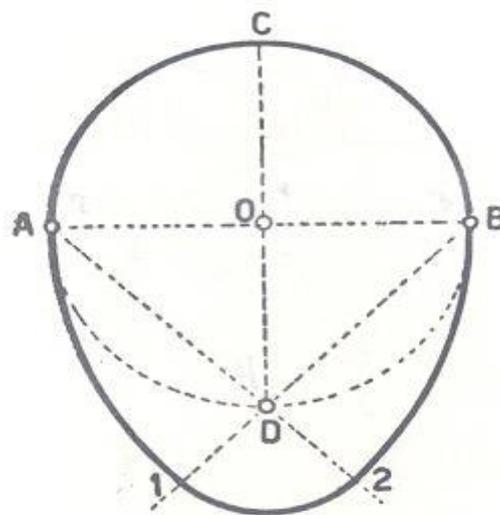


Figura 7: Construção de um óvulo de quatro centros. Fonte: CARVALHO (1974)

A figura 7 é um caso simples de construção gráfica que dispensa o uso daqueles instrumentos. Já na figura 8, que corresponde ao traçado das tangentes interiores comuns às duas circunferências, se as paralelas fossem construídas sem uso de esquadro, seria introduzido um elemento complicador para o entendimento do desenho, o maior número de traçados.

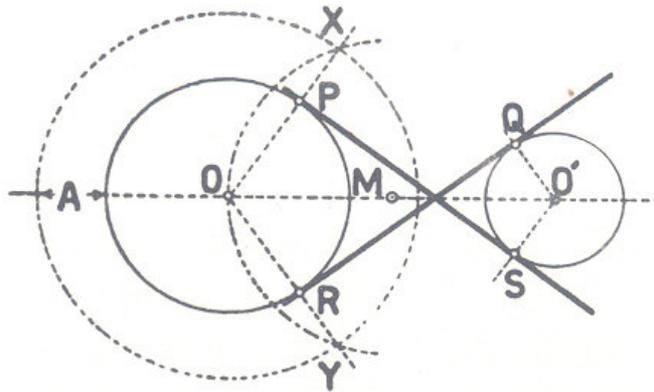


Figura 8: Traçado das tangentes interiores de duas circunferências. Fonte: CARVALHO (1974)

Na abordagem proposta por Marmo, como não poderia deixar de ser, os fundamentos são absolutamente matemáticos, mas as resoluções são estritamente gráficas e executadas com os dois instrumentos acima referidos.

No nosso entendimento, o esforço mental advindo dessa prática produz efeitos muito positivos na consolidação de conceitos matemáticos. Além disso, o estudante conquista conhecimentos básicos, o que é o objetivo principal dessa prática, e passa a desenvolver competência para abordagens inéditas tanto em desenho plano como no projetivo

Segundo a epistemologia de Kuhn (1992), as ciências naturais, entre as quais está a Matemática, na fase dita por ele de normal, têm seu desenvolvimento atrelado a paradigmas próprios. Tais paradigmas representam verdadeiras atividades esotéricas a que os iniciados ficam sujeitos. Parte destas atividades compreende a resolução de problemas típicos, os quais devem ser resolvidos à exaustão. Aqueles que desenvolvem atividade naquelas áreas compreendem o quanto de verdade esta revelação encerra.

Assim, a metodologia proposta por Marmo é um caminho mais difícil, mas que cumpre a finalidade de oferecer formas diferentes de resolução de problemas gráficos. Cabe ao professor avaliar, com base nos objetivos a atingir, quanto à conveniência de aplicá-la.

Nas figuras 9 e 10 são apresentadas construções relativamente simples com base em régua e compasso. Ambas exploram a concordância de arcos de circunferência além de propiciarem o conhecimento de formas úteis na educação formal ou informal.

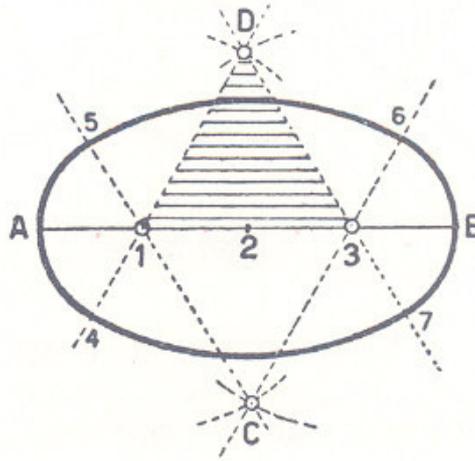


Figura 9: Construção de uma oval regular de quatro centros conhecido o eixo maior.

Fonte: CARVALHO (1974)

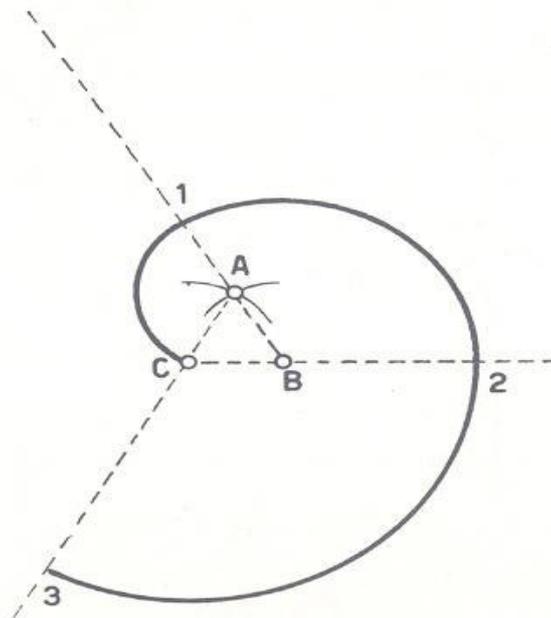


Figura 10: Traçado de uma falsa espiral de três centros. Fonte: CARVALHO (1974)

Por propiciar mais esta ferramenta, resolução de problemas, em acréscimo àquelas já destacadas, e sendo o DG da mesma área de aprendizado das disciplinas acima arroladas, sendo inegável sua utilidade na confirmação e ampliação dos conhecimentos

matemáticos, como já citado, é de se estranhar que esta disciplina não receba a atenção que lhe é devida e o conseqüente espaço nas grades curriculares atuais.

2.6.3 Projeção como Introdução à GD

O principal objetivo da GD é o de representar, no plano do papel, com o máximo rigor métrico, figuras com uma, duas ou três dimensões, das quais se pretende extrair posições relativas, formas e tamanhos.

O método desenvolvido por Gaspard Monge, que utiliza projeções em dois planos ortogonais, é chamado de sistema bi-projetivo ortogonal.

Para que melhor se entenda o que foi adotado por Monge, passaremos a mostrar os diferentes sistemas.

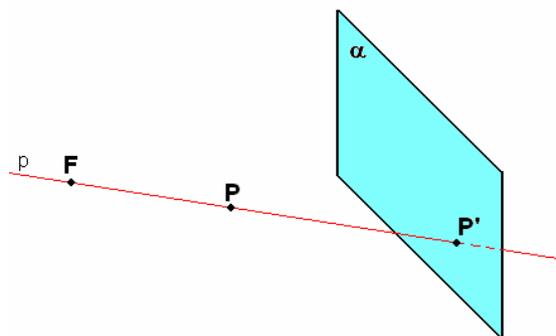


Figura 11 – Sistema de projeção - elementos básicos. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

Primeiramente, observemos a figura 11. Nela dispomos de um plano α , um ponto fixo F e um outro ponto qualquer P . Chamamos projeção, ou imagem do ponto P em α , no sistema de projeção com centro em F , ao ponto P' que resulta da interseção da reta p , que passa por P e F , com o plano α .

O significado de cada uma das letras representadas na figura 11 é o seguinte:

α - é o quadro ou plano de projeção.

F - é o foco ou centro de projeção.

P - é o objeto.

P' - é a projeção de P

p - é a projetante.

A distância do foco, ao plano de projeção define o sistema de projeção. Assim se a distância for finita teremos o sistema cônico. Se infinita o sistema será

cilíndrico.

No sistema cônico, o centro de projeção está a uma distância finita do plano de projeção. Ver figura 12 b. É o sistema empregado em perspectiva cônica.

Como neste sistema as retas projetantes passam pelo foco, dependendo da razão entre distância deste ao objeto, para aquela entre foco e quadro, a imagem pode ser maior ou menor do que o objeto. Por outro lado, conforme a posição entre foco e objeto, a projeção ou imagem poderá ter a orientação do objeto ou estar invertida em relação a ele. É o que podemos notar analisando a figura 12 a: imagem e objeto com mesma orientação - AB e A'B' - ou com orientação invertida - CD e C'D'.

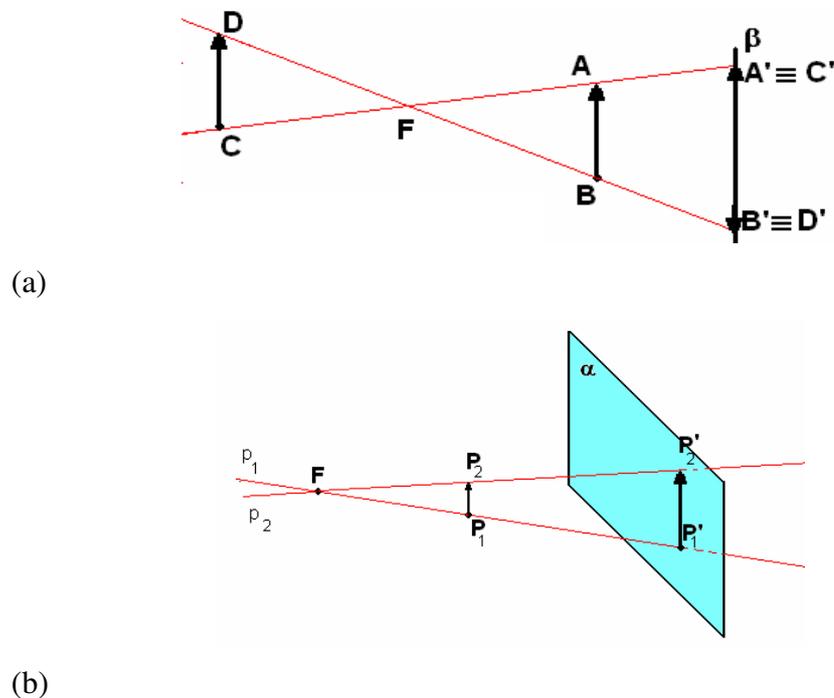


Figura 12 – Sistema cônico de projeção. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

No sistema cilíndrico, representado na figura 13, o foco é considerado numa posição muito distante (infinita) do plano de projeção, assim as projetantes serão transformadas em retas paralelas.

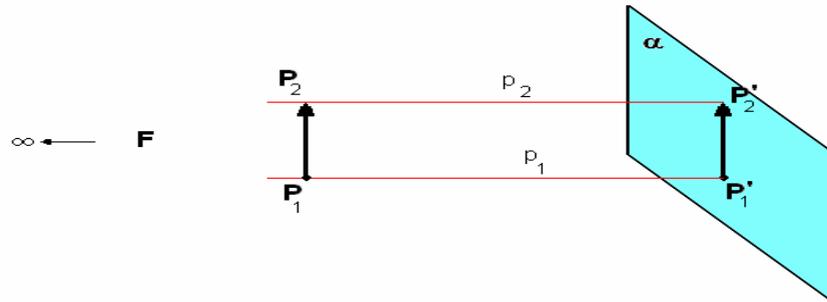


Figura 13 – Sistema cilíndrico de projeção. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

Neste sistema a imagem varia de tamanho em relação ao objeto, dependendo da inclinação das projetantes em relação ao plano de projeção. Quanto à orientação, imagem e objeto têm a mesma, uma vez que as posições de foco e objeto são invariáveis.

O sistema cilíndrico, ou paralelo, dependendo das posições relativas das projetantes com os planos de projeção, divide-se em ortogonal e oblíquo. Quando as projetantes forem perpendiculares ao plano de projeção será chamado ortogonal (figura 14a), quando forem inclinadas em relação ao plano de projeção, será chamado oblíquo (figura 14b).

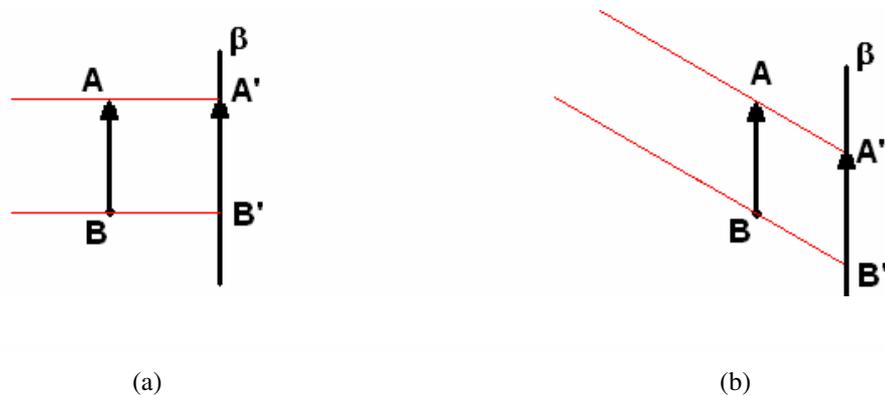


Figura 14 – Sistemas de projeção paralelos: ortogonal e oblíquo.

Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

Entre outras aplicações, o sistema ortogonal é usado em perspectiva isométrica. Já o sistema oblíquo é usado na perspectiva cavaleira.

Com base no sistema de projeções cilíndrico ortogonal sobre dois planos de projeção, um horizontal e outro vertical, foi criada a disciplina GD. Eventualmente conta com um terceiro plano denominado de perfil. O método nela utilizado, portanto, recorre a duas ou três projeções. Tais projeções são interpretadas num único plano sobre o qual são rebatidas.

Há outros métodos de representação que se baseiam em quantidades variadas de projeções ortogonais: o de plano cotado, por exemplo, conta com uma projeção e uma cota (distância) e é usado em cartografia; no desenho técnico, linguagem gráfica por excelência das engenharias e arquitetura, trabalha-se normalmente com três projeções, às vezes com seis. Quando há necessidade de maior clareza utiliza-se outras vistas chamadas auxiliares e cortes.

2.6.4 Geometria Descritiva

Se o valor do desenho é claro no entendimento dos aspectos bidimensionais, fáceis de entender na representação plana que é o recurso mais usual, o mesmo não se pode dizer dos tridimensionais, quando há necessidade de visão espacial, para tornar inteligível no plano, a folha de papel onde se escreve, o que se quer transferir a terceiros ou entender o que outros elaboraram.

É no Ensino Médio, na disciplina de Geometria Espacial, que o aluno passa a necessitar da visão espacial, para entender as relações matemáticas que envolvem as figuras geométricas tridimensionais. Sem ter desenvolvido esta capacidade, que não é inata, o aprendizado fica dificultado, em alguns casos impossibilitado, mas, com certeza, muito aquém do desejado, mesmo para alunos com capacidade acima da média.

Este é um dos aspectos que barram a ascensão dos alunos, transformando a Matemática num instrumento de reprovação, quando deveria ser encarada como mecanismo de desenvolvimento racional inigualável, útil em qualquer atividade humana.

Quando tratamos dos tipos de inteligência, foi lembrado que a visão espacial é habilidade que se desenvolve no hemisfério direito do cérebro. Com base nas formas de atividades praticadas normalmente na escola, verifica-se maior concentração de práticas voltadas para o hemisfério esquerdo, o que promove desequilíbrio na formação e ineficiência no aprendizado das disciplinas que direta ou indiretamente dele dependem, como a visão espacial.

Como a descoberta de que visão espacial é habilidade mental que tem seus mecanismos localizados do lado direito do cérebro, e, como a maioria dos alunos não foi estimulada suficientemente para trabalhar com ela, surgem os entraves de aprendizado que se tem observado.

Portanto, é preciso, com base no entendimento da importância da GD na formação integral do aluno, enfatizar a necessidade de praticá-la. Suas contribuições são essenciais para que haja expansão de aproveitamento no aprendizado de outras disciplinas,

não só para o estudante da área de ciências exatas.

2.6.5 Histórico da GD

Quando os homens só dispunham de tecnologias grosseiras, os empreendimentos, principalmente nas construções, eram executados por processos empíricos, que demandavam muito tempo e trabalho, e as perdas de material e mão de obra resultavam muito grandes. Inexistindo argamassa que propiciasse a ligação entre as partes, as paredes e muros eram erguidas com pedra trabalhada pacientemente por mãos de artesãos, com marreta e talhadeira, uma a uma, até que as superfícies apresentassem condições de assentamento em equilíbrio estável. Não havendo desenho que orientasse as tarefas, pode-se imaginar as dificuldades com que eram executadas.

Há relatos de que os egípcios começaram a trabalhar com desenhos e, também, com projeções de modo a facilitar os trabalhos e minorar as perdas já mencionadas.

Os gregos foram seus seguidores na utilização daqueles recursos, o que pode ser percebido pela grandiosidade e apuro de suas obras arquitetônicas.

Com o despertar da civilização romana e a utilização do poder bélico de que dispunha, os povos por ela subjugados, entre eles os gregos, cederam seus conhecimentos que, aprimorados resultaram em avanços tecnológicos significativos, como as construções dos arcos, em que foram exímios. Uma tecnologia tão avançada, naquele contexto histórico, só poderia ser atingida com utilização de desenho e projeções.

Os italianos, peritos construtores, herdaram essas técnicas e passaram a utilizá-las na execução de suas obras de construção.

Com o advento da era napoleônica, os franceses, em contato com os povos das regiões conquistadas, absorveram seus conhecimentos tecnológicos, bem como as técnicas de desenho e projeções que utilizavam. Gaspar Monge, então Ministro da Indústria, estudou aqueles procedimentos e aprimorou-os com o toque de sua reconhecida genialidade e seus profundos conhecimentos matemáticos, criando uma abordagem inédita que resultou num corpo de doutrina, chamado hoje de GD. Logo, a França ocupava posição de destaque no cenário mundial da época, pela quantidade de inventos tecnológicos que ocorreram em seus domínios e pelo desenvolvimento acentuado de sua indústria.

A partir de então a GD teve um impulso enorme tanto na França como na Itália, sendo estudada e aprimorada por inúmeros matemáticos. Difundiu-se pelas civilizações européias mais aptas a utilizá-la, chegando mais tarde até nós.

2.6.6 O Que é a GD?

Numa definição genérica, uma técnica de representar uma figura mono, bi ou tridimensional por duas projeções cilíndricas ortogonais em planos chamados de projeção (um vertical e outro horizontal) (figura 15) rebatendo-as num único plano, a é pura (figura 16) - o plano de trabalho, a folha de papel em que desenhamos - e sobre essas projeções fazer interpretações quanto à forma, posição, medidas de dimensões e de ângulos e, sendo necessário, poder trabalhá-las com vistas a modificações, pela via do DG.

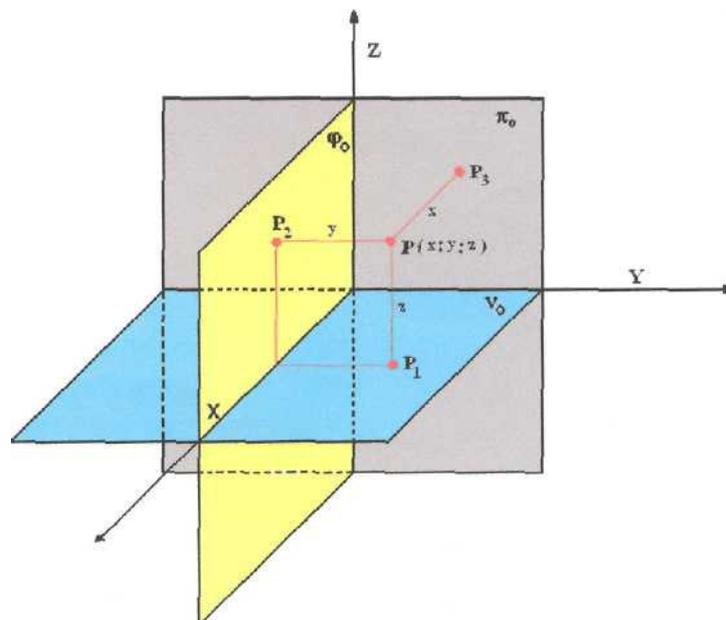


Figura 15 - Sistema bi-projetivo cilíndrico ortogonal com plano de perfil.

Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

O procedimento contrário, chamado alçamento, compreende a reconstituição da figura a partir das projeções.

A abordagem clássica começa pelo ponto, avança pela reta, depois pelo plano, onde se trabalha com as figuras bidimensionais, além pelos poliedros, que são corpos tridimensionais, culminando com cortes e interseções dessas figuras.

As posições relativas entre as figuras ou partes delas, como paralelismo, perpendicularismo, ortogonalidade, inclinação, podem ser entendidas, medidas, e sendo necessário, modificadas com precisão.

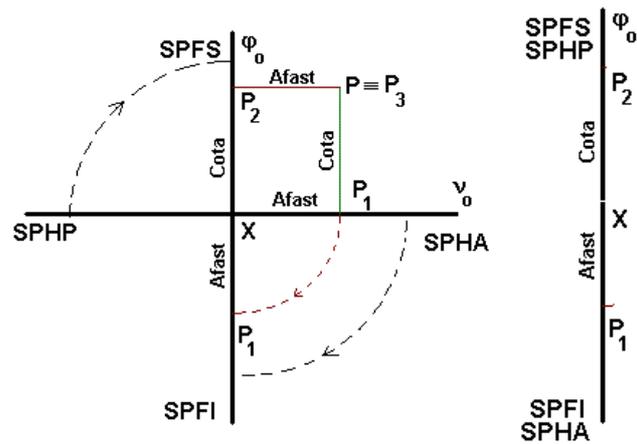


Figura 16 - Sentido de rebatimento dos planos de projeção, e épora do ponto P. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

A GD oferece a possibilidade de alterar a posição relativa entre figura e planos de projeção pelos procedimentos chamados métodos (rotação, rebatimento e mudança de planos), e, assim, poder trabalhar de modo simplificado e com verdadeiras grandezas de segmentos, ângulos e figuras planas.

A seguir, nas figura 17,18 e 19, reproduziremos exemplos de representações em GD de figuras planas posicionadas no 1º diedro, com as respectivas épuras desenhadas à direita de cada uma.

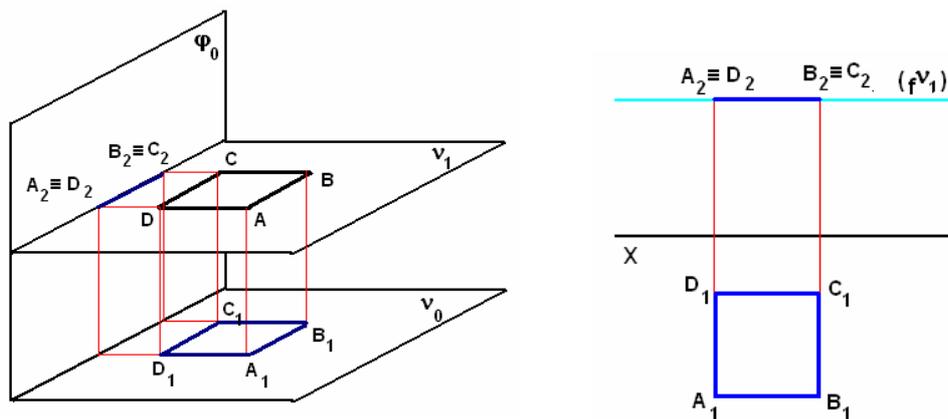


Figura 17 - Quadrado contido em plano horizontal. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

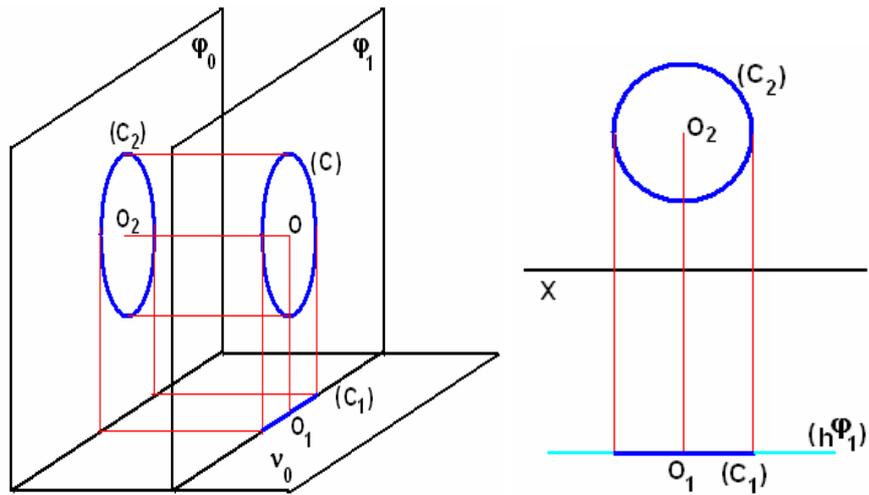


Figura 18 - Círculo contido em plano vertical. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

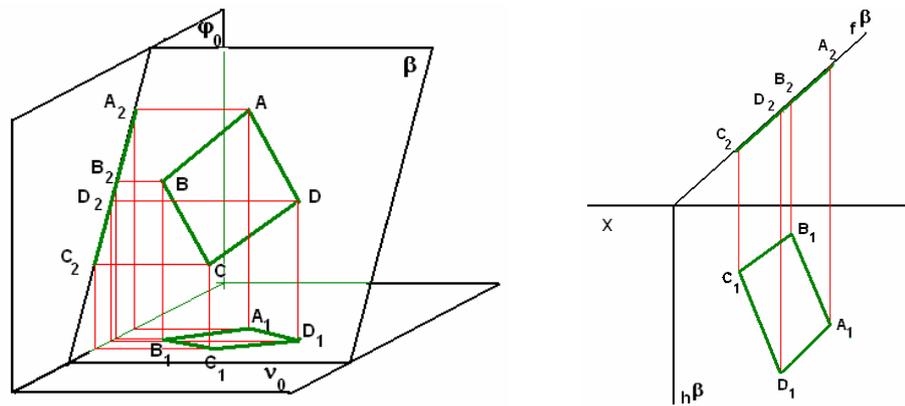


Figura 19 - Quadrilátero contido em plano de topo. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

Na figura 20, por intermédio de mudança de plano horizontal de projeção, um dos métodos usados em GD, obtemos a verdadeira grandeza do quadrilátero representado na figura 19.

A figura 21 corresponde à épura de um triângulo contido num plano qualquer e sua verdadeira grandeza obtida por dupla mudança de plano.

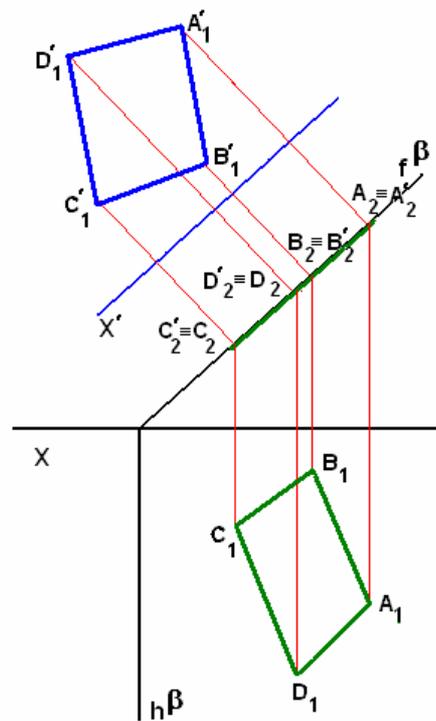


Figura 20 - Verdadeira grandeza da figura anterior, obtida por mudança de plano horizontal.

Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

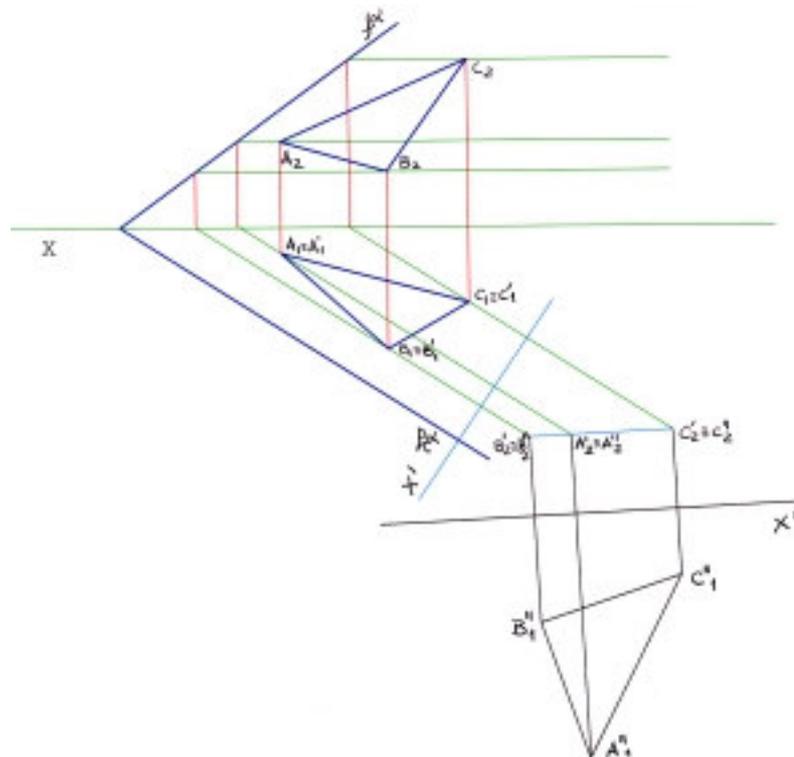


Figura 21- Triângulo contido em plano qualquer e verdadeira grandeza obtida por dupla mudança de plano. Fonte: SÍTIO DA GD (2006)

2.6.7 Funções da GD

O aprendizado da GD, quando ocorre de modo apropriado, desenvolve no aluno várias competências, dentre as quais destacamos: desenvolvimento de habilidade motora manual, planejamento, visão ou raciocínio espacial, precisão, capricho e ordem.

Tanto quanto no DG, na GD o aluno utilizará instrumentos de desenho, tais como régua, esquadros, transferidor, compasso e, claro, lápis e borracha. Terá de usá-los segundo técnicas e convenções simples, as quais terá de dominar com segurança, para saber aplicá-las na seqüência que a abordagem do problema exigir, o que varia a cada resolução, e, a cada passo, quando na resolução de um mesmo problema, que ofereça maior complexidade. Essa habilidade na ação com os instrumentos promove o desenvolvimento da capacidade motora manual, tão esquecida ultimamente.

A necessidade de pensar na execução dos traçados (operações gráficas) passo-a-passo, numa ordem conveniente, para conseguir a solução, que se apresenta na forma de uma construção gráfica, obriga o aluno a planejar a seqüência, em outras palavras, projetar. Esse trabalho, bem conduzido, começa por pequenos passos e vai se tornando mais complexo, o que exige do aluno maior atenção e concentração.

A associação do pensar antes do fazer manual e a obtenção de um resultado concreto, a solução gráfica acima referida, estimula o aluno a dar passos mais ousados, torna-o mais autoconfiante, competências que refletem positivamente na sua educação.

A visão espacial, ou raciocínio espacial, habilita o aluno tanto a entender uma figura geométrica, representada por suas projeções na épura, como a obter as projeções de uma figura geométrica. O desenvolvimento da visão espacial tornará o aluno capaz de projetar e entender projetos produzidos por outros profissionais. Também é por ela que se consegue “ver” (com sentido de imaginar) um objeto, pensar modificações que melhorem suas características alterando sua forma ou a relação entre os elementos que o constituem.

Quanto a essa competência - a visão espacial - nenhuma outra disciplina a desenvolve em grau tão elevado quanto a GD, o que a torna valiosa na formação do aluno.

A GD, juntamente com o DG, por trabalhar com traçados, que são as operações do desenho, propicia ao aluno entender o valor da precisão na obtenção de um resultado final. Essa precisão não pode ser conseguida senão como a somatória das precisões parciais alcançadas em cada passo da execução. Não se atinge precisão sem capricho.

Percebe-se, então, que a GD presta-se a mais um serviço, qual seja, o desenvolvimento no aluno da percepção do valor da precisão, e que um dos caminhos para

nela chegar é o capricho. Ora, precisão e capricho são desejáveis em qualquer área de atividade humana, daí a importância de mais essa contribuição da GD.

2.6.8 Importância na Cadeia de Aprendizagem

Em primeiro lugar é preciso estabelecer as correlações básicas do DG com a Geometria Plana, da construção gráfica com os conceitos matemáticos. Na seqüência, num estágio mais avançado do DG, o estudante aprende a resolver problemas gráficos bidimensionais contando, basicamente, com régua e compasso. É uma maneira de formar sua compreensão em torno das relações geométricas pela via da abstração que o traçado gráfico estimula o estudante a desenvolver.

Na abordagem clássica, o DG precede a GD. Há duas razões básicas para isso: uma é que as figuras geométricas são as mesmas, portanto é preciso entendê-las antes de aplicá-las; a outra diz respeito à faixa etária, pois segundo Piaget (1967) o pensamento concreto caracteriza o ciclo até 11 ou 12 anos, quando começa o pensamento formal, que se expande durante a adolescência. É o momento propício para o aprimoramento da visão espacial.

No próximo estágio, vem a Geometria Espacial, que lida com figuras tridimensionais, analisando-as pelas relações matemáticas entre as partes, mas, também, pela junção de figuras geométricas planas, que resultam em formas volumétricas.

Concomitante com a Geometria Espacial é desenvolvido o ensino da GD. Isso, repito, se adotado o procedimento clássico de abordagem que vigorou, paradoxalmente, enquanto o Brasil era um país com economia centrada, eminentemente, na agropecuária.

Não há outra disciplina que, como a GD, contribua, para o aprendizado da própria Geometria Espacial, no do Desenho Técnico, nas suas diversas formas, e no das Perspectivas Isométrica, Cavaleira ou Cônica. Portanto, parece inquestionável sua validade não apenas no despertar, mas, também, no aprimoramento da visão espacial, essencial no entendimento pleno das tantas disciplinas que lhe seguem na seqüência do aprendizado até o Ensino Superior e nele próprio. (MARMO, 1974b).

2.6.9 Relação da GD com a Matemática

Como já pode ter sido percebido, havia uma seqüência bem encadeada entre aquelas disciplinas, como se depreende do título anterior. Assim foi por muitos anos,

enquanto nosso país não despertara para o desenvolvimento tecnológico industrial, e funcionava muito bem.

Poderia haver excessos quanto às formas de avaliação, que eram eminentemente seletivas e que produziram tantos efeitos traumáticos, mas não se pode tirar por isso o valor e a contribuição que a GD tem na formação básica do futuro cidadão que almeja alcançar o Ensino Superior e dele tirar o proveito mais pleno para a conquista de um diploma de graduação que lhe sirva como salvo conduto para o emprego e para a realização pessoal mais completa.

Em relação às matemáticas, a GD afeta diretamente as geometrias espacial e analítica e os cálculos diferencial e integral. Suas compreensões são prejudicadas pelo precário ou nulo desenvolvimento da visão espacial, o que leva o aluno a despender um esforço muito maior para aprendê-las, com resultado aquém do desejável. Talvez por isso o índice de reprovação nessas áreas seja tão alarmante, nos dias atuais, apesar do apelo que se faz a recursos didáticos e pedagógicos variados, incluindo aí os de multimídia, e à utilização de critérios de avaliação menos seletivos.

Não se tem conseguido sucesso na abordagem da Matemática, da Física, do Desenho Técnico, no Ensino Superior, que resultem em melhoria sensível do rendimento, em parte por que não se consegue contornar a natural dificuldade dessas disciplinas, mas, provavelmente, a maior causa seja a deficiente ou nula formação dos alunos em DG e GD.

2.6.10 A GD como Desenho de Resolução

Até este momento a GD foi considerada pelo ângulo do desenvolvimento do raciocínio lógico do aluno, com destaque para a visão espacial e suas contribuições no aprendizado de outras disciplinas. Funcionando, portanto, como desenho de formação, pelas diferentes e úteis habilidades que desperta e aprimora no aluno.

Entretanto, sua contribuição vai além. Pode-se usar a GD como auxiliar na resolução de problemas gráficos de outras disciplinas, que envolvam figuras ou objetos estéreos, tanto no que respeita às suas formas, quanto ao tamanho de suas partes componentes planas. É possível aplicar a GD, nos referidos problemas, em Grafostática, Geometria Espacial, Detalhamento de Construção, Sistemas Estruturais e tantos outros.

Como exemplo de aplicação mostramos as figuras 22 e 23, que correspondem a épuras de interseções entre sólidos. O entendimento das referidas interseções faz-se necessário quando do cálculo de esforços solicitantes internos, como momento fletor,

força cortante e força normal, na disciplina de Sistemas Estruturais comum aos cursos de engenharia e arquitetura.

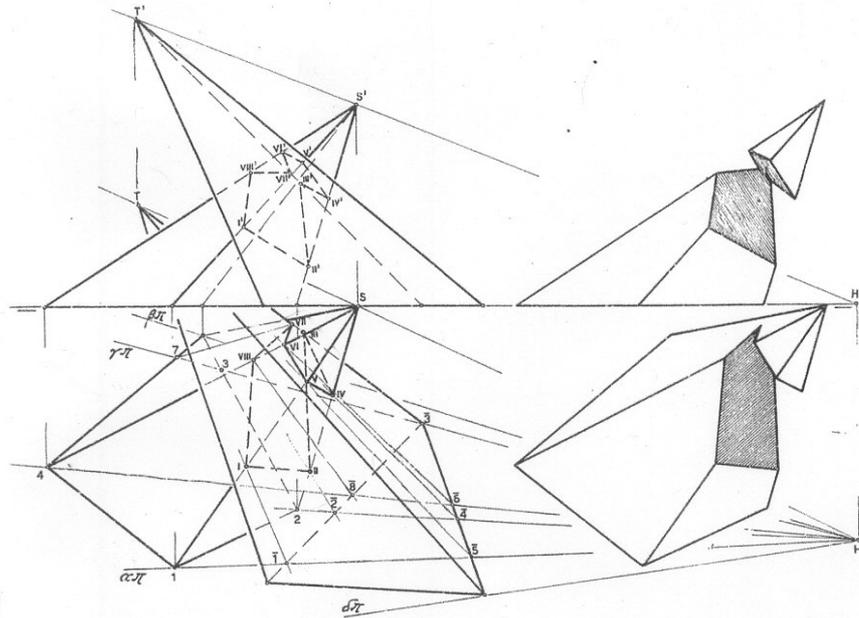


Figura 22: Engastamento de dois corpos piramidais. Fonte: PINHEIRO (1971)

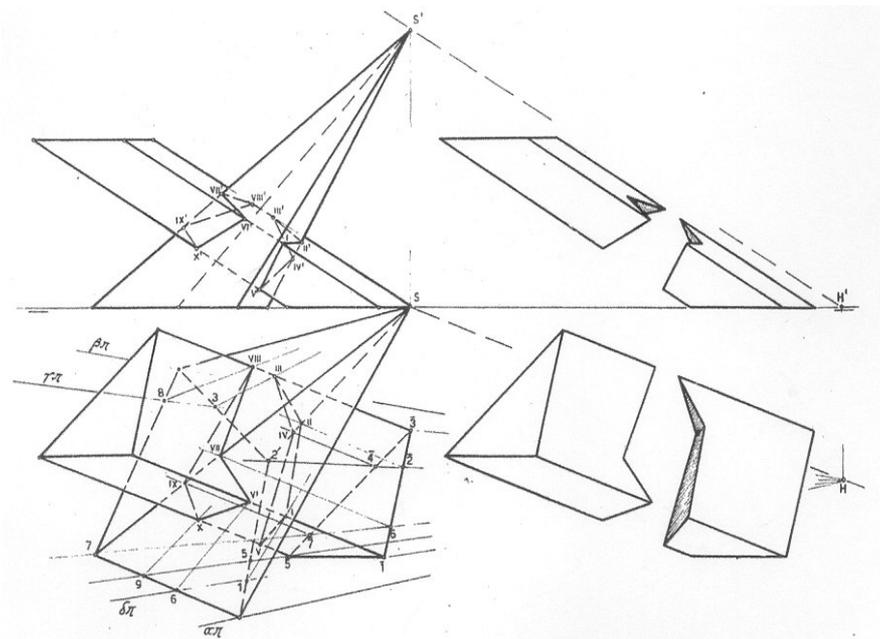


Figura 23: Engastamento entre corpos piramidal e prismático. Fonte: PINHEIRO (1971)

Para que os cálculos se façam com confiabilidade é preciso que os elementos decorrentes do engastamento, todos geométricos, como os planos das faces, ângulos e distâncias sejam conhecidos com precisão. Para tanto se utiliza os métodos descritivos:

rebatimento, rotação e mudança de planos de projeção. Sobre eles já nos referimos anteriormente, na seção 2.6.6, e mostramos exemplos nas figuras 20 e 21.

Conquanto sejam disciplinas de um mesmo ramo, o das matemáticas, a inter-relação explícita do DG com as geometrias e com a GD, desta com a Geometria Espacial, e as relações menos claras, mas possíveis de serem mostradas e exploradas entre a GD e as outras áreas de atividade já mencionadas, são exemplos de aplicação de interdisciplinaridade, cuja prática a moderna Pedagogia estimula.

Explorados adequadamente, esses exemplos podem ser levados a outras disciplinas, aumentando a eficácia do aprendizado e tornando a relação do aluno com o ensino, muito mais prazerosa.

Tanto no aspecto da formação, quanto no da resolução, a GD contribui com uma maneira única de resolução de problemas pela via gráfica, a qual não se encontra em outra disciplina, o que a torna insubstituível.

2.6.11 A GD como Disciplina de Formação

Desenvolve a capacidade mental espacial, o discernimento criativo, objetivo e prático, podendo ser considerada ginástica mental. Tal como o DG, desenvolve ou aprimora as noções de capricho, precisão, ordem e rigor, pois o aprendiz entende que as ações que empreende nos traçados exigem tais práticas para surtir os efeitos desejados. Serve como instrumento de pesquisa matemática. É integrante de todo o projeto de natureza tecnológica. É importante como meio de comunicação, expressão e instrumento de cultura.

A ausência da GD e do DG nos currículos de Ensino Básico conduz a uma formação desequilibrada, em que o raciocínio verbal é priorizado em detrimento do lógico e do espacial. A cada ano, por perda de profundidade no domínio de conteúdos dessas áreas, o aprendizado torna-se mais difícil e o resultado final é a formação deficiente em ciências exatas. Isso terá conseqüências nas futuras ações na área tecnológica e científica pela insegurança que gera e, o que é mais grave, incapacidade, distanciamento de bons empregos, além dos fatores sociais negativos agregados que afastam o indivíduo do pleno exercício da cidadania.

A utilização deliberada do desenho como estratégia para desenvolvimento cognitivo remonta ao período do Renascimento. A própria GD, que tomou corpo de doutrina na França do período napoleônico, pelas mãos de Monge, além daquela função, objetivava outra mais ambiciosa: o desenvolvimento industrial da França, o que se deu, realmente.

Lamentavelmente, entre nós há perda de espaço do desenho - DG e GD - nas grades curriculares do ensino regular, e o preço pago por isso tem sido alto.

Um dos marcos da aprendizagem da GD, inquestionavelmente aquele em que se destaca das demais disciplinas, é a visualização espacial, principalmente a tridimensional.

É evidente que esta competência é útil em qualquer área de atividade humana, mesmo na vida de relação, pois facilita a assimilação de conhecimentos dispostos pela cultura, melhorando a socialização do indivíduo.

Sua utilidade imediata volta-se para as áreas das ciências exatas, tecnológicas e artísticas; é disciplina que, direta ou indiretamente, contribui para a melhoria da eficácia de aprendizado dos cursos, de graduação em Engenharia, Matemática, Arquitetura e Desenho Industrial, todas dependentes de métodos de representação e resolução gráficas. (MARMO, 1974b).

A ausência da GD nas grades curriculares priva o aprendiz do desenvolvimento e do aperfeiçoamento daquela capacidade, que lhe é primordial para domínio de conteúdos e aprofundamento de aprendizados, que lhes serão extremamente úteis no exercício das respectivas profissões.

Consultando programas daqueles cursos em diferentes estabelecimentos de Ensino Superior, constata-se que, de modo geral, para compensar a lacuna deixada na formação do aluno, em particular no que respeita à visão espacial, têm instituído cursos rápidos, no início do primeiro ano.

Como já comentamos anteriormente, os referidos cursos não são oportunos, apenas compensatórios, uma vez que o aluno, neste nível, já deveria dominar os correspondentes conteúdos, e dispor das habilidades que o DG e a GD propiciam.

Mas como agir, senão desta forma, diante do atual quadro educacional?

As dificuldades de raciocínio lógico e espacial, a falta de conhecimentos geométricos básicos, acrescidos de vícios adquiridos em processos cognitivos deficientes, produzem como conseqüência, esta reação.

Para o corpo docente, ciente das deficiências com que o aluno se apresenta e das conseqüências que daí advirão, pedagogicamente, para o domínio de conteúdos futuros, é preciso agir. Para vencer esta situação, algumas instituições de nível superior chegam a implantar cursos de nivelamento, tentando proporcionar aos alunos provindos de formações básicas tão dispares, nos primeiros seis meses de curso, uma retomada dos conteúdos mínimos. Embora de curta duração, a PUCPR implantou no ano 2000, paralelamente aos cursos normais, atividade deste tipo.

Em virtude da exigüidade de tempo destinado a estes cursos, nada mais veloz que a utilização dos recursos disponibilizados pelas tecnologias de computação gráfica. Mas a velocidade operacional de tais recursos, não se transfere diretamente para o aprendizado. Há outros entraves que precisam ser superados, como veremos adiante.

A busca deste caminho é válida e até certo ponto justa, pois contém aspectos positivos como respeito à velocidade própria de aprendizado e oferece certa autonomia ao aprendiz, mas não esqueçamos que paliativa.

2.6.12 Técnicas Computacionais

Muitas são as técnicas disponíveis, hoje, voltadas diretamente para o aprendizado da Geometria, do DG e da GD, com base em *softwares*. Têm valores indiscutíveis como modificações de posições entre as figuras, variações de grandezas para observação direta de resultados, possibilidade de troca de informações via *internet*, terrenos em que são imbatíveis, se comparadas com as técnicas de operações gráficas por instrumentos.

Não podemos esquecer, entretanto, que se trata de uma prática indireta, como se o computador estivesse operando e não o próprio desenhista-estudante. Há um afastamento entre quem aprende e o resultado.

Fora esses aspectos há a necessidade de domínio dos programas, com suas respectivas interfaces - algumas muito complicadas -, o que representa dificuldade adicional, para o aprendizado dos conteúdos propriamente.

O custo de aquisição e de operação do conjunto computador-programa é muito superior ao dos instrumentos de desenho.

Aproveitamos o momento dessas colocações para salientar outro aspecto interessante que nos é legado por Moraes (1997, p. 190).

Neste momento, queremos salientar a importância de todas as tecnologias da informática, em particular do computador e das redes telemáticas como recursos instrumentais do novo paradigma educacional, meios com características, peculiaridades e possibilidades próprias e que, **adequadamente** utilizados, poderão colaborar para promover mudanças fundamentais na educação. Isto porque o computador, usado como prótese da inteligência investigadora e como prolongamento da mão, é uma ferramenta de produção, investigação, comunicação e criação do conhecimento (grifo da autora).

Na seqüência tomaremos, novamente, por empréstimo as palavras da autora reproduzindo outras considerações a respeito do uso das técnicas computacionais na educação.

Quando insistimos na importância da adequação do seu uso, é porque, dependendo do paradigma utilizado, tanto a informática quanto qualquer outro recurso tecnológico

aplicado à educação, podem ser apenas instrumentos reprodutores dos velhos vícios e erros do sistema, colaborando para a “otimização do péssimo”, como anunciamos no início deste trabalho. (MORAES, 1997, p. 190).

Muitos são os programas na área computacional voltados para o aprendizado tanto de Geometria quanto de DG e GD. São válidos para esclarecimento de técnicas de procedimento de traçados, de posicionamentos, de implantação de movimento às figuras e corpos geométricos, mas que colocam o aluno na posição de espectador, de mero observador, ainda que participe de algumas ações.

Alguns autores são veementemente contra a utilização do computador em atividades de educação. Advogam que a idade para começar deveria ser entre dezesseis e dezessete anos. Relacionam várias razões para justificar suas teses. Uma delas é que, por conta da imaturidade, a possibilidade de dispersão é muito provável de acontecer, gerando indisciplina mental, a não ser que esteja sob orientação de professor, em sala de aula. Outra é que forçaria o pensamento abstrato em faixa etária imprópria. (SETZER, 1996).

Quanto ao desenho auxiliado por computador, Hans Seybold, especialista em computação gráfica e professor da Universidade de Munique afirma que, sem estudo prévio de Desenho com instrumentos convencionais, como régua e compasso, é impossível compreender computação gráfica. (MARMO; MARMO, 2001).

Dentre os programas destacaremos os mais conhecidos como forma de mostrar o quanto a ciência e a tecnologia na área de aplicação de conhecimentos computacionais, tem avançado.

Cabri Géométrie: software de construção em geometria desenvolvido pelo Institut d'Informatique et de Mathématiques Appliquées em Grenoble (IMAG). É um software de construção que nos oferece “régua e compasso eletrônicos”, sendo a interface de menus de construção em linguagem clássica da Geometria.

Sketchpad: software de construção em geometria desenvolvido por N. Jackiw e S. Steketee comercializado por Key Curriculum Press. É um software de construção que nos oferece “régua e compasso eletrônicos”, sendo a interface de menus de construção em linguagem clássica da Geometria

Cinderella: Software de construção em geometria desenvolvido por Jürgen Richter-Gebert & Ulrich Kortenkamp comercializado por Sun Microsystems, Inc. É um software de construção que nos oferece “régua e compasso eletrônicos”, semelhante ao Cabri e Sketchpad.

Geoplan: software de construção em geometria que trabalha os conceitos analíticos da geometria em um sistema de coordenadas cartesianas

Geospace: software de construção e exploração em geometria que trabalha os conceitos espaciais.

Euklid: software de construções geométricas com régua e compasso e geometria dinâmica. Semelhante ao Cabri e ao Sketchpad.

Winggeom: software que permite construções geométricas bidimensionais e tridimensionais.

S-Logo: é uma linguagem de programação de fácil compreensão e que possibilita que o aluno desenvolva o raciocínio, desenvolvendo seu próprio programa.

Régua e Compasso: software de construções geométricas com régua e compasso

Poly: é uma criação Pedagoguery Software, que permite a investigação de sólido tridimensionalmente com possibilidade de movimento), dimensionalmente (planificação) e de vista topológica. Possui uma grande coleção de sólidos, platônicos e arquimedianos entre outros.

Voltados para a GD estão disponíveis outros tantos programas dos quais destacaremos os seguintes.

GD: Concebido por Filipe C. Clérigo e Vitor Duarte Teodoro da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa – Portugal, este software procura explorar as potencialidades do computador na manipulação direta de representações no espaço, de pontos, retas, segmentos, sólidos, etc., bem como das respectivas projeções e épuras.

Hypergeo: Concebido por Maria Antonia Benutti Giunta, Ms. e Vânia Valente, MS., ambas da UNESP / Bauru, o Hypergeo é um ambiente de aprendizagem de Geometria Descritiva disponibilizado na WWW, que representa formalmente o conhecimento de GD através de uma descrição textual e faz a representação deste conhecimento tanto no domínio 2D quanto no 3D.

AEIOU – GD: Programa distribuído pela APROGED- Associação dos Professores de Desenho e GD da cidade do Porto - PT. Com este programa é possível obter explicações teóricas e, ao mesmo tempo, visualizar o que se expôs nos conceitos teóricos, tanto em representação tridimensional como em representação de Monge.

Teoria Geral das Projeções - Um tutorial on-line: Projeto coordenado pelos professores Dr. Eduardo Toledo Santos, Dr. Cheng Liang Yee e Prof. Dr. João R. D. Petreche,

da Escola Politécnica da USP, trata-se de um tutorial desenvolvido para Internet, mostrando a teoria das projeções relativas a ponto, reta e plano.

Jogo de Paciência de Planos: Desenvolvido pela Profa. Dra. Marie Claire Ribeiro Póla, da Universidade Estadual de Londrina. Trata-se de um jogo realizado no computador, que segue os mesmos princípios fundamentais do jogo conhecido como “Paciência”.

Projeção de uma figura em um plano: Desenvolvido pela Profa. Dra. Marie Claire Ribeiro Pola, da Universidade Estadual de Londrina. Nesta pesquisa os desenhos foram criados através de um software voltado para o ensino de Geometria Dinâmica, o Cabri Geometry, de modo a permitir a manipulação direta dos desenhos nele criados.

Descriptive Geometry: Programa de autoria de Petr Plavjanik da República Tcheca. Segundo informações do seu autor, este programa é utilizado na instrução prática em Escolas da República Tcheca, e foi criado para a facilitar e resolver tarefas da GD.

No nosso entendimento, não há uma efetiva participação nos processos construtivos o que distancia o aluno da realidade prática e o impede de atingir em maior grau convicções e conhecimentos que somente a construção, traçado por traçado, elemento por elemento, pode proporcionar.

As práticas computacionais incontestavelmente são úteis, pois dinamizam a transmissão de informações no processo ensino-aprendizagem, no entanto criam um obstáculo que é provocado pelo programa que se interpõem entre quem aprende e a resolução. Um inevitável distanciamento da realidade.

Para fazer um simples traçado o aluno precisa contar com um equipamento sofisticado, que o obriga a conhecer, antecipadamente, um programa às vezes complicado, que poderá afastá-lo do problema principal, já nos primeiros passos. Mais razoável seria aprender o DG e a GD pelo processo tradicional, muito mais barato e expedito, para, só depois, quando estivesse com base sólida, e maturidade intelectual, usar os programas gráficos.

Os programas gráficos também são úteis por permitir trocas de informações entre alunos e entre esses e os professores, fora do âmbito da sala-de-aula, para reforçar o aprendizado.

Entendemos que a aprendizagem não pode acontecer sem esforço por parte do aluno, sem sua efetiva participação. Seria o mesmo que voltarmos aos processos meramente transmissores em que os alunos participam como ouvintes, muito mais do que autores da própria aprendizagem.

No nosso entendimento, outro risco que a utilização dos programas computacionais oferece é o de levar o aluno a um processo facilitador extremo que poderia conduzir à inércia, ao invés de despertar ânimo para aprender.

Por fim, e apenas por lembrar mais um inconveniente, o excesso de confiança, que o aluno vota ao computador, uma espécie de deslumbramento ou fascinação pelas soluções da máquina que passa a ser endeusada e por isso, a gozar de infalibilidade por que lhe falta critério para avaliar.

O Desenho e a Geometria ganharam novas abordagens, novas formas e um novo espaço para a sua criação, com os avanços na área computacional. Entretanto é importante que saibamos que não basta usar os produtos tecnológicos de última geração, temos que respeitar uma filosofia educacional que possa nortear a prática pedagógica, para uma melhoria da aprendizagem da Geometria, do DG e da GD. Não nos esqueçamos que em educação não se pode queimar etapas. (SETZER, 1996).

2.7 Delimitação de Faixa Etária

Para justificar a implantação do DG e da GD faremos algumas considerações em acréscimo ao que já foi escrito anteriormente, tomando por base estudos de Piaget.

Segundo Piaget (1967), após detalhadas pesquisas, fica claro que o ser humano demonstra dispor de inteligências com características distintas por faixa etária, que o habilitam para o aprendizado de conteúdos, também, distintos. Suas pesquisas visam conduzir a educação por caminhos consistentes a fim de torná-la mais eficaz. Em outras palavras, não se pode pretender educar quando o aprendiz é levado a conviver com informações que escapam ao nível mental em que se encontra.

Considerando a inter-relação entre idade e inteligência, relacionamos a seguir alguns resultados a que chegou o eminente pesquisador:

Comparado com a criança, o adolescente é um indivíduo que constrói sistemas e “teorias”. A criança não constrói sistemas, ela os tem inconscientemente ou preconscientemente, no sentido de que estes são informuláveis ou informulados, e de que apenas o observador exterior consegue compreendê-los, já que a criança não os “reflete”. Ou, melhor, pensa concretamente sobre cada problema à medida que a realidade os propõe, e não liga suas soluções por meio de teorias, das quais se destacaria o princípio. Ao contrário, o que surpreende no adolescente é seu interesse por problemas inatuais, sem relação com as realidades vividas no dia-a-dia, ou por aqueles que antecipam, com uma ingenuidade desconcertante, as situações futuras do mundo, muitas vezes quiméricas. (PIAGET, 1967, p. 62).

E acrescenta, destacando as características de inteligência do pré-adolescente:

Por volta dos onze a doze anos efetua-se uma transformação fundamental no pensamento da criança, que marca o término das operações construídas durante a segunda infância; é a passagem do pensamento concreto para o formal. Ou como se diz em termo bárbaro, mas claro, “hipotético-dedutivo”. Até esta idade, as operações da inteligência infantil são, unicamente, concretas, isto é, só se referem à própria realidade e em particular aos objetos tangíveis, suscetíveis de serem manipulados e submetidos a experiências efetivas. (PIAGET, 1967, p. 62).

Justifica a seguir as razões de certas dificuldades de entendimento daquela faixa etária:

É por este motivo, em especial, que sentem uma tal dificuldade em resolver na escola problemas de aritmética, embora estes dependam de operações bem conhecidas. Se manipulassem os objetos, raciocinariam sem obstáculos; mas os mesmos raciocínios sob a forma de enunciados verbais, isto é, no plano da linguagem, tornam-se muito mais difíceis, já que ligados a simples hipóteses, sem realidade efetiva. (PIAGET, 1967, p. 63).

Quanto ao surgimento de capacidade para aprender GD, que exige do aprendiz a chamada visão espacial tridimensional, Piaget (1967, p. 63) esclarece:

Ora, após os 11 ou 12 anos, o pensamento formal torna-se possível, isto é, as operações lógicas começam a ser transpostas do plano da manipulação concreta para o das idéias, expressas em linguagem qualquer (a linguagem das palavras ou dos símbolos matemáticos, etc...), mas sem o apoio da percepção, da experiência, nem mesmo da crença.[...] O pensamento formal é, portanto, “hipotético-dedutivo”, isto é, capaz de deduzir as conclusões de puras hipóteses, e não somente através de uma observação real.

Demonstrando a consistência de suas experiências, em outra obra o pesquisador resume que a partir de 7 a 8 anos, a quantidade de matéria é reconhecida como se conservando; por volta de 9 a 10 anos a conservação do peso é admitida; quanto ao volume, só a partir dos 11 a 12 anos. Vê-se, portanto, que o entendimento de espaço tridimensional, tem início nesta última etapa. (PIAGET, 1983).

Na mesma obra o autor acrescenta que o pensamento formal expande-se durante a adolescência o que faz do adolescente um indivíduo que reflete fora do presente e elabora teorias sobre todas as coisas, diferentemente da criança, capaz de lidar com o concreto. (PIAGET, 1983).

3 PESQUISAS EXPLORATÓRIAS

Com o intuito de colher subsídios que nos permitissem aprofundar conhecimentos quanto aos efeitos causados no Ensino Superior pela precariedade ou ausência do ensino de DG e de GD no nível básico, elaboramos duas pesquisas exploratórias.

3.1 Entre Professores de Ciências Exatas

A pesquisa dirigida aos professores do CCET da PUCPR foi endereçada via Secretaria do CCET, em forma de carta, no segundo semestre do ano de 2005. O teor e respostas à mesma constam do Apêndice A.

As respostas provieram de professores que desenvolvem suas atividades em diversos cursos, tais como: Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil, Engenharia Ambiental, Engenharia da Computação, Engenharia Mecatrônica, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Alimentos, Engenharia Química, Matemática, Ciência da Computação, Desenho Industrial, Agronomia, Zootecnia, Administração e Contabilidade.

Quanto aos Programas de Aprendizagem, apenas para citar alguns, os docentes lecionam: Composição Formal, Mecânica dos Solos, Fundações, Geometria Analítica, Álgebra Linear, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Álgebra Linear, Cálculo Numérico, Análise Vetorial, Estatística, Mecânica dos Fluidos, Fenômeno dos Transportes, Urbanismo, Paisagismo, Projeto, Teoria e Projeto, Conforto Ambiental Térmico, Conforto Ambiental Acústico, Desenho Urbano, Mecânica Geral, Resistência dos Materiais, Resistência das Estruturas, Sistemas Estruturais, Estruturas de Aço, Topografia, História da Arquitetura e das Artes, Infra-Estrutura Industrial, Matemática, Matemática Básica, Matemática Financeira, Física Geral, Planejamento, Gestão da Produção, Implantação Industrial, Construção Civil, Sistemas de Comunicações, Sistemas de Imagens, Desenho e Meios de Representação, Representação Gráfica e Visualização Espacial, Arquitetura Teoria e Projeto, Circuitos Elétricos, Eletrônica e Transferência de Calor.

As contribuições dos professores, sob nosso ponto de vista, foram extremamente valiosas, principalmente por que espontâneas e sem identificação. A análise quantitativa das respostas mostra que tanto para o DG quanto para a GD, os números falam por si: as respostas extremamente e muito importantes foram eloquentemente majoritárias.

Entretanto, é na manifestação voluntária, em que textualmente dão suas opiniões, que se pode fazer uma análise qualificativa, e se inferir a gravidade da situação. Percebe-se quantas conseqüências negativas têm resultado da deficiência do ensino do DG e da GD na formação superior dos alunos, nos mais diversos PAs.

3.2 Entre Alunos de Ciências Exatas

A alunos de cursos que lecionamos no CCET da PUCPR foi solicitado, em sala de aula, o preenchimento de questionário, cujo teor e respostas constam no Apêndice B.

Tomando por base as respostas dadas aos quesitos, podemos extrair algumas conclusões. Em primeiro lugar, embora não seja relevante para a pesquisa em si, verifica-se que os alunos matriculados no CCET provieram, na sua maioria, de estabelecimentos de ensino particulares. Da ordem de três quartos estão nessa situação, com ligeira predominância para os que cursaram o Ensino Médio sobre os que o fizeram no fundamental.

Embora o DG tenha sido aprendido por 70,2% deles, a maioria optou pelas respostas suficiente e pouco, sendo que só metade deles declara que o mesmo foi útil no Ensino Superior. Quanto à GD, menos de um terço dos declarantes aprendeu a disciplina no Ensino Médio e deles, a maioria diz ter aprendido pouco ou suficiente e conclui que foi pouco útil no Ensino Superior.

Desenho Técnico, disciplina normalmente ministrada no Ensino Superior, foi vista por 13% dos entrevistados, sendo que por uma minoria no Ensino Fundamental e por um pouco mais no médio. Deve-se destacar que, dentre estes, há alunos que não aprenderam DG ou GD, disciplinas básicas para o entendimento do Desenho Técnico.

Embora não esteja explícito, ao analisar as respostas, pode-se constatar que 52,9% dos alunos que cursaram o fundamental em estabelecimento público aprenderam DG, contra 73,7% daqueles que o fizeram em estabelecimento particular. Dirigindo a análise para a GD, há uma leve inversão: 33,2% aprenderam-na em estabelecimento de Ensino Médio público e 22,9% em particular.

Quanto à última questão, em que os alunos fazem uma auto-avaliação sobre o respectivo desempenho em diversos programas de aprendizagem, todos eles dependentes tanto de DG quanto de GD, verifica-se que, com exceção de Geometria Analítica, ainda assim por pequena margem, se consideram bons e regulares mais do que excelentes e muito bons.

Refletindo-se sobre as respostas dos corpos discente e docente, percebe-se coerência. Pode-se concluir que há falta de ensino de DG e GD ou que o mesmo é feito de

modo superficial. Concordando com os professores, os alunos não obtêm bons resultados nos PAs que dependem de DG e GD. As causas, por certo, não poderão ser atribuídas somente às duas disciplinas.

3.3 Experiência Pessoal como Testemunho das Pesquisas

Conforme referido anteriormente, por quase duas décadas, fomos professor de DG e GD. Por experiência pessoal, advinda desta longa vivência, posso testemunhar o valor das duas disciplinas, pelo auxílio que proporcionam no aprendizado de outras disciplinas, mas, também, e com destaque, pelo que representam por si mesmas: as resoluções de problemas gráficos mono, bi e tridimensionais - de abordagem e compreensões mais fáceis do que se feitas por intermédio da matemática - e o aprimoramento ou despertar do raciocínio lógico e da visão espacial, entre outros.

Acompanhamos o longo esquecimento por que passaram, primeiramente, na forma de diminuição de carga horária, e, na seqüência, por substituição nas grades curriculares da maioria dos estabelecimentos de ensino, só permanecendo nos currículos de poucas instituições.

Dentre estas, podemos destacar os Colégios Militares. Em dois deles, o de Curitiba e o de Porto Alegre, ministramos aulas de DG e GD, a partir de 1977. O DG constava dos currículos da 5ª à 8ª série do então 1º grau, hoje 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, e a GD nos das séries do 2º grau, hoje Ensino Médio. Apenas as cônicas eram ministradas na 1ª série do 2º grau.

Hoje, na condição de professor de Desenho Técnico, Física, Instalações Elétricas e Conforto Ambiental, todos PAs da área de ciências exatas, no Ensino Superior, temos oportunidade de observar algumas lacunas de aprendizado que os estudantes apresentam. Dentre elas destacamos: dificuldade na percepção e traçado gráficos, na habilidade motora manual, no entendimento de desenhos ou figuras em três dimensões e no raciocínio lógico-matemático.

A ausência destas competências primordiais para a área de ciências exatas, reflete, também, no aprendizado de outros conteúdos, como seria de se esperar e como pudemos perceber pelas respostas às pesquisas dadas por professores e alunos, e, também, por constatação pessoal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do que foi argumentado até aqui, nesse texto, podemos considerar que:

- a) são flagrantes e profundas as dificuldades apresentadas pelos alunos das escolas formais em conteúdos matemáticos, principalmente geométricos;
- b) estas deficiências são visíveis já no Ensino Fundamental, mas ocorrem, também no Médio e se estendem ao Superior;
- c) também são constatadas dificuldades em outras áreas de aprendizagem, provindas de incapacidade motora manual, de pouca visão espacial e de deficiente raciocínio lógico-matemático;
- d) muitas circunstâncias são arroladas como causas;
- e) se tem buscado solução no Ensino Superior, quando, no mínimo, sete anos de formação foram parcialmente desperdiçados, com efeito cumulativo, e a abordagem é extemporânea, além de ocupar carga horária de outras disciplinas;
- f) a LDB 9.394/96 e os PCN do Ensino Básico referem-se, em vários momentos, à importância do desenho, das construções gráficas, do uso de instrumentos de desenho, pelo desenvolvimento de habilidades e conteúdos;
- g) não se estabelece na LDB 9.394/96 e seus PCN, nenhum vínculo entre o DG e a GD e a Geometria seja a Plana ou a Espacial, nem mesmo com a Matemática, embora eles sejam flagrantes;
- h) tanto o DG quanto a GD, foram apeados de suas posições nos currículos, sem culpa formal, apenas por acidente, tal como aconteceu com a Geometria, levada de roldão pela Matemática Moderna;

Outros tantos argumentos em defesa do DG e da GD, poderiam ser arrolados, além dos que constaram nos tópicos acima, para destacar a importância do ensino dessas disciplinas.

Outra forma de destaque é a indireta, ao relacionarmos os prejuízos que afetam o aprendizado dos alunos quando privados dos conhecimentos proporcionados pelo DG e pela GD. As maiores conseqüências recaem sobre o estudo da Geometria Plana e da Espacial, das matemáticas do Ensino Básico e Superior, mas, também, das disciplinas que

dependem de visão espacial e das demais competências aprimoradas ou despertadas pelo DG e pela GD.

Conquanto possa parecer utopia, sugerimos a recondução daquelas disciplinas aos programas do Ensino Básico – o DG no Fundamental e a GD no Médio -, aproveitando que a LDB 9.394/96, ao implantar os PCN, o faz como proposta o que deixa implícita a aceitação de sugestões.

Nos PCN do Ensino Médio (BRASIL, 1999, p. 4), na seção que tem por título Apresentação, o referido nível de ensino, é destacado como não profissionalizante, todavia voltado para um enfoque que

[...] efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente [...].

Sendo o Ensino Médio considerado como última e complementar etapa da Educação Básica, os respectivos PCN apontam de que forma o aprendizado de Matemática, já iniciado no Ensino Fundamental, deve encontrar complementação e aprofundamento nessa etapa, pois argumenta que já se pode contar com uma maior maturidade do aluno e os objetivos educacionais podem passar a ter maior ambição formativa, tanto em termos da natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidos, como em termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos. (BRASIL, 1999).

Noutro ponto, do mesmo texto, é lembrado que a interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático que antes fora estimulada, não dissolve nem cancela a indiscutível disciplinaridade do conhecimento disciplinar. Além disso, é parte tão essencial da cultura contemporânea que sua presença na Educação Básica e, conseqüentemente, no Ensino Médio, é indiscutível.

Noutro momento, aquele documento destaca ser objetivo da abordagem matemática identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade e, sob o título de Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Matemática, relaciona o objetivo de utilizar corretamente instrumentos de medição e de desenho, além de relacionar etapas da história da Matemática com a evolução da humanidade. Outra competência perseguida seria utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e potencialidades. (BRASIL, 1998).

Adiante na Parte III, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, dos PCN do Ensino Médio consta o seguinte alerta:

Especialmente nas ciências, aprendizado ativo é, às vezes, equivocadamente confundido com algum tipo de experimentalismo puro e simples, que não é praticável nem sequer recomendável, pois a atividade deve envolver muitas outras dimensões, além da observação e das medidas, como o diálogo ou a participação em discussões coletivas e a leitura autônoma. (BRASIL, 1999, p. 48).

Na seqüência, insiste recomendando:

Não basta, no entanto, que tais atividades sejam recomendadas. É preciso que elas se revelem necessárias e sejam propiciadas e viabilizadas como partes integrantes do projeto pedagógico. Isso depende da escola, não só do professor. Para a Matemática, em particular, dado seu caráter de linguagem e de instrumental universal, os desvios no aprendizado influenciam muito duramente o aprendizado das demais ciências. (BRASIL, 1999, p. 48).

Como se percebe, os PCN, em diferentes momentos, reconhecem a importância do conhecimento geométrico, citam o desenho, embora de modo vago, como competência a ser desenvolvida, recomendam utilização adequada do computador, e, no parágrafo anterior, fazem claro alerta sobre as conseqüências dos desvios no aprendizado da Matemática.

As diretrizes e recomendações situam-se no âmbito do desejável, de metas a serem perseguidas. Entretanto, para que haja efetiva implantação e os objetivos sejam alcançados torna-se necessário que os currículos sejam mais precisos, em outras palavras, sem muita margem para interpretações.

Implantada há tanto tempo, no nosso entendimento ainda não surtiu os efeitos desejados. Mesmo que os PCN não determinem diretrizes que devam ser seguidas rigorosamente, as instituições deles se servem como cartilha e as editoras neles se baseiam para suas publicações. (ZUIN, 2006).

Embora os PCN de Matemática promovam a aquisição de certos procedimentos cognitivos pelos alunos, não explicitam a forma de atingi-los. Acreditamos que essa situação tende a permanecer enquanto não houver a implantação efetiva de currículos.

Para reforçar esse ponto de vista, tomaremos as palavras de Zuin (2006, p. 14).

Tendo em vista o quadro de formação inicial e continuada dos docentes, sabemos que as escolas e professores têm dificuldades para promoverem modificações em sua prática de ensino se não tiverem um livro didático que os apóie e os direcione às mudanças. Todos os esforços para realizar as transformações no seio das disciplinas são depositados, em grande parte, nos livros didáticos.

Para que haja livro didático é preciso definir currículos, se a definição tiver abrangência nacional, no nosso entendimento, será melhor.

Há razões que justificam esta preocupação. Uma delas é a nossa extensão territorial: é preciso abrangê-la com sistema de ensino único, ou com poucas variações. Não

sendo assim, ficando a mercê de parâmetros, com a diversidade de formações e competências do quadro docente, com os desníveis sociais e econômicos reinantes entre estados e municípios, com tantas variedades na administração da educação, as distâncias entre pobres e ricos tenderá a crescer, gerando mais injustiça social e afastando as comunidades menos favorecidas da almejada proximidade dos recursos e bens que a civilização dispõe.

De imediato, talvez se deva pensar na possibilidade de compensar a má formação docente com cursos de extensão ou de especialização. Isso implicaria em mais investimento e nunca produziria os mesmos resultados quanto se aplicado no devido tempo. Mas é uma primeira saída para que a situação em que nos encontramos possa ser contornada.

No que respeita ao DG e à GD, em função da importância das duas disciplinas, o que se depreende dos argumentos anteriormente arrolados, nossa sugestão seria no sentido de as mesmas constarem, explicitamente, dos currículos correspondentes ao Ensino Fundamental (3º e 4º ciclos) e Médio, respectivamente, como componentes da base nacional comum.

Portanto, para tornar exequível o retorno das disciplinas, antes de estudo mais detalhado, bastaria que nas grades curriculares fossem abertos espaços que comportassem as cargas horárias por elas demandadas.

Quando se trata de educação os erros pesam muito e custam a ser corrigidos. Aqueles causados pela implantação da Matemática Moderna causam danos até hoje. Entendemos ser necessário romper esta situação partindo para soluções práticas e imediatas.

As razões para implantação das duas disciplinas nas ocasiões sugeridas, podem ser justificadas pelas experiências de Piaget explicitadas na seção 2.7. Observa-se que, sem qualquer tentativa de resgate histórico, tais experiências sugerem a colocação do DG no Ensino Fundamental e da GD no Médio, o que combina com o que se praticava até o advento da LDB 5.692/71.

Senão claramente, pelo menos nas entrelinhas, o Estado aparenta pretender diminuir sua participação financeira na educação, dentro da idéia de que o melhor estado é o estado mínimo, transferindo-a para a iniciativa privada, e assumindo o papel de legislador e fiscalizador que, em tese, já desempenha. De estado difusor de bem estar social para estado que apóia as demandas do mundo dos negócios.

Do papel de legislador não poderia se furtar. Quanto ao de fiscalizador, entendemos, pela situação em que se encontra a educação, que é exercício vago, presente em suas atribuições, mas pouco praticado.

Nossa Nação está assentada num território contínuo. Dispomos de idioma único, com pequenas, mas contornáveis diferenças. As diversidades regionais são tão irrisórias que não se justificam tanta liberalidade nas práticas educacionais.

Precisamos consolidar nossa nacionalidade, e assim manter a integridade territorial, com um sistema de ensino que permita chegar aos recantos mais afastados diretrizes consistentes, que primem por orientações bem definidas, de forma a que o titular do ensino, o professor, conquanto não seja o centro da educação pela moderna pedagogia, que o atribui ao aluno, possa organizar sua tarefa com começo, meio e fim.

Onde encontrar exemplos num mundo contaminado por tantas ideologias que por sua vez encobrem os mais variados interesses, vícios e desarrazoadas paixões? Há países do chamado primeiro mundo em que o sistema de ensino é extremamente centralizado e está nas mãos do estado. Noutros, reina a privatização, a descentralização acontece, e os mecanismos de controle, além de amadurecidos, contam com recursos materiais e humanos que mantêm o sistema estruturado.

Embora de primeiro mundo, o sistema francês é um forte exemplo de educação maciçamente pública centralizada nas mãos do governo federal. Da menor e/ou mais longínqua localidade até a grande região em torno de Paris, com participação nos gastos dos poderes municipal, estadual e federal, todos os níveis de educação são cobertos, tanto no aspecto pessoal quanto no material. A supervisão, responsabilidade do governo central, é exercida regionalmente por reitores de universidades que representam o ministro da educação. Os currículos são padronizados nos aspectos comuns, restando muito pouco para os regionalismos, para que o nacionalismo seja preservado. (GARRIDO, 1995).

Para um país com a extensão do nosso, numa época de tantos deslocamentos em busca de melhores condições de trabalho ou por força de transferências, talvez o sistema francês nos possa fornecer uma boa diretriz, tanto no aspecto administrativo, quanto no de currículos. Em nome da liberdade curricular, quanto tempo desperdiçado, quantas frustrações ocorrendo pela perda de anos letivos, sem que haja reprovação - apenas porque houve necessidade de adaptação a outro currículo.

Se a preocupação com a avaliação está na ordem do dia, para evitar que se faça de maneira seletiva e final e, assim, sejam evitadas as reprovações, com os traumas e frustrações conseqüentes, porque não considerar a perda de ano letivo por transferência como um fato absurdo? O jeito seria criar currículos padronizados (ainda que esta palavra pareça retrógrada) para todo o país, atualizados por meio de comissões permanentes.

Outro aspecto importante a ser considerado diz respeito às avaliações de estabelecimentos, cursos e alunos. Ainda que em tese o princípio seja aceitável, qual o grau de validade, quando se avalia por meio de um mecanismo único, grupos de formação heterogênea? Esta diversidade de formações, não esqueçamos, é consentida pelo próprio sistema, através da legislação em vigor.

A ausência de idéias próprias no tocante à educação nos fez dependentes de diretrizes externas. Isto parece ter criado vício. Se considerarmos o vaivém dos modismos que, sob a fachada de modernidade, encobrem muitas vezes uma ânsia por mudança com pouca reflexão, vamos perceber o desperdício de recursos e entender as deformações por que passa a educação. Não que os progressos devam ser desprezados, apenas considerá-los de forma adequada e oportuna.

Quantos professores investem tempo e esforço nos recursos didáticos, esquecendo que são meios auxiliares, e se desviam do principal, o conteúdo? Quantas instituições promovem mudanças radicais, no afã de mudar, a troco de muito pouco e, às vezes, com conseqüências desastrosas. Seria a educação uma área de natureza volúvel, propensa a modificações rápidas e impensadas. A velocidade com que ocorrem novidades tecnológicas parece influenciar este que deveria ser um setor maduro, consistente e crítico, sem ser inerte. Talvez aí esteja uma das razões para que os organismos internacionais nos utilizem para experimentação. Se a idéia der certo levam para o seu meio, se não, é descartada e pronto: arcamos com as conseqüências e custos.

Parece não haver outra saída que a resignação com o estado atual. A universidade com suas destinações de ensino, pesquisa e extensão, insistindo em permanecer na expectativa e ao sabor das mudanças que nos chegam de fora. Constata-se as dificuldades, conhece-se os mecanismos de dependência, percebe-se que o preço é alto, mas a permanência num estado de reprodutora do que pensam os outros nos atrela a uma inércia constrangedora e contrasta com o discurso interno do aprender a aprender, dirigido para o público discente.

Embora tenhamos nos valido de argumentos que justificassem a sugestão que fazemos neste trabalho, reconhecemos que as implantações requerem estudos pormenorizados e contribuições de outros professores e instituições, o que consistirá grande desafio.

Como subsídios para futuras incursões pelo tema tratado neste trabalho, consideramos que a contextualização e a interdisciplinaridade, tópicos ressaltados nos PCN, devam ser exploradas intensamente. Isto porque o DG e a GD pelo potencial de conexões com conteúdos de diferentes disciplinas, em qualquer nível de ensino, bem como pela relevância

cultural que representam, são facilitadores da compreensão de conceitos e de formas de pensamento, podendo contribuir para a formação do aluno.

O enfoque deste trabalho foi voltado para a área de ciências exatas. Se considerarmos as contribuições que o DG e a GD podem oferecer a disciplinas de outras áreas, percebemos que sua importância é maior.

Como exemplo destacamos a cefalometria radiográfica, que serve como instrumento de análise na elaboração de diagnósticos e como método de avaliação de resultados pós-tratamento, utilizada em Ortodontia e em outras especialidades como a Otorrinolaringologia e a Fonoaudiologia.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei n.º 4.024, de 20 de dezembro de 1961. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 dez. 1961.
- BRASIL. Lei n.º 5.540, de 28 de novembro de 1968. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 nov. 1968.
- BRASIL. Lei n.º 5.692, de 11 de agosto de 1971. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 ago. 1971.
- BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura, Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos. Ensino Superior. **Coletânea de Legislação Básica**. 1969.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, B. A. **Desenho Geométrico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1974.
- CAVALCANTE, F. L. S. **Proposições liberais e não liberais e as reformas educacionais no Brasil**. Conteúdo Escola. O Portal do Educador. Disponível em: <<http://conteudoescola.com.br>>. Acesso em: 03/04/2006.
- CHIAROTTINO, Z. R. Em busca do sentido da obra de Jean Piaget. São Paulo: Ática, 1984.
- CRUZ, A. C. **Apresentação de trabalhos acadêmicos, dissertações e teses**. Niterói: Intertexto, 2002. 109 p.
- D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM, ano 6, n. 7, p. 5-10, jul. 1999.
- DESENHO**. O laboratório da Geometria. Disponível em: <<http://geometria.desenho.org/>>. Acesso em: 26 mar. 2006.
- DEWEY, J. **Como pensamos**. 3. ed. São Paulo: CEN, 1959.
- DEWEY, J. **Vida e educação**. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.

FERNANDES, M. C. V. **Importância do desenho geométrico no ensino da geometria na educação fundamental.** Disponível em: <<http://www.pro.ufjf.br/desgeo/Artigos/ArtFerNeves.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2006.

FERREIRA, E. S. **Educação Matemática em Revista.** São Paulo: SBEM, ano 8, nº 11, p. 4-7, dez. 2001.

FERREIRA, M. E. M. P. A trajetória do acesso da criança e do adolescente brasileiros ao ensino básico. In: VIII Congresso Luso-Brasileiro de Ciências sociais. Coimbra 16, 17 e 18 set. 2004. A questão social no novo milênio. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.ces.uc.pt>>. Acesso em: 26 out.2006.

GARDNER, H. **Estruturas da mente:** a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GARRIDO, J.L.G. **Sistemas Educativos de Hoy.** Madrid: Editorial Dykinson, 1995.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 1992.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? **Educação Matemática em Revista:** geometria. São Paulo: SBEM, ano III, p. 3-13, 1º sem 1995.

MARMO, C. M. B. **Curso de Desenho:** construções fundamentais. São Paulo: Moderna, 1974a.

MARMO, C. M. B. **Curso de Desenho:** G. Descritiva: projeções ponto, reta e plano. São Paulo: Moderna, 1974b.

MARMO, C.; MARMO, N. **O desenho na formação do estudante.** 2001. Disponível em: <<http://www.profcardy.com/>>. Acesso em: 26 mar. 2006.

MARQUES, A. S. **Tempos pré-modernos:** a matemática escolar dos anos 1950. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.pucsp.br>>. Acesso em: 23 out. 2006.

MIGUEL, A.; FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. Ressonâncias e dissonâncias do movimento pendular entre álgebra e geometria no currículo escolar brasileiro. In: **Zetetiké.** n.1, p. 19-49, 1993.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente.** Campinas: Papirus, 1997.

MORIN, E. **O método III:** O conhecimento do conhecimento. Portugal: Europa-América, v. 1. 1987.

NASCIMENTO, R. A.; GIUNTA, M. A. B.; NEVES, A. F. **Desenho geométrico sob o enfoque da geração e organização da forma.** Disponível em: <<http://www.pro.ufjf.br/desgeo/Artigos/ArtGiunta.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2006.

PARRA, C.; SAIZ, I. **Didática da matemática:** reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

- PIAGET, J. **Aprendizagem e conhecimento**. In: Hans G. Furth (org.). Piaget e o conhecimento: Fundamentos teóricos. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1974.
- PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- PIAGET, J. **Psicologia da inteligência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.
- PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Universitária, 1967.
- PINHEIRO, V. A. **Noções de Geometria Descritiva I**. 4.ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1975.
- PRIGOGINE, I. **O reencantamento da natureza**. In: R. Werber (org.). Diálogos com cientistas e sábios: A busca da unidade perdida. São Paulo: Cultrix, 1986.
- RABELLO, P. S. B. Ensino de geometria descritiva no Brasil. **Ciência Hoje**, Niterói, v. 37, nº 221, p. 49-51, Nov. 2005.
- SANCHEZ, L. B. **Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM, ano III, p. 14-20, 1º Sem 1995.
- SAVIANI, D. **A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas**. 5. ed. Campinas: Autores associados, 1999.
- SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. **Proposta de desenvolvimento da habilidade de visualização espacial através de sistemas estereoscópicos**. Disponível em: <http://rodrigo Duarte.pcc.usp.br/Artigos/EGRAFIA_2004>. Acesso em: 23 out 2006.
- SETZER, V.W. **Contra o uso de computadores por crianças e jovens**. São Paulo: USP, 1996. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~vwsetzer>> . Acesso em: 15 mar.2006.
- SÍTIO DA GD**. Disponível em: <<http://descritiva.no.sapo.pt/>>. Acesso em: 12 mar. 2006.
- SMOLE, K. C. S. **A matemática na educação infantil: a teoria das inteligências múltiplas na prática escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- SOUZA, J. C. M. **Matemática Curiosa e Divertida**. 12 ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.
- ULBRICHT, S. M. **Geometria e Desenho: história, pesquisa e evolução**. Florianópolis: UFSC, 1992.
- ULBRICHT, V. R.; DAGOSTIN, M. S.; GUIMARÃES, M. M. **Noções básicas de geometria descritiva**. Florianópolis: UFSC, 1994.
- ULBRICHT, V.R. et al. Caminhando no Tempo com a Geometria. In: XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA. 2002, Santander. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/48.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2006.

VALENGA, M. L. **As fronteiras do desenho**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa>>. Acesso em: 30 out. 2006.

VERA, F. **Científicos Griecos**. Tomo I. Madrid: Aguilar, 1970

VIEIRA, J. W. **O ensino da geometria descritiva para alunos surdos apoiado em um ambiente hipermídia de aprendizagem: visual gd**. 2005. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis, 2005.

ZUIN, E. S. L. **Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para 3º e 4º Ciclos do Ensino Fundamental e o Ensino das Construções Geométricas entre outras considerações**. GT 19 – Educação Matemática. Disponível em: <<http://www.anped.org.br>>. Acesso em: 23 out. 2006.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- BULHÕES, G. A. **Ambiente hipermídia para aprendizagem de geometria descritiva: módulo do estudo das posições relativas de duas retas entre si a ser implementado no visual GD**. 2004. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção UFSC. Florianópolis, 2004. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/12441.pdf>> . Acesso em: 10 jul. 2006.
- CAVALLIN, J. **Lições de Geometria Descritiva**. 4. ed. Curitiba: UFPR, 1968.
- GIONGO, A. F. **Desenho Geométrico**. 25. ed. São Paulo: Nobel, 1974.
- MARMO, C. M. B. **Curso de Desenho: métodos**. São Paulo: Moderna, 1974.
- MARMO, C. M. B. **Curso de Desenho: semelhança, homotetia, equivalência e processos aproximados**. São Paulo: Moderna, 1974.
- MARMO, C. M. B. **Curso de Desenho: cônicas**. São Paulo: Moderna, 1974.
- MARMO, C. M. B. **Curso de Desenho: problemas de posição e métodos**. São Paulo: Moderna, 1974.
- PENTEADO, J. A. **Curso de desenho: para os cursos de 1º e 2º graus**. 10. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977.
- PINHEIRO, V. A. **Noções de Geometria Descritiva II**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1971.
- PINHEIRO, V. A. **Noções de Geometria Descritiva III**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1971.
- PRÍNCIPE JÚNIOR, A. R. **Noções de Geometria Descritiva**. v 2. 30. ed. São Paulo: Nobel, 1990.
- SILVA, E.B. (org.) et al. **A Educação básica pós-LDB**. São Paulo: Pioneira, 1998
- STAMATO, J; OLIVEIRA, C. O. GUIMARÃES, J. C. M. **Desenho 3: introdução ao desenho técnico**. Rio de Janeiro: FENAME, 1972.

APÊNDICE A**Pesquisa exploratória dirigida a professores do CCET da PUCPR.**

O ponto de partida para a referida pesquisa foi a carta abaixo.

“Prezado(a) Professor(a)

O propósito da presente é contar com sua prestimosa colaboração na coleta de subsídios que servirão como instrumento de avaliação em proposta de re-implantação das disciplinas de Desenho Geométrico (DG) e Geometria Descritiva (GD) nos ensinos fundamental e médio, respectivamente.

Para tanto, gostaria que o questionário anexo fosse preenchido e devolvido na pasta do Prof. Claudio Itacir, na secretaria do CCET.

Desde já, agradeço sua boa vontade.

Sob seu ponto de vista, qual a importância, como pré-requisito, das disciplinas acima citadas, na aprendizagem dos conteúdos dos Programas de Aprendizagem (PAs) sob sua responsabilidade?

DG: Extremamente importante (); Muito importante (); Importante (); Indiferente ()

GD: Extremamente importante (); Muito importante (); Importante (); Indiferente ()

Sua atividade docente ocorre em que curso(s)?

Que PA(s) estão sob sua responsabilidade?

Se for de seu interesse fazer algum comentário concernente ao assunto, ocupe o espaço a seguir.”

Foram enviadas 70 cartas e recebidas 26 respostas o que equivale a 37,1% do total remetido.

Na avaliação dos docentes, a disciplina de DG, como pré-requisito para o aprendizado dos PAs que leciona, é considerada:

Extremamente importante (73,08%); Muito importante (19,23%) ; Importante (3,85%); Indiferente (3,85%)

Quanto à GD, sob o mesmo ponto de vista, os docentes consideram que é:

Extremamente importante (50,00%); Muito importante (34,62%); Importante (11,54%); Indiferente (3,85%)

Na figura 24 é feita a representação gráfica das respostas dos professores aos quesitos acima formulados.

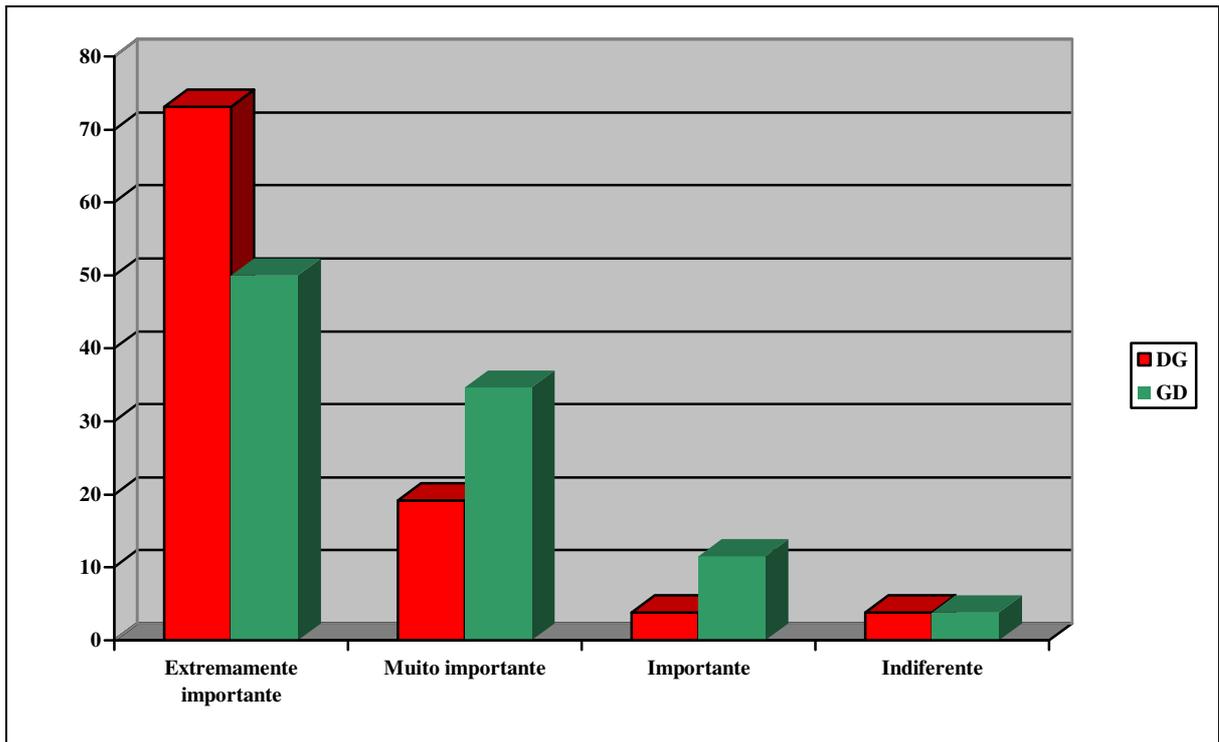


Figura 24: Respostas dos professores quanto à importância do DG e da GD. Fonte: Autor

Dezessete dos vinte e seis professores que responderam ao questionário, portanto 65,38%, manifestaram-se, voluntariamente, tecendo comentários concernentes ao assunto. Destacamos alguns, transcritos a seguir, na íntegra.

“Os alunos têm dificuldade de visualização espacial em determinados problemas. Dificuldades em sistemas de coordenadas que não seja o cartesiano”.

“Tenho conferido ao longo de alguns anos de trabalho que muitos alunos têm dificuldades de interpretar gráficos. A inteligência espacial deles está bastante limitada e o entendimento de desenhos (circuitos no meu caso) se vê prejudicado com isso. Muitas vezes os ‘acontecimentos’ eletrônicos podem ser melhor visualizados em 3D, mas os alunos têm dificuldades de juntar 2 planos para ‘ver’ em 3D, ou separar (visualizar a projeção do evento) o volume 3D em dois planos”.

“DG e GD lançam as bases para o entendimento dos sólidos que são elemento base para a representação e conseqüente compreensão dos elementos compositivos de arquitetura e desenho industrial. A compreensão do espaço, cheios e vazios, está diretamente ligada à representação destes elementos. Entender idéias de arquitetura ou design subentende ter capacidade para representá-las. O fazer projetual é eminentemente ‘dialético’. Quanto melhor a representação da idéia, melhor sua análise, melhor sua releitura e mais rápida a depuração, desenvolvimento e implementação das idéias. O processo e o

entendimento do processo é fundamental para a geração do produto, quer seja um carro, uma casa ou uma cadeira. Vemos isto em Dewey”.

“Os programas de DG e GD auxiliam a formação da visão espacial. Atualmente a maioria dos alunos apresenta grandes dificuldades em representar qualquer processo espacial, e muitos não compreendem abstração de representação espacial”.

“As disciplinas citadas são muito importantes para o desenvolvimento da visão espacial dos alunos, o que é fundamental para o projeto em engenharia”.

“Nos últimos anos sentiu-se sensivelmente a falta de conhecimentos nos alunos que ingressam no curso de Arquitetura e Urbanismo. Este déficit tem se refletido negativamente no aproveitamento dos alunos”.

“Os conhecimentos adquiridos tanto na disciplina de DG quanto na disciplina de GD são de suma importância para engenheiros e arquitetos. A linguagem usada por estes profissionais para expressar a sua criação é a representação gráfica. Para tanto precisa aprender, entender e desenvolver a visão espacial do objeto para saber representá-lo corretamente no projeto”.

“O DG e a GD são extremamente importantes para o desenvolvimento do aluno dos ensinos fundamental e médio, mesmo que este aluno não siga para a área tecnológica, pois estas disciplinas colaboram no desenvolvimento mental do aluno ajudando mesmo que indiretamente em todas as áreas. O Curso de Arquitetura, nos 1º e 2º períodos, tem pouca carga horária para dar essas aptidões de DG e GD. Nos PA(s) que leciono, constato a deficiência nos exercícios de determinação de entorno geométrico das edificações para fins de compreensão da obstrução solar; nos exercícios de geometria acústica e principalmente na dificuldade do aluno em expressar seus projetos de arquitetura pela deficiência da compreensão do espaço e sua representação. Com a implementação deste conhecimento previamente, o curso poderia aperfeiçoar estas aptidões, aprofundar”.

“De extrema importância o retorno destas disciplinas no Ensino Fundamental e médio, pois nossos alunos aqui na PUCPR não conseguem sequer representar um ponto no espaço R^3 . Também não têm nenhuma noção de figuras no espaço e muitas vezes até no plano. É uma vergonha o nível com que chegam até nós. É o caos *da educação!*”.

“Não só para o aluno de arquitetura é extremamente importante, mas para todos por reduzir a visão espacial – a tri-dimensão – a percepção e sensibilidade. A linguagem do desenho é tão importante quanto a linguagem escrita das palavras, da literatura. Sem desenho não há cultura das formas, não há domínio do espaço”.

“As disciplinas em questão são importantes meio para ampliar a capacidade de expressão gráfica (em qualquer área) e de percepção espacial (esta fundamental para qualquer arquiteto)”.

“Acho um absurdo não existir de forma enfática tais cursos no Ensino Médio visto que eles têm colaboração fundamental no desenvolvimento da visão espacial, essencial para o engenheiro”.

“Sem noção de GD e DG o aluno passa a ter grande dificuldade na visualização gráfica, sendo seriamente prejudicado”.

“A importância da GD para a Geometria Analítica e para o Cálculo é mais no sentido do desenvolvimento do raciocínio e da visão espacial do que no conteúdo dessas disciplinas”.

“A falta de DG e GD no Ensino Fundamental e Médio influi diretamente no ensino de Arquitetura e Urbanismo”.

APÊNDICE B**Pesquisa exploratória dirigida a alunos de cursos do CCET da PUCPR.**

A referida pesquisa foi feita na forma de questionário apresentado aos alunos em sala de aula.

“Prezado(a) Aluno(a).

O presente questionário servirá como subsídio para proposta de melhoria nas condições de ensino do Programa de Aprendizagem de Desenho Técnico, e, também, como instrumento de avaliação das dificuldades de aprendizado que ocorrem em outros PA(s).

Não há necessidade de identificar-se pessoalmente, apenas o Período e o Curso.....

Sinalize o espaço ao lado da resposta que julgar mais acertada.

Estabelecimento de ensino em que cursou o nível fundamental:

Público();Particular()

Estabelecimento de ensino em que cursou o nível médio:

Público(); Particular()

No Ensino Fundamental, você aprendeu Desenho Geométrico (DG)?

Sim(); Não ()

Se a resposta for positiva, você considera que aprendeu:

Muito();Suficiente();Pouco()

No seu entendimento, o aprendizado de DG foi útil para o Ensino Superior?

Sim (); Não()

No Ensino Médio, você aprendeu Geometria Descritiva (GD)?

Sim(); Não()

Se a resposta for positiva, você considera que aprendeu:

Muito();Suficiente();Pouco()

No seu entendimento, o aprendizado de GD foi útil para o Ensino Superior?

Sim(); Não()

Você aprendeu Desenho Técnico antes do Ensino Superior?

Sim(); Não()

Se aprendeu, em que nível?

Fundamental (); Médio ()

Na questão que segue, só sinalize os Programas de Aprendizagem (PAs) que já haja cursado ou esteja cursando. Em relação a cada um dos PAs abaixo, você se considera um aluno:

Álgebra Linear: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()

Cálculo: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()

Desenho: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()

Física: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()

Geometria Analítica: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()

Mecânica: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()

Resistência dos Materiais: Excelente(); Muito bom(); Bom(); Regular()”

O questionário foi distribuído a alunos do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, no segundo semestre de 2005, nas respectivas salas-de-aula, precedido de breve esclarecimento, mas sem qualquer tipo de indução, e o preenchimento do mesmo feito individual e espontaneamente. Como esperado, não houve qualquer tipo de dúvida quanto às questões.

Cento e sessenta alunos lotados em diversos cursos, períodos e turnos responderam aos quesitos. Os cursos e respectivos períodos e turnos foram: Arquitetura e Urbanismo, 4º período, matutino e vespertino; Engenharia Civil, 9º período, noturno; Engenharia Civil, 3º período, noturno; Engenharia Elétrica, 8º período, matutino e Engenharia Elétrica, 1º período, vespertino.

Seguem as representações gráficas e respostas correspondentes aos quesitos formulados.

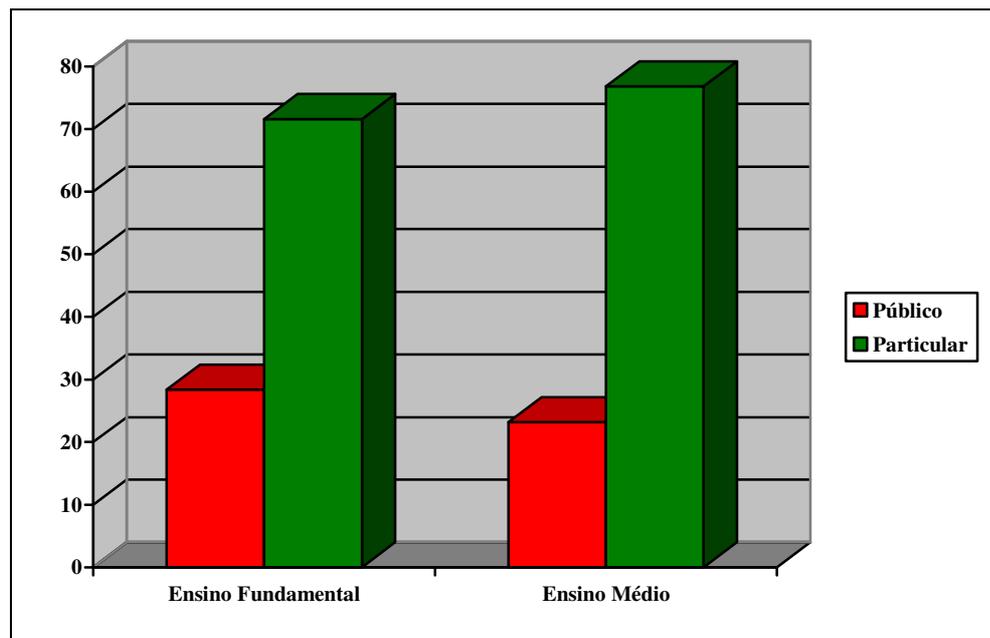


Figura 25. Estabelecimento de ensino em que cursou o nível básico. Fonte: Autor

A figura 25 corresponde às respostas às seguintes questões: Estabelecimento de ensino em que cursou o nível fundamental: Público (28,4%); Particular (71,6%).

Estabelecimento de ensino em que cursou o nível médio: Público (23,2%); Particular (76,8%).

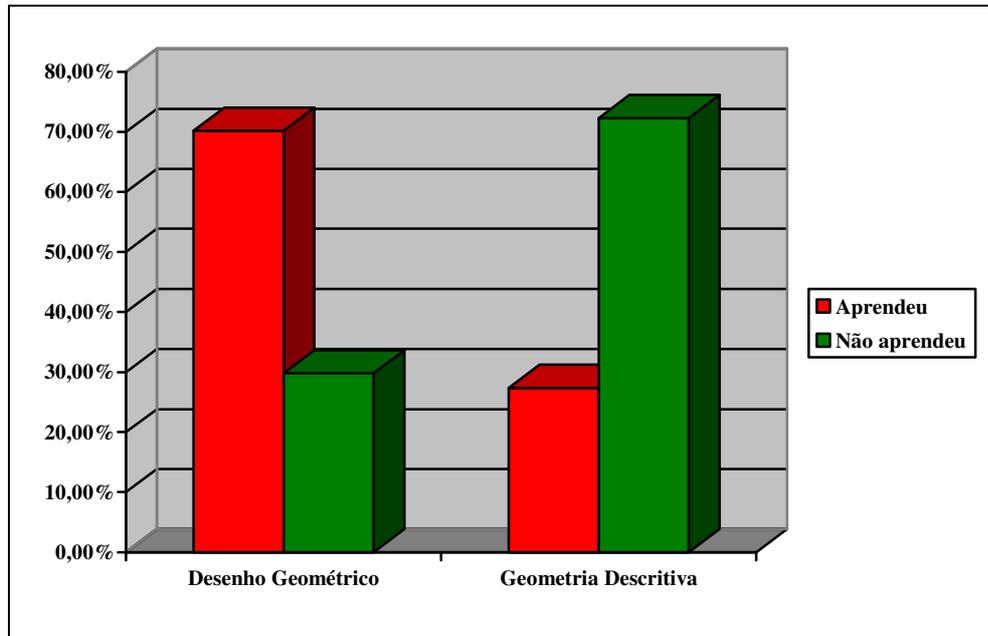


Figura 26: Aprendizado de DG e GD. Fonte: Autor

A figura 26 corresponde às respostas aos seguintes quesitos: No Ensino Fundamental, você aprendeu DG? Sim (70,2%); Não (29,8%).

No Ensino Médio, você aprendeu GD? Sim (27,4%); Não (72,3%).

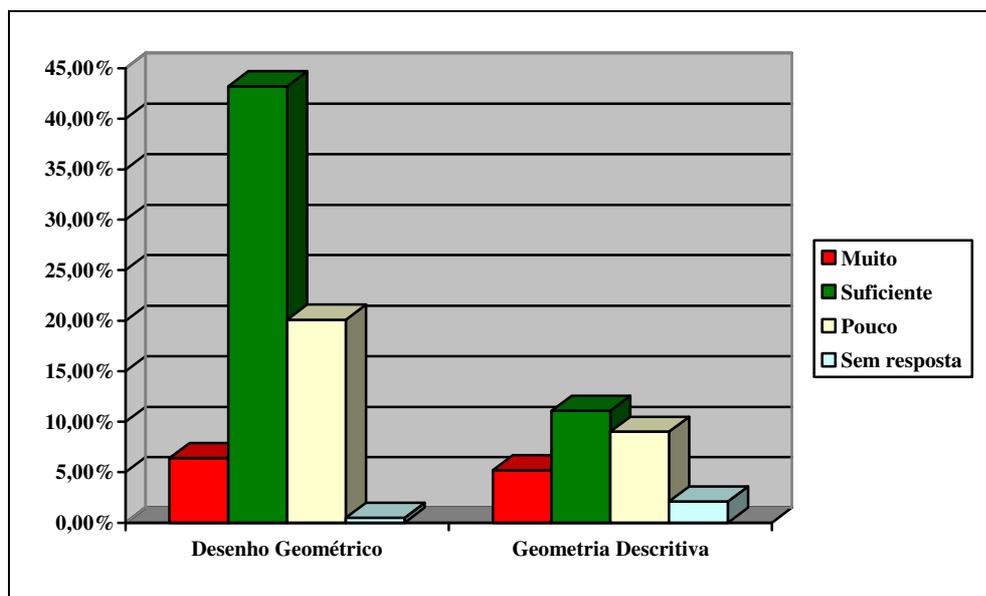


Figura 27: Nível do aprendizado em DG e GD. Fonte: Autor

A figura 27 corresponde às respostas às seguintes questões:

Se a resposta for positiva para o aprendizado de DG, você considera que aprendeu: Muito (6,4%); Suficiente (43,2%); Pouco (20,1%).

Se a resposta for positiva para o aprendizado de GD, você considera que aprendeu: Muito (5,2%); Suficiente (11,1%); Pouco (9,0%).

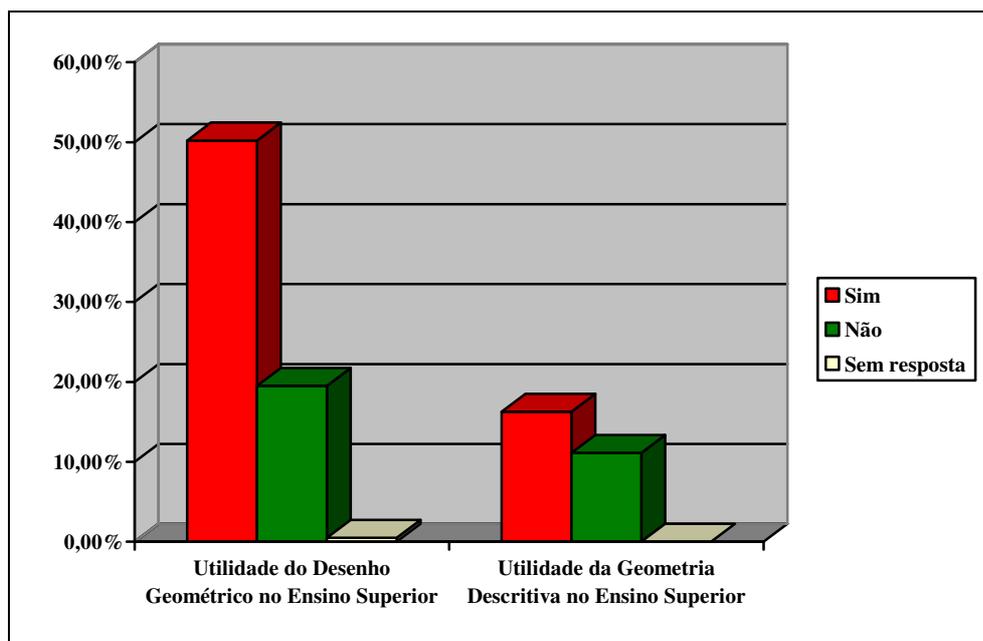


Figura 28: Utilidade do DG e da GD no Ensino Superior. Fonte: Autor

A figura 28 corresponde às respostas aos seguintes quesitos: No seu entendimento, o aprendizado de DG foi útil para o Ensino Superior? Sim (50,2%); Não (19,5%). No seu entendimento, o aprendizado de GD foi útil para o Ensino Superior? Sim (16,3%); Não (11,1%).

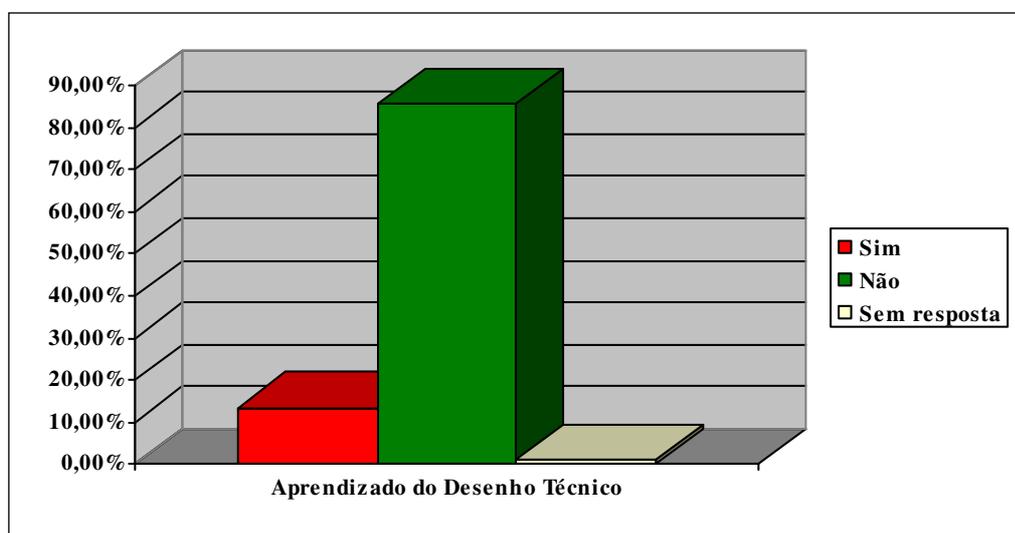


Figura 29: Quanto ao aprendizado de Desenho Técnico. Fonte: Autor

A figura 29 corresponde às respostas ao seguinte quesito: Você aprendeu Desenho Técnico antes do Ensino Superior? Sim (13,5%); Não (85,5%).

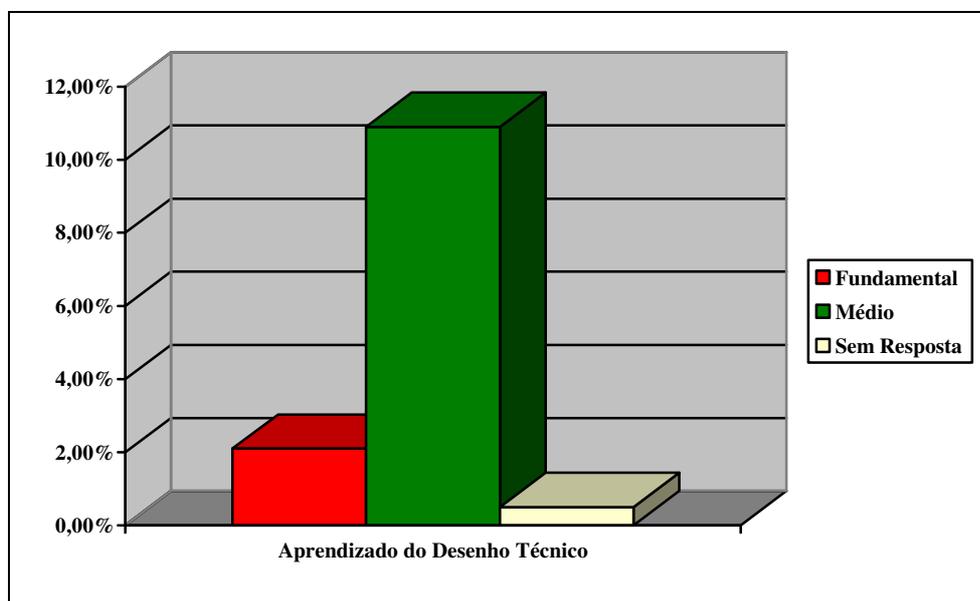


Figura 30: Nível de ensino em que aprendeu Desenho Técnico. Fonte: Autor

A figura 30 corresponde às respostas ao seguinte quesito: Em que nível de ensino aprendeu Desenho Técnico antes do Ensino Superior? Fundamental (2,1%); Médio (10,9%).

As figuras 31, 32 e 33 correspondem às respostas à questão que solicita para o aluno sinalizar os PAs que haja cursado ou esteja cursando, e, em relação a cada um deles, dizer como considera seu desempenho.

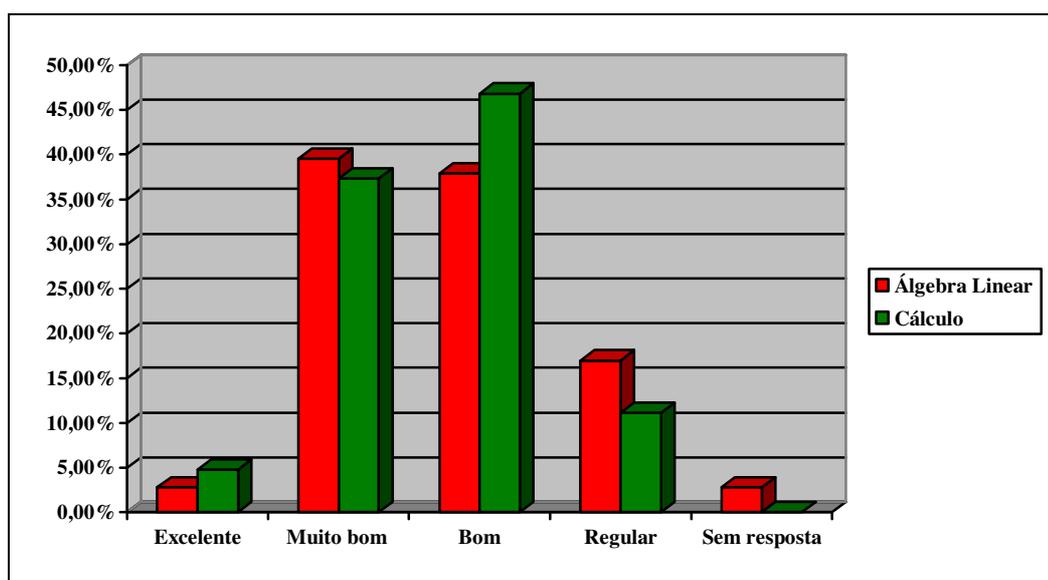


Figura 31: Desempenho em Álgebra Linear e Cálculo. Fonte: Autor

Na figura 31 constam as respostas aos desempenhos nos PAs de Álgebra Linear: Excelente (2,8%); Muito bom (39,5%); Bom (37,9%); Regular (17,0%) e Cálculo: Excelente (4,8%); Muito bom (37,3%); Bom (46,8%); Regular (11,1%).

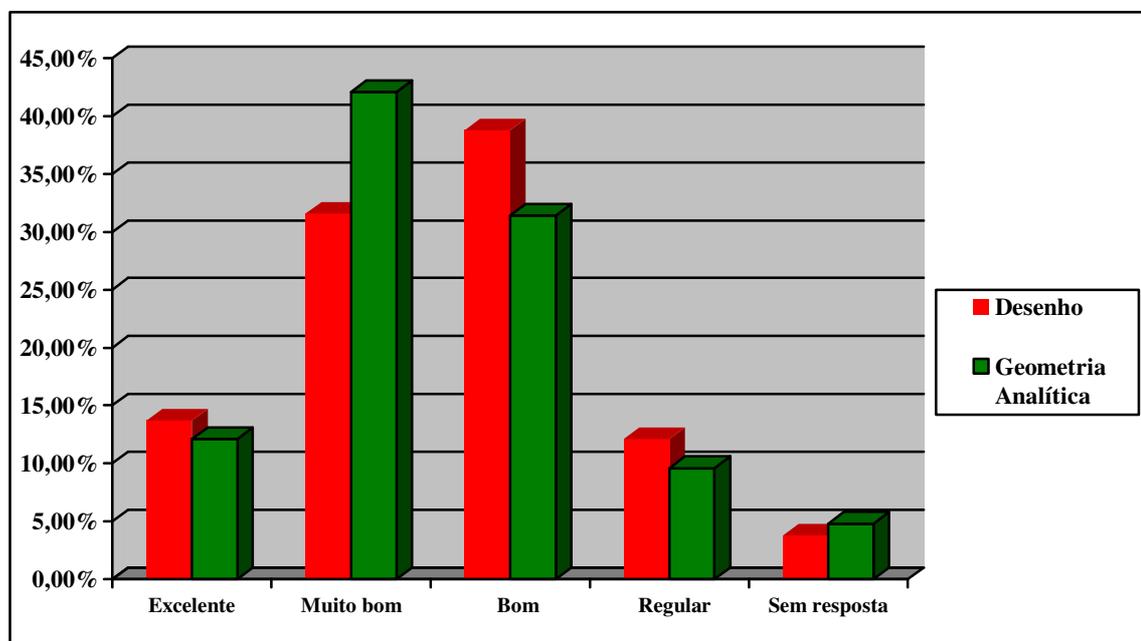


Figura 32: Desempenho em Desenho e Geometria Analítica. Fonte: Autor

A figura 32 corresponde às respostas aos desempenhos nos PAs de Desenho: Excelente (13,7%); Muito bom (31,6%); Bom (38,8%); Regular (12,1%), Geometria Analítica: Excelente (12,1%); Muito bom (42,1%); Bom (31,4%); Regular (9,6%).

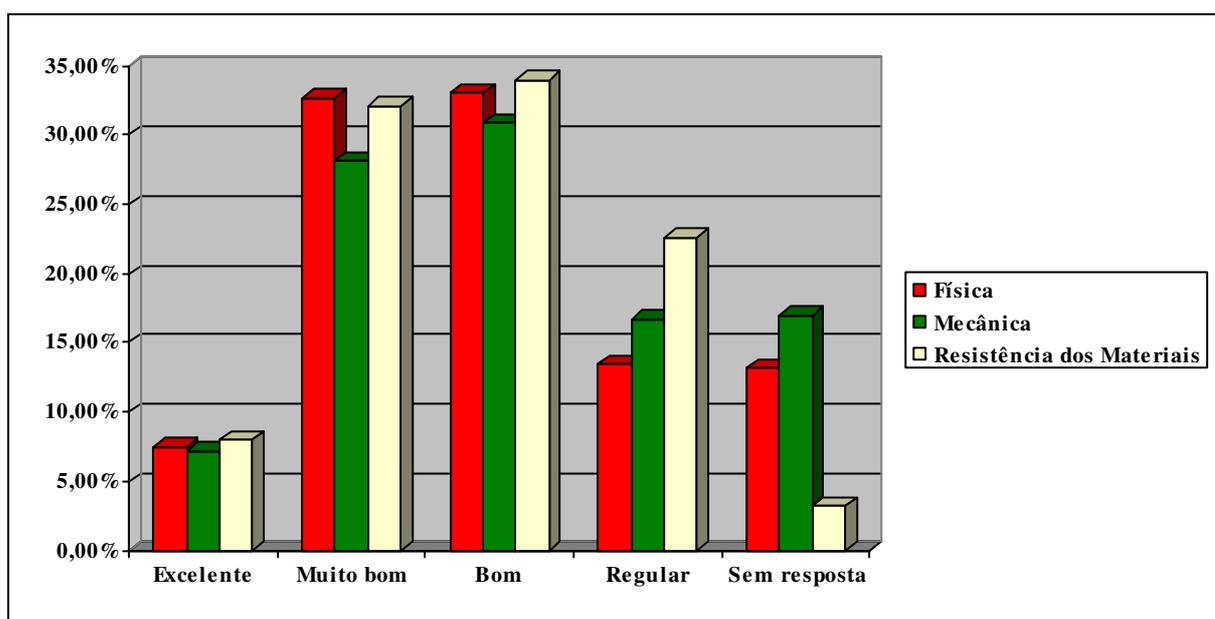


Figura 33: Desempenho em Física, Mecânica e Resistência dos Materiais. Fonte: Autor

A figura 33 corresponde às respostas aos desempenhos nos PAs de Física: Excelente (7,5%); Muito bom (32,7%); Bom (33,1%); Regular (13,5%), Mecânica: Excelente (7,2%); Muito bom (28,2%); Bom (30,9%); Regular (16,7%) e Resistência dos Materiais: Excelente (8,0%); Muito bom (32,1%); Bom (34,0%); Regular (22,6%).